



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA

---

DIPARTIMENTO DI CHIMICA, BIOLOGIA E  
BIOTECNOLOGIE

Scienze e Tecnologie Naturalistiche e Ambientali

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

## Le scelte ecologiche del lupo: applicazione del fototrappolaggio nel Parco Naturale Adamello Brenta

**Relatore**

Prof. Francesco Petretti

**Laureanda**

Chiara Mariotti

**Correlatori**

Dott. Andrea Mustoni

Dott.ssa Roberta Chirichella

Dott. Marco Armanini

ANNO ACCADEMICO 2023–2024



La natura non ha fretta,  
eppure tutto si realizza.  
*Lao Tsu*



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Area di studio</b>	<b>3</b>
2.1	Geologia . . . . .	5
2.2	Flora . . . . .	6
2.3	Fauna . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Il lupo (<i>Canis lupus</i>)</b>	<b>9</b>
3.1	Storia e distribuzione . . . . .	11
3.2	Biologia ed ecologia . . . . .	16
3.2.1	Etologia . . . . .	16
3.2.2	Dinamica di popolazione . . . . .	18
3.2.3	Scelte ecologiche . . . . .	18
3.2.4	Dinamica preda-predatore . . . . .	21
3.3	Protezione e gestione . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Materiali e metodi</b>	<b>25</b>
4.1	Progetto di fototrappolaggio . . . . .	26
4.2	Area campionata . . . . .	30
4.3	Raccolta dei dati . . . . .	32
4.3.1	Fototrappolaggio . . . . .	32
4.3.2	Caratterizzazione ambientale . . . . .	34
4.4	Analisi dei dati . . . . .	36
4.4.1	Rappresentatività dell'area . . . . .	36
4.4.2	<i>Database</i> delle fototrappole . . . . .	37
<b>5</b>	<b>Risultati e discussione</b>	<b>41</b>
5.1	Rappresentatività dell'area . . . . .	41
5.2	<i>Database</i> delle fototrappole . . . . .	46
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>61</b>

<b>A Scheda di campo impiegata nel controllo periodico</b>	<b>63</b>
<b>B Legenda del progetto di fototrappolaggio preda-predatore</b>	<b>64</b>
<b>C Caratterizzazione ambientale delle fototrappole</b>	<b>68</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>75</b>

# Capitolo 1

## Introduzione

A partire dagli anni '70, il lupo (*Canis lupus*) è riuscito ad espandersi nuovamente in tutta Europa grazie ad una serie di fattori concomitanti, tra i quali la protezione legale, la sua elevata plasticità ecologica, le notevoli capacità di adattamento, l'aumento delle superfici boscate e l'aumento degli ungulati selvatici.

È evidente che il ritorno del lupo nelle aree dove è stato assente per un lungo periodo può innescare particolari dinamiche ecosistemiche meritevoli di essere osservate con attenzione.

L'arrivo della specie nell'area del Parco Naturale Adamello Brenta (Trentino) ha spinto l'Ente a monitorare la situazione attraverso l'applicazione del fototrappolaggio, al fine di indagare l'effetto del ritorno del predatore sulla zoocenosi presente e le potenziali modificazioni comportamentali delle prede. A tal fine è stata predisposta una griglia costituita da 25 celle di 1,5 km di lato in cui sono state posizionate opportunisticamente un totale di 50 fototrappole lasciate sul campo in modo continuativo in tutti i mesi dell'anno.

La presente tesi si è andata ad inserire in questo contesto progettuale, proponendosi di analizzare le complesse relazioni esistenti tra preda e predatore, valutando eventuali preferenze ecologiche del lupo e possibili risposte comportamentali da parte delle prede potenziali. Più in particolare sono state pesate possibili ricadute alla pressione predatoria, come l'evitamento spazio-temporale, l'incremento dell'attività di vigilanza e l'aumento delle dimensioni del gruppo. Per le analisi sono stati utilizzati i dati raccolti durante i circa 20 mesi di monitoraggio (da settembre 2022 ad aprile 2024) e successivamente elaborati con la creazione di un *dataset*. Sono state raccolte complessivamente oltre 300.000 immagini che hanno permesso di rilevare 24.241 "eventi fototrappola".

L'indagine, che si è focalizzata in particolare sui rapporti tra il lupo e le sue potenziali prede, sembra essere di notevole interesse conservazionistico se si considera che il predatore è tornato in tempi recenti ad occupare nuovamente una "casella" dell'ecosistema ormai abbandonata da anni.

Studiare le scelte ecologiche della specie, con particolare riferimento ai rapporti con altre componenti ecosistemiche quali le sue prede, è di focale importanza per prevedere le possibili dinamiche future insite negli ambienti naturali.

# Capitolo 2

## Area di studio

Il Parco Naturale Adamello Brenta (PNAB), con i suoi 625,83 kmq, è la più vasta area protetta del Trentino; si estende nel settore occidentale provinciale, dai 477 metri di Acqua Santa (Spormaggiore) ai 3.558 metri di Cima Presanella; la maggior parte del territorio del Parco si trova al di sopra dei 1.000 metri di quota. Il Parco è stato inquadrato per la prima volta dal Piano Urbanistico Provinciale (PUP) trentino nel 1967, ma viene istituito solo nel 1988, con L.P. 18/1988. Dopo i primi anni molto difficili a livello di accettazione sociale, nel 1999 il Parco si dota del Piano del Parco, strumento di gestione fondamentale. In seguito, con L.P. 11/2007 (sulle foreste e sulla protezione della natura) sono state definite le disposizioni per l'istituzione e per la gestione delle aree protette provinciali, al fine di assicurare:

- la conservazione, il recupero e la valorizzazione delle caratteristiche naturali e ambientali, con particolare riferimento agli habitat ed alle specie,
- l'applicazione di metodi di gestione idonei a realizzare un'integrazione tra uomo e ambiente naturale, anche mediante la salvaguardia e la valorizzazione dei valori antropologici, archeologici, storici e architettonici,
- la promozione e la divulgazione dello studio scientifico,
- l'uso sociale dei beni ambientali in modo compatibile con la loro conservazione,
- l'educazione e la formazione in materia di tutela e di valorizzazione naturalistica e ambientale.

Il Parco è caratterizzato da un ambiente unico e molto vario, tipico dell'arco alpino centro-meridionale: boschi di abeti, faggi e larici, praterie alpine, torbiere, rupi e torrenti. I paesaggi situati a quote più elevate sono dominati dalla spettacolare diversità geologica delle Dolomiti di Brenta ad Est e dal massiccio dell'Adamello-Presanella (nel quale si trova uno dei più estesi ghiacciai delle Alpi) ad Ovest.

Nel 2008 il Parco ha ricevuto il riconoscimento come Adamello Brenta Geopark (Figura 2.1), entrando a far parte della Rete Europea e Globale dei Geoparchi UNESCO, a testimonianza della ricchezza e straordinarietà del patrimonio geologico che lo caratterizza (61 geositi): da una parte l'Adamello, con le sue rocce originatesi nelle profondità della terra ed i ghiacciai, dall'altra le Dolomiti di Brenta (iscritte nel 2009 dall'UNESCO nel Patrimonio naturale dell'Umanità e dal 2015 parte della Riserva della Biosfera UNESCO Alpi Ledrensi e Giudicaria) formatesi in antichi fondali marini e modellate da acqua e carsismo. Il geoturismo contribuisce alla strategia vincente per lo sviluppo sostenibile dell'area.

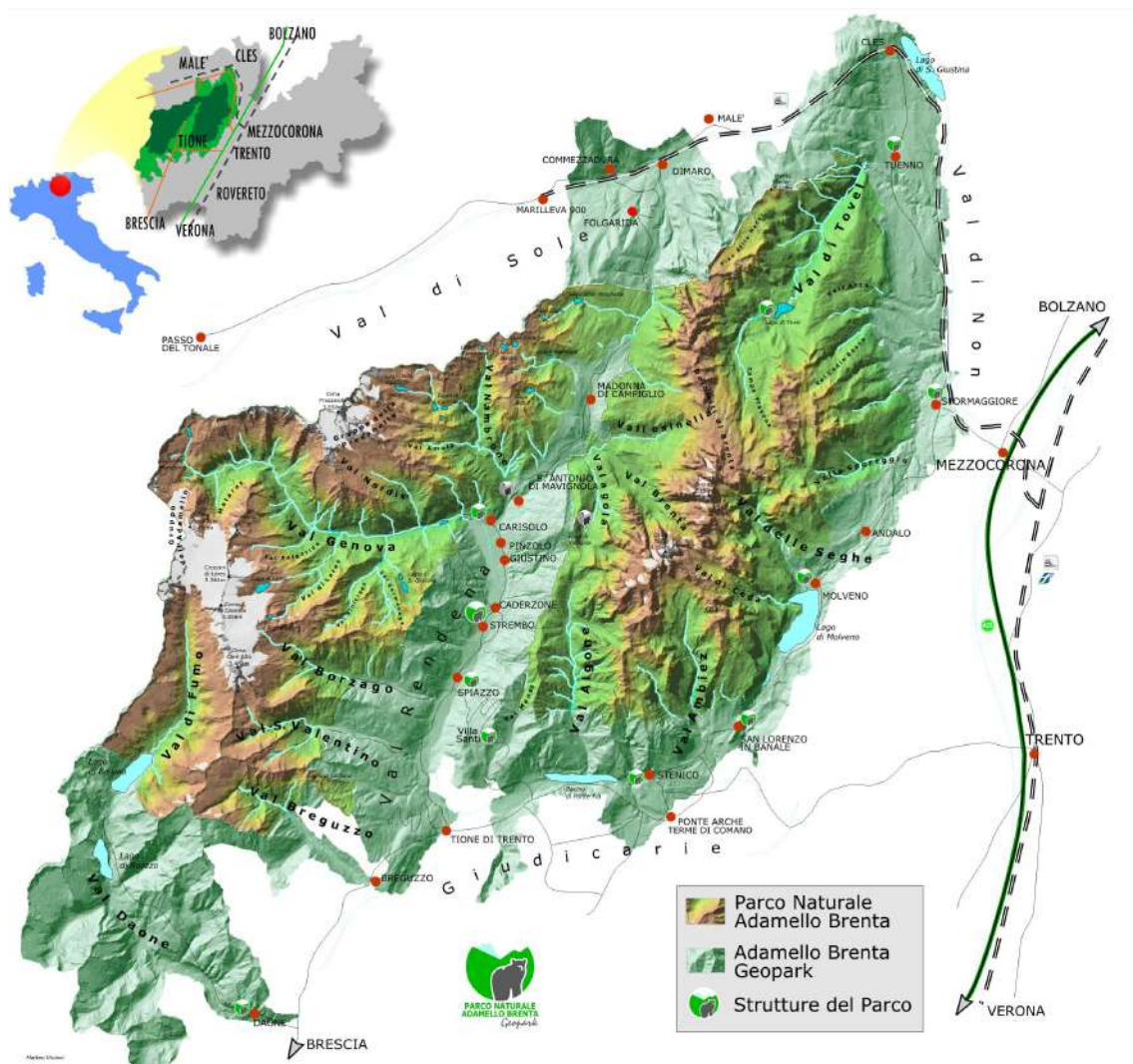


Figura 2.1: L'Adamello Brenta Geopark (fonte: Archivio PNAB, 2008).

Il Parco racchiude inoltre numerosi siti di Rete Natura 2000 prevista dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat" relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali (boschi utilizzati, pascoli, aree agricole estensive) e delle specie selvatiche.

## 2.1 Geologia

Nel Parco Naturale Adamello Brenta si individuano due grandi gruppi rocciosi molto diversi tra loro (Figura 2.2):

- il Gruppo dell’Adamello-Presanella, nella parte occidentale, costituito in prevalenza di rocce intrusive che si originarono circa 50 milioni di anni fa da sacche di magma delle zone profonde della crosta terrestre che risalirono, raffreddandosi prima di uscire ad Ovest della Linea delle Giudicarie, dando origine alle imponenti formazioni di tonalite del massiccio; successivamente, i fattori erosivi degli agenti atmosferici completarono, con il passare del tempo, il modellamento delle rocce;
- le Dolomiti di Brenta, nella parte orientale, formatesi dall’accumulo di sedimenti sui bassi fondali ai margini del mar della Tetide che si verificò fra 225 e 65 milioni di anni fa, e dal successivo fenomeno di tetto-genesi come conseguenza alle spinte e tensioni innestate dalla deriva dei continenti; ad Est della Linea delle Giudicarie emerse dunque la piattaforma del Brenta, poi modellata da agenti meteorici, modellamento glaciale e carsismo.

La dolomia del Brenta non è dello stesso tipo di quella delle Dolomiti occidentali (Catinaccio, Marmolada, Latemar), in quanto il processo di deposizione non avvenne su scogliere coralline, bensì sul fondo del mare (Fronza e Tamanini, 2000).



Figura 2.2: Il Gruppo dell’Adamello-Presanella e le Dolomiti di Brenta (fonte: Archivio PNAB, ?, e Mariotti C., 2022).

Il Parco comprende la maggior superficie glaciale del Trentino (41 ghiacciai); tra i ghiacciai più ampi si trovano la vedretta del Mandrone, i ghiacciai di Lobbia e Lares e le vedrette che fiancheggiano la Presanella. In particolare, nel gruppo dell’Adamello-Presanella, l’acqua proveniente dai ghiacciai e dai nevai, favorita dall’impermeabilità delle sue rocce, dà vita a ruscelli e cascate spettacolari ([www.pnab.it](http://www.pnab.it)).

## 2.2 Flora

La presenza di due distinti settori con differenti caratteristiche morfologiche e geologiche (le rocce calcareo-sedimentarie del Gruppo di Brenta e le rocce intrusive cristalline dell'Adamello-Presanella) ha favorito lo sviluppo di endemismi ed associazioni vegetali caratteristiche. Una diversità definita da oltre 1.200 specie vegetali.

Circa un terzo della superficie del Parco è coperto da diversi tipi di bosco: boschi di latifoglie (acero, corniolo, sorbo, nocciolo, salicome, carpini, querce e orniello, frammisti a qualche pino silvestre e pino nero) nella fascia più bassa, faggete e boschi misti nel piano montano, boschi di conifere (peccete, abieteti e lariceti, con sporadici individui isolati di pino cembro) nella fascia superiore. Oltre il limite della vegetazione arborea s'insedia la fascia della tundra alpina, dove prevalgono gli arbusti nani (pino mugo, ginepro, ontano verde e rododendri). Infine, si trova la fascia delle praterie alpine, costituite esclusivamente da specie erbacee.

Nella zona del Brenta con suoli calcarei prevalgono le specie calcicole o basifile, come il papavero alpino retico, il rododendro nano, la nigritella rosa e la genziana del Brenta; mentre nel Gruppo dell'Adamello-Presanella i suoli acidi derivati da rocce cristalline favoriscono lo sviluppo delle specie acidofile, come l'azalea delle Alpi, il falso mirtillo e l'arnica montana (Fronza e Tamanini, 2000) (Figura 2.3).



Figura 2.3: *Nigritella buschmanniae*, *Gentiana brentae* (specie floristiche endemiche del Gruppo di Brenta) e *Arnica montana* (specie acidofila, tipica di prati radi con substrati silicei o decalcificati) (fonte: Mariotti C., 2022-2024).

Nel Parco, e in generale sulle Alpi, si possono trovare numerose specie sopravvissute alle glaciazioni, definite "relitti glaciali", quali la stella alpina e la linnea boreale; queste specie boreali sopravvissero ai periodi interglaciali più caldi rifugiandosi nei punti liberi dal ghiaccio e rimasti circoscritti a piccoli areali disgiunti, solitamente alle quote più elevate ([www.pnab.it](http://www.pnab.it)).

## 2.3 Fauna

Grazie all'integrità e alla varietà ambientale del territorio, il Parco è riccamente popolato da tutte le specie faunistiche tipiche dell'ecosistema alpino (Figura 2.4). Fra queste, un ruolo di primaria importanza spetta all'orso bruno, animale-simbolo del Parco, la cui importanza ecologica è universalmente riconosciuta. Considerato biologicamente estinto sulle Alpi, l'orso è attualmente in fase di espansione, grazie al progetto di reintroduzione "LIFE Ursus" terminato nel 2004, e ad oggi conta una popolazione stimata di 98 orsi (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2023). Nel Parco è stato inoltre reintrodotta lo stambecco, estintosi nel XVIII secolo, e tornato a ripopolare le montagne dell'Adamello e della Presanella grazie ad un progetto iniziato nel 1995. Fra le specie introdotte vi è il muflone, presente nel Parco in piccoli nuclei: nel versante meridionale del Brenta e in Val Nambrone ([www.pnab.it](http://www.pnab.it)).

Nel territorio del Parco sono ben rappresentati la volpe, i mustelidi (tasso, faina, martora, ermellino e donnola) e ampiamente diffusi gli ungulati alpini (camoscio, stambecco, cervo e capriolo). Altrettanto ricca e interessante è la presenza di roditori (scoiattolo, marmotta, lepre comune e lepre variabile). Di recente ritorno è il lupo.

L'avifauna annovera numerose specie tipiche alpine. Tra i galliformi si trovano il gallo cedrone, il gallo forcello, il francolino di monte, la pernice bianca e la coturnice. Tra i rapaci diurni nidificano l'aquila reale, la poiana, l'astore, lo sparviere, il falco pecchiaiolo e il gheppio; solo occasionale risulta la presenza del gipeto, nidificante nel vicino Parco Nazionale dello Stelvio. La civetta nana, la civetta capogrosso, l'allocco e il gufo comune costituiscono i rapaci notturni presenti nell'area.

Fra l'erpetofauna ci sono il tritone alpestre (molto raro e localizzato nelle aree limitrofe al Parco), il rospo, la rana temporaria e la salamandra pezzata, la lucertola vivipara, l'aspide e il marasso.

Per l'ittiofauna, i numerosi laghi e corsi d'acqua ospitano i pesci tipici delle acque fredde, come il salmerino alpino, la trota marmorata e la trota fario.



Figura 2.4: Tipica fauna alpina presente nel territorio del Parco: *Capra ibex* (stambecco delle Alpi), *Tetrao urogallus* (gallo cedrone) e *Salamandra salamandra* (salamandra pezzata) (fonte: Mariotti C., 2021-2024).



# Capitolo 3

## Il lupo (*Canis lupus*)

Il lupo (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) è un mammifero appartenente all'ordine dei Carnivori, famiglia dei Canidi. I suoi sensi altamente sviluppati fanno di lui un predatore efficiente ed un animale elusivo. L'udito e la vista, eccellenti, sono utilizzati nella comunicazione e nella predazione, ma è l'olfatto che determina la sua percezione del mondo e governa le funzioni principali del suo ciclo vitale, quali riproduzione, comunicazione tra individui e ricerca del cibo (Marucco, 2014). Il lupo è inoltre una specie particolarmente adattabile, come risulta evidente dalla sua distribuzione geografica. Di particolare importanza in Italia, sono le zone montane densamente forestate, grazie alla ridotta presenza umana in tale habitat (Boitani et al., 2003).

Secondo una recente revisione tassonomica, sono state descritte 15 diverse sottospecie di lupo nel mondo, delle quali 7 in Eurasia, 7 in Nord America e 1 con distribuzione globale (Castelló, 2020) (Figura 3.1). Il lupo in Italia appartiene alla sottospecie italiana, *Canis lupus italicus* (Altobello, 1921) con le sue peculiari caratteristiche morfologiche e genetiche. Il lupo della popolazione italiana è infatti caratterizzato geneticamente da un unico tipo di DNA mitocondriale esclusivo chiamato W14 (Randi e Lucchini, 2002). Questo aplotipo, fissato nella popolazione appenninica e derivante dall'isolamento geografico che la popolazione ha vissuto nel secolo scorso in Italia, lo contraddistingue dalle popolazioni adiacenti. La recente ricolonizzazione naturale del lupo nella penisola è frutto dell'espansione dei nuclei presenti negli anni '70 in Appennino, portatori quindi dell'aplotipo W14. Negli ultimi anni, con l'arrivo naturale sulle Alpi anche di lupi provenienti dalla popolazione dinarica e carpatica, si è verificato l'incontro di queste popolazioni che, dopo meno di due secoli di isolamento è destinato a cancellare nel tempo tali sottospecie, ed è un evento importante per l'arricchimento della diversità genetica del lupo e, quindi, per la sua conservazione (Marucco, 2014).

## IL LUPO (*CANIS LUPUS*)



Figura 3.1: Sottospecie di *Canis lupus* (fonte: Castelló J.R., 2018).

Il manto del lupo italiano ha un pattern tipico: si presenta grigiastro (in inverno) o fulvo-marrone (in estate) a seconda delle stagioni; bandeggi scuri tendenti al nero sono evidenti nella regione dorsale, sulla punta della coda e frontalmente lungo gli arti anteriori; caratteristiche sono anche la mascherina facciale bianca e gli occhi gialli. Nel lupo il dimorfismo sessuale è lieve, per cui non sempre si riesce a distinguerne il sesso. Se osservati in coppia o branco, in genere le femmine sono leggermente più piccole dei maschi; mentre la coppia *alpha* è solitamente di dimensioni maggiori rispetto agli altri membri del branco (Ciucci e Boitani, 1998).

La dentizione del lupo rispecchia un modello da carnivoro generalista, per un totale di 42 denti, caratterizzata principalmente dai canini sviluppati, utili per uccidere le prede, e dai denti ferini o carnassiali (4° premolare superiore e 1° molare inferiore), che sono modificati in modo da fungere da cesoie per la lacerazione della carne (Boitani et al., 2003).

In quanto appartenenti alla stessa specie, lupo e cane possono incrociarsi, dando origine a ibridi fertili. L'ibridazione può verificarsi in aree dove c'è una massiccia presenza di cani vaganti e/o di recente ricolonizzazione da parte del lupo: una femmina in estro durante la dispersione naturale in un nuovo territorio a bassa densità di lupi, ma con una popolazione numerosa di cani vaganti, può accoppiarsi con un cane, originando ibridi che vengono allevati poi dalla lupa allo stato selvatico (Marucco, 2014). Aumentando, i livelli di introgressione saranno via via più difficili da diagnosticare. A livello fenotipico, le caratteristiche che possono rivelare casi di ibridazione con il cane sono la colorazione scura-nera o anomala, la presenza del 5° dito nelle zampe posteriori (sperone) e le unghie biancastre o depigmentate (Ciucci, 2012). L'aspetto di questi esemplari più simili ai cani, potrebbe consentire a questi animali di avvicinarsi ai paesi ed al bestiame senza creare allarme; inoltre, i danni causati dagli ibridi e dai cani vaganti sono del tutto analoghi a quelli causati dal lupo, rendendone la distinzione difficile: di conseguenza, la gran parte dei danni viene attribuita al lupo anche quando questo non ne è responsabile, causando un aumento dell'intolleranza nei confronti della specie ([www.centrograndicarnivori.it](http://www.centrograndicarnivori.it)).

### 3.1 Storia e distribuzione

Storicamente il lupo era presente e diffuso in gran parte dell'emisfero settentrionale a Nord del 20° parallelo; areale che si è drasticamente ridotto a partire dal XVIII secolo a causa dell'intensa persecuzione umana e dell'alterazione ambientale (Groff e Pedrini, 2018). Dalla seconda metà del secolo scorso, grazie a fattori di natura ecologica e sociale, il lupo è riuscito ad espandersi nuovamente come distribuzione e consistenza numerica, fino ad arrivare all'attuale areale geografico, che spazia comunque su una gran varietà di ecosistemi. L'elevata plasticità ecologica e la sua notevole capacità di movimento, anche in habitat sfavorevoli hanno avuto un ruolo importante nel recupero della specie ([www.grandicarnivori.provincia.tn.it](http://www.grandicarnivori.provincia.tn.it)). Punti di forza del lupo sono infatti: l'elevata adattabilità, la velocità (fino a 50 km/h), la sua organizzazione sociale in branco e la territorialità (ogni branco di lupi difende uno specifico territorio in cui vive dall'entrata di conspecifici).

Le popolazioni di lupo, in quanto occupanti le zone montane tra Stati, sono spesso transfrontaliere e collegate tra loro, e costituiscono quindi un'unica metapopolazione europea di circa 21.500 esemplari ([www.lcie.org](http://www.lcie.org)); di conseguenza è di fondamentale importanza per una corretta gestione della specie la cooperazione tra Stati. Il gruppo specialistico dedicato ai grandi carnivori (LCIE) dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) ha individuato in Europa 10 popolazioni di lupo: Scandinava, Kareliana, Baltica, Centro-Europea, Carpatica, Dinarico-Balcanica, Alpina, Italiana peninsulare, NW Iberica e Sierra Morena (ora estinta) (Figura 3.2). Queste popolazioni, per la maggior parte, risultano in aumento o sono stabili. L'intolleranza umana è forse il fattore limitante più importante che i lupi devono affrontare oggi in Europa. Il bracconaggio è diffuso e rappresenta il fattore di mortalità più impattante per il lupo in molte aree del continente europeo.

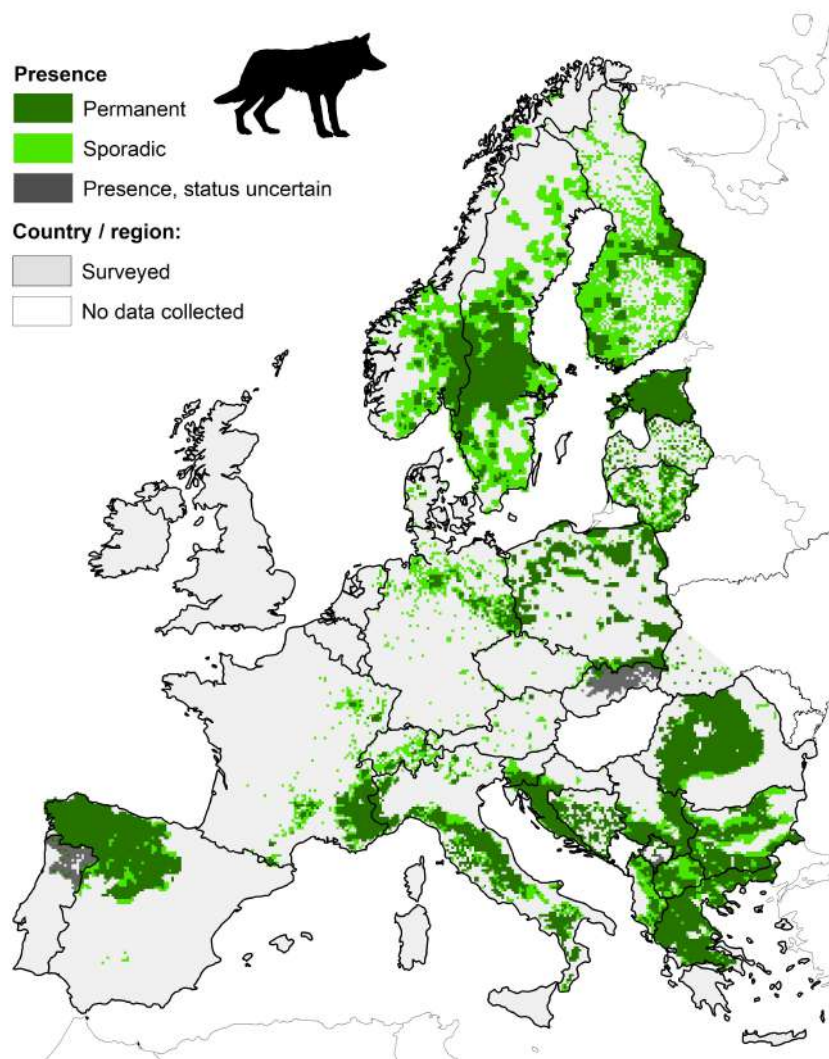


Figura 3.2: Mappa di distribuzione del lupo in Europa (fonte: LCIE, 2021).

In Italia il lupo era presente su gran parte del territorio fino alla metà del XIX secolo; ha poi subito un drastico declino a causa della persecuzione diretta da parte dell'uomo in seguito ai conflitti creatosi principalmente per la predazione esercitata sul bestiame, che ne ha determinato la scomparsa dalle Alpi, dalla maggior parte della penisola e dalla Sicilia. Il minimo storico, stimato in circa un centinaio di soggetti, è da riferire agli anni '70, quando l'areale di presenza del lupo era ormai rappresentato da piccoli nuclei disgiunti tra loro, localizzati lungo la dorsale appenninica centro-meridionale (Boitani e Zimen, 1975). Da allora, grazie alla protezione legale (a livello nazionale ed internazionale), all'aumento delle superfici boscate e degli ungulati selvatici favorito dai fenomeni di spopolamento della montagna, si è assistito ad un progressivo aumento della consistenza numerica della specie. Il lupo ha così naturalmente iniziato a ricolonizzare il territorio italiano, a partire dall'Appennino centrale risalendo verso Nord fino alla Liguria e, dai primi anni '90, alle Alpi occidentali (Ciucci e Boitani, 1998).

Il primo monitoraggio nazionale, eseguito in Italia tra 2020 e 2021, ha stimato la presenza di 2.945-3.608 lupi sul territorio nazionale ([www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)), riscontrando una netta crescita della popolazione della specie, soprattutto nelle regioni alpine. Negli ultimi anni, infatti, il lupo è ricomparso anche nelle Alpi centro-orientali, con alcuni individui provenienti dall'area dinarica (Croazia e Slovenia) e carpatica (Romania) (Figura 3.3).



Figura 3.3: Mappa di presenza del lupo sulle Alpi (fonte: Life WolfAlps, 2015-2016).

Dopo circa 150 anni di assenza, il lupo è tornato in provincia di Trento nel 2008, con il rinvenimento di resti ossei di un soggetto deceduto in Val di Fiemme nei pressi del passo degli Oclini che, dalle analisi genetiche, è risultato essere di origine dinaro-balcanica; ritrovamento che conferma alcune segnalazioni registrate in zona nel 2006 e 2007. Nel 2010, un giovane lupo maschio proveniente dalla popolazione italiana è migrato spontaneamente dalle Alpi occidentali e si è stabilito tra il Trentino (Val di Non) e l'Alto Adige (Val d'Ultimo). Successivamente, nel 2012, nel territorio della Lessinia (tra Trentino e Veneto) si è verificato l'incontro tra un lupo in dispersione dalla Slovenia (Slavc) dopo uno spostamento di oltre 1.000 km, ed una lupa della popolazione italiana proveniente dall'arco alpino occidentale (Giulietta), che hanno formato il primo branco delle Alpi orientali, tutt'oggi presente e riproduttivo (Marucco, 2014). I lupi nati in tale branco, insieme ad altri singoli lupi in dispersione, hanno in seguito contribuito alla formazione di ulteriori nuovi branchi, portando la specie a ricolonizzare una parte considerevole delle Alpi.

Il ritorno del lupo in Trentino è quindi parte di un fenomeno di scala assai maggiore di quello che interessa il territorio provinciale. I dati raccolti fanno stimare, nel 2023, una consistenza minima pari a 27 branchi (o gruppi familiari), i cui *home range* hanno interessato del tutto o in parte il territorio provinciale (Figura 3.4).

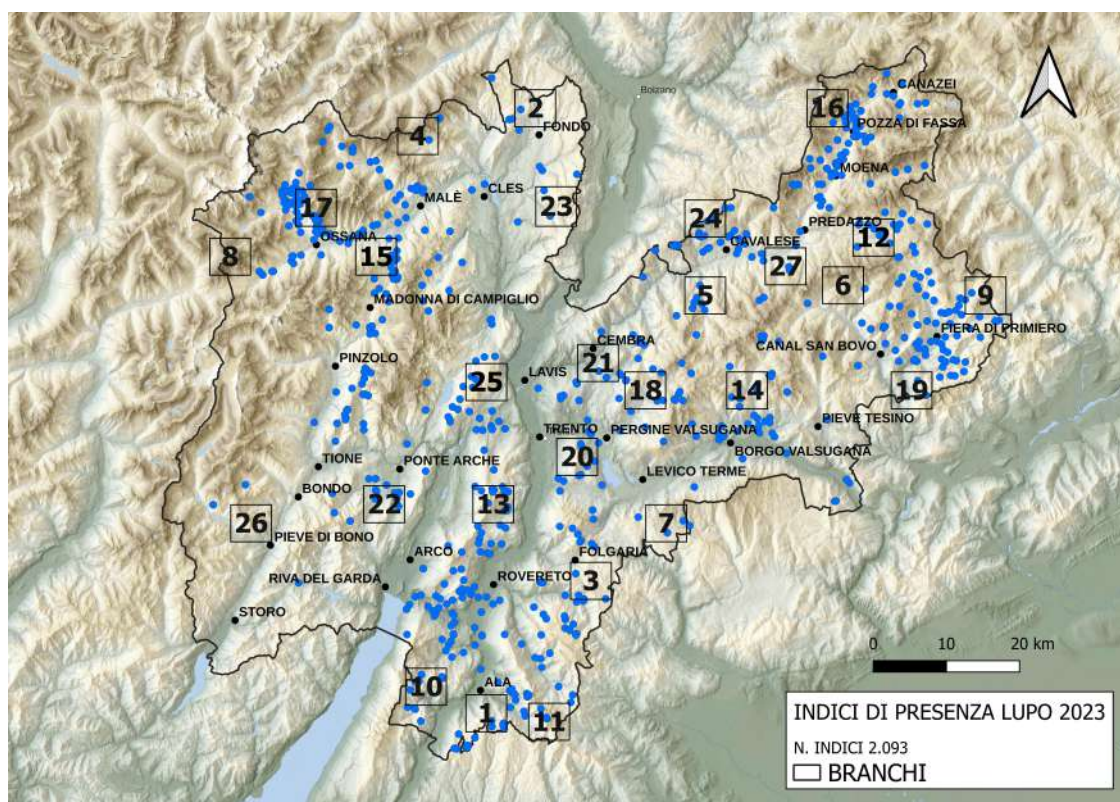


Figura 3.4: Mappa di presenza del lupo in Trentino (fonte: Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2023).

Nel corso del 2023 è stata inoltre rilevata una nuova coppia in Val Algone-Val Manez e risultano occupate da nuovi branchi le aree di Destra Fiemme-Nova Ponente, Paganella-Gazza, Val Breguzzo-Val Daone e Sinistra Fiemme-Lagorai (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2023).

All'interno del territorio del PNAB è stata documentata la prima presenza di lupo in Trentino: il 13 aprile 2010, in seguito al rinvenimento da parte del personale di sorveglianza del Parco di una pista di un grosso canide sulla neve nel Brenta nord-orientale (TN), sono stati raccolti alcuni campioni di urina in corrispondenza di punti di "marcatura". I risultati delle analisi genetiche condotte dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) confermarono che le orme appartenevano ad un esemplare maschio di lupo, appartenente alla popolazione italiana. Successivamente, grazie all'indagine condotta dall'Ufficio Faunistico della PAT, con gli enti che lavorano sul lupo nell'arco alpino occidentale, è stato possibile verificare che il giovane lupo era già stato identificato nel 2009 in territorio elvetico e classificato come M24. Dopo essere stato individuato in Brenta, M24 si è spostato verso Nord, dove è stato ancora una volta identificato geneticamente in Val d'Ultimo (BZ) presso Malga Gamber (su un danno avvenuto il 27 maggio 2010) e poi fotografato da cacciatori locali (Rapporto Orso PAT, 2010) (Figura 3.5).

Dal 2021 è stato rilevato un nuovo branco nell'area di Folgarida, incentrato nel territorio della destra orografica della media Val di Sole e nella parte alta della Val Rendena. La coppia si è verosimilmente formata nell'inverno 2020 e riprodotta nel 2021, con 3 cuccioli, come verificato mediante immagini fotografiche. I 5 campioni organici raccolti in Val di Sole nel 2021 e analizzati da ERSAF Lombardia, hanno permesso di genotipizzare la femmina *alpha* (WTN-F013) del branco che, dall'analisi di parentela, risulta essere figlia della coppia *alpha* del branco del Tonale, formatosi nel 2018 (Bombieri et al., 2022). Il branco di Folgarida si è riprodotto anche nel 2023, con un numero massimo rilevato di 8 individui all'interno del branco (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2023).



Figura 3.5: La pista su neve del lupo M24 e lo stesso lupo fototrappolato e fotografato in Val d'Ultimo (fonte: Archivio PNAB, Provincia di Bolzano e L'Adige, 2010).

## 3.2 Biologia ed ecologia

Il lupo non ha particolari esigenze ecologiche, in quanto possiede un'elevata capacità di adattamento (adattabilità) all'ambiente e al clima dell'area che colonizza ed è in grado di specializzarsi nella caccia delle specie preda più comuni in quella zona. È quindi il lupo ad adattarsi alle caratteristiche dell'area in cui si stanza. Rimangono comunque essenziali per la specie la presenza di siti rifugio idonei (soprattutto se a vasta copertura vegetazionale e con presenza di acqua, per il periodo di *rendez-vous*) e la disponibilità di prede selvatiche. Importanti, come fattori limitanti per il lupo, sono anche la densità umana e la densità stradale (e in generale la frammentazione dell'habitat), anche se il lupo si adatta ad attraversare strade, autostrade ed a frequentare inoltre le periferie urbane (Ciucci e Boitani, 1998).

### 3.2.1 Etologia

Il lupo è un animale sociale, che, a differenza di altri predatori, non conduce vita solitaria (se non per alcune fasi giovanili), ma è organizzato in unità famigliari chiamate branchi (Figura 3.6). Il branco, unità strutturale per la specie che ne regola le dinamiche di popolazione, si origina quando due individui di sesso opposto si incontrano, si stabilizzano in un'area idonea e si riproducono. Ogni branco è da considerarsi quindi un'unità riproduttiva, in cui solo il maschio e la femmina dominanti si riproducono ed inibiscono a livello comportamentale i membri subordinati tramite azioni di disturbo e meccanismi di controllo sociale (Rabb et al., 1967; Mech, 1970). In tal modo, i lupi che non si riproducono si rendono disponibili per coadiuvare la coppia dominante nella cura della prole, aumentando così le probabilità di sopravvivenza dei cuccioli (Boitani et al., 2003). Il gruppo sociale viene poi costituito, oltre che dalla coppia *alpha*, anche dai cuccioli dell'anno e dai giovani dell'annata precedente (Mech, 1970). I cuccioli rimangono nel branco generalmente fino al 1° anno d'età. Col raggiungimento della maturità sessuale devono confrontarsi con la scelta di due strategie riproduttive alternative: andare in dispersione, tentando così di formare un nuovo branco, o rimanere nel gruppo sociale di origine, sperando di acquisire lo *status* di riproduttore (Boitani et al., 2003). Tale scelta è probabilmente condizionata dalla densità intraspecifica, dalla disponibilità di prede e di territori idonei (Mech e Boitani, 2003). In aggiunta agli individui che vivono in branco, esiste quindi una quantità di individui solitari e transienti (in dispersione), non occupanti un territorio stabile, che possono rappresentare fino al 20% di una popolazione residente in una certa area; tale caratteristica è utile anche per favorire uno scambio genetico all'interno della popolazione (Marucco, 2014). Poiché i tassi di produttività e di sopravvivenza sono proporzionali alla densità delle prede, l'abbondanza di queste regola il numero di lupi all'interno del branco (Boitani et al., 2003).

In base a condizioni riscontrate in Nord America, la dimensione media in ciascun branco è di circa 7 individui, con variazioni stagionali di 2-15 esemplari (Mech, 1970). Sulle Alpi un branco è costituito in media da 4-5 individui. In Italia si sono verificati casi di branchi anche più numerosi (oltre 10 individui), ma sulla grandezza dei nuclei familiari bisogna tenere in considerazione che ad inizio inverno essa è maggiore, per poi diminuire a primavera, dopo la dispersione dei giovani e la mortalità invernale. Ogni branco detiene un territorio che, sulle Alpi, può variare dai 100 ai 450 kmq, con una media di 200 kmq, mentre sugli Appennini i territori rilevati sono in media più piccoli (Marucco, 2014).



Figura 3.6: Branco della Lessinia (fonte: Archivio Servizio Faunistico PAT - Parricelli P., 2015).

In questa specie gli accoppiamenti avvengono una sola volta all'anno, tra gennaio e marzo (le femmine hanno un solo ciclo estrale all'anno, che dura circa 5-7 giorni), a seconda della latitudine. La maturità sessuale viene raggiunta al 2° anno d'età. La gestazione dura in media 63 giorni ed i cuccioli nascono in una tana verso l'inizio di maggio, sordi e incapaci di vedere. La cucciolata è composta in media da 3-4 cuccioli che, all'età di 8-10 settimane circa, lasciano la loro tana, vengono svezzati e portati in un sito chiamato di *rendez-vous*, luogo adibito al riposo del branco, e lasciati lì mentre gli altri membri sono intenti alla caccia. I siti di *rendez-vous* vengono utilizzati dai lupi per tutta l'estate fino alla fine di settembre. A 6-7 mesi i cuccioli, con l'aspetto ormai di lupi adulti, iniziano a seguire gli adulti nei loro spostamenti per apprendere le tecniche di caccia, i moduli comportamentali e le strategie utili ad evitare gli ambienti e le situazioni pericolose e per affinare la conoscenza del territorio (Marucco, 2014).

### 3.2.2 Dinamica di popolazione

La dimensione, la distribuzione, i tassi di sopravvivenza e di riproduzione, la dispersione e la dimensione effettiva di popolazione (che è una misura della qualità genetica) sono i parametri che descrivono lo *status* della popolazione di lupo, e sono importanti se rilevati nel tempo per conoscerne i *trend*. Per stimare questi parametri è necessario considerare come unità di campionamento non solo il singolo individuo, ma anche il branco, in quanto unità riproduttiva fondamentale su cui si struttura la dinamica di popolazione. Il numero di lupi in un'area non cresce esponenzialmente, in quanto la consistenza è regolata dalla biologia intrinseca della specie. Inoltre, a causa di fattori densità-dipendenti regolati in ultimo da un aumento di mortalità nella popolazione dovuta ad attacchi intraspecifici, la dimensione di popolazione è limitata anche per un superpredatore come il lupo che non ha predatori al di sopra di sé nella catena alimentare (Marucco, 2014).

La densità del lupo è legata alla quantità di cibo disponibile: ad un maggior numero di prede disponibili corrispondono generalmente una maggior dimensione delle cucciolate (produttività) ed un tasso di sopravvivenza superiore dei cuccioli e dei giovani. Sul versante italiano delle Alpi si è registrata una crescita media annua di popolazione dell'11%, con grande variabilità annuale (Marucco et al., 2010).

Il rapporto tra i sessi nel lupo è solitamente uguale o leggermente sbilanciato in favore dei maschi, ma in popolazioni controllate dall'uomo o caratterizzate da densità molto basse può essere a favore delle femmine (Mech e Boitani, 2003).

Gli animali in dispersione hanno un minor tasso di sopravvivenza rispetto agli adulti in quanto individui solitari che vagano in territori sconosciuti (Marucco, 2014).

### 3.2.3 Scelte ecologiche

Il lupo è un carnivoro generalista ed opportunista; la sua dieta, molto diversificata, è basata principalmente sulle prede più disponibili nelle zone che frequenta, può quindi spaziare dai bisonti del Nord America, a cervi, caprioli e camosci dell'Europa centrale, arrivando alla lepre artica, e fino ai salmoni o altri animali marini (Watts e Newsome, 2016). Nonostante sia specializzato nella predazione di grossi erbivori, il lupo può includere nella propria dieta animali di piccole dimensioni (ad esempio uccelli, marmotte, lepri), come anche frutti, carcasse, animali domestici e, in alcuni casi, rifiuti (Ciucci e Boitani, 1998; Boitani et al., 2003).

Requisito fondamentale per la presenza del lupo risulta essere l'abbondanza di prede. La dieta del lupo in Italia risulta costituita quasi esclusivamente da ungulati selvatici, in particolare cinghiale in Appennino o cervo, capriolo e camoscio sulle Alpi. Il muflone viene predato dove presente ed abbondante, probabilmente per le

sue limitate strategie anti-predatorie (Marucco, 2014). In quota, specie preda per il lupo sono rappresentate da marmotte e lepri, mentre lo stambecco risulta raramente predato. Il confronto tra le proporzioni relative delle diverse specie preda nella dieta del lupo, ottenute tramite analisi dei campioni fecali, con le proporzioni con cui le stesse si presentano in natura (abbondanza relativa) può suggerire l'esistenza o meno di eventuali processi di preferenza per determinate specie; dove preferenza non implica che la preda in questione sia quella più abbondante nella dieta del lupo, ma che il suo consumo sia in proporzione maggiore rispetto alla sua disponibilità in natura (Ciucci e Boitani, 1998). Studi effettuati in Europa centrale hanno individuato il cervo ed il capriolo come le principali prede selezionate (utilizzate in proporzione maggiore rispetto alle loro disponibilità) dal lupo (Okarma, 1995; Jedrzejewski et al., 2000). Probabilmente le caratteristiche eto-ecologiche del camoscio (frequentatore abituale di ambienti rocciosi e impervi) ed il basso grado di sovrapposizione spaziale tra preda e predatore, soprattutto nel periodo invernale, rendono questo ungulato alpino meno vulnerabile rispetto alle altre specie preda (Marucco, 2014). La predazione appare comunque orientata verso gli individui più accessibili, quali i piccoli dell'anno, o quelli prossimi alla morte, come gli anziani e/o i malati, così da alterare il meno possibile il naturale tasso di mortalità della popolazione di prede ed assicurarsi la loro continua disponibilità (Slobodkin, 1968). Tuttavia, tale inclinazione da parte del lupo non sembra confermata sempre, ed appare dipendente dalla densità relativa delle specie preda (Carbyn, 1987; Mech e Peterson, 2003). Sulle Alpi è stato notato un consolidato comportamento di ricerca di carcasse di ungulati nelle valanghe nel periodo primaverile ed un buon consumo di mele nel periodo tardo estivo-autunnale (Marucco, 2014).

Per minimizzare lo sforzo di caccia e ridurre i rischi per procacciarsi il cibo, il lupo può esercitare localmente un forte impatto predatorio sul patrimonio zootecnico, soprattutto nei mesi estivi, durante la stagione dell'alpeggio. La presenza di animali domestici al pascolo (ovicaprini e in minor misura bovini ed equini) può essere importante per l'insediamento stabile della specie, come accaduto in Lessinia, dove si ritiene possa essere stato uno dei fattori favorevoli alla formazione della prima coppia (Groff e Pedrini, 2018). Comunque, la predazione sul bestiame domestico costituisce una percentuale relativamente piccola della dieta totale; su questo aspetto la variabile critica è certamente l'accessibilità del domestico: laddove il livello di custodia e protezione è elevato ed efficace, il tasso di predazione è notevolmente minore (Angelucci et al., 2010; Marucco, 2014). In provincia di Trento strategie di prevenzione e indennizzo dei danni da grandi carnivori sono parte della gestione ordinaria da ben prima dell'arrivo del lupo, anche se in precedenza specificamente adattate alla presenza dell'orso bruno (Bombieri et al., 2023). La PAT provvede infatti all'indennizzo totale di eventuali danni da lupo al bestiame domestico, se

denunciati al Servizio Foreste e Fauna entro 24 ore dalla loro constatazione (nel 2023: 136 danni per un totale di 94.709€) e finanzia fino ad un massimo del 90% del costo delle opere di prevenzione o le concede in comodato d'uso gratuito (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2023). L'uso di opere di prevenzione dei danni (ad esempio la presenza del personale di custodia, le recinzioni elettrificate, i cani da guardiania, la stabulazione notturna in stalla) è di fondamentale importanza al fine di ridurre le predazioni a carico del bestiame: lasciare al pascolo incustoditi, soprattutto di notte, animali da reddito a forte rischio di predazione quali pecore, capre, asini, vitelli e altro è di fatto incompatibile con la presenza dei grandi carnivori ([www.grandicarnivori.provincia.tn.it](http://www.grandicarnivori.provincia.tn.it)) (Figura 3.7). La gestione delle opere di prevenzione e degli indennizzi a livello provinciale è coordinata dal personale forestale del Servizio Faunistico - Settore Grandi Carnivori della PAT in raccordo con i referenti di zona per la prevenzione, afferenti al Corpo Forestale Trentino.



Figura 3.7: Opera di prevenzione contro danni da lupo e lupo ripreso da una fototrappola mentre trasporta un agnello recentemente predato (fonte: Archivio Servizio Faunistico PAT - Zeni M., 2024 e Vettorazzi M., ?).

La caccia da parte di un branco avviene generalmente all'interno del proprio territorio. Le strategie predatorie del lupo sono molteplici e dipendono dal tipo di preda: su prede di grandi dimensioni (cervi o bovini adulti) di solito i lupi agiscono in branco e l'animale è attaccato prima ai quarti posteriori, in modo da essere immobilizzato e atterrato, mentre su prede di dimensioni medio-piccole (ovicapriini o caprioli) anche un singolo lupo può effettuare un attacco efficace, che generalmente si compie con un morso preciso nella regione retromandibolare, così da inattivare la preda (Angelucci et al., 2010; Marucco, 2014). La modalità di consumo delle prede ha probabilmente inizio dalla parte corrispondente al punto di attacco, dove la carne risulta già esposta (Mech, 1970). In seguito vengono consumati i muscoli, gli organi interni quali cuore, polmoni, fegato e tutti gli altri. Il contenuto del ruminante non viene mai consumato e si ritrova tal quale a una certa distanza dalla carcassa.

Sulle Alpi si è notato che i lupi attaccano le prede sempre dall'alto verso il basso, sui ripidi versanti delle montagne, buttandosi giù di corsa. Spesso, la carcassa, durante la consumazione, è trascinata verso il basso: infatti le predazioni vengono ritrovate nei fondovalle, ma ciò non significa che l'effettivo evento predatorio sia accaduto lì (Marucco, 2014). Il fabbisogno medio giornaliero di carne di un lupo in Italia è quantificato in circa 2-5 kg (Boitani et al., 2003; Marucco, 2014). Il lupo si è adattato ad un'alimentazione non regolarmente distribuita nel tempo, riuscendo a resistere per molti giorni senza cibo (Mech e Boitani, 2003); questi lunghi periodi di digiuno sono seguiti da grandi e rapide ingestioni di cibo, grazie alle grandi capacità dilatatorie del loro stomaco, con la digestione che avviene in poche ore.

I lupi difendono attivamente territori ben definiti e contenenti un sufficiente numero di prede attraverso marcature odorose (urine, feci, raspate) e vocalizzazioni (ululati). Diversamente dovrebbero spendere energie in lotte e confronti ogni qualvolta si trovassero a cacciare ed a nutrirsi in presenza di conspecifici. La morte per scontri tra conspecifici, per la difesa del territorio e/o per l'acquisizione di una posizione dominante all'interno del branco, è una delle cause di mortalità naturale tipiche per il lupo (Marucco, 2014). L'utilizzazione del territorio è stagionale e varia in relazione al ciclo biologico della specie, risultando estremamente centralizzata durante il periodo riproduttivo, in cui almeno parte del branco gravita nei pressi della tana, mentre nel resto dell'anno sembra essere più estesa (Mech, 1970).

La riforestazione naturale delle Alpi conseguente all'abbandono della montagna costituisce un ulteriore importante fattore che ha favorito il ritorno del lupo, garantendo maggior rifugio e ambienti idonei al suo insediamento ed alle sue prede naturali (Groff e Pedrini, 2018).

### **3.2.4 Dinamica preda-predatore**

Il ritorno del lupo in un'area dove il predatore è stato assente per un periodo, come nelle Alpi, può avere un forte impatto iniziale sulla popolazione di prede. Solo sviluppando specifiche strategie anti-predatorie le dinamiche preda-predatore si modificano, portando anche a cambiamenti nell'utilizzo del territorio da parte degli ungulati (vengono scelti più frequentemente terreni di fuga o a fitta copertura boschiva) e modifiche nel comportamento temporale (aumenta l'attività diurna) (Vanderlocht et al., 2024). Queste nuove abitudini possono causare, come conseguenza, una minor contattabilità delle specie preda, sebbene questo non significhi necessariamente una minor densità dell'ungulato (Avanzinelli et al., 2016). Gli ungulati e il lupo si sono da sempre selezionati reciprocamente (coevoluti); i primi sotto la pressione predatoria del carnivoro, mentre il secondo sviluppando strategie predatorie efficaci con il minimo dispendio energetico (Marucco, 2014).

La dinamica preda-predatore, specialmente nei sistemi multi preda e soggetti a prelievo venatorio, è estremamente difficile da valutare per la complessità delle componenti che vi agiscono: fattori climatici (quali abbondanti nevicate), numero di lupi (in funzione anche della densità di prede), competizione tra specie preda, tasso di predazione,... Il lupo, selezionando individui a basso potenziale riproduttivo per minimizzare il dispendio energetico, poiché più vulnerabili, ha un minor impatto sulla specie preda; inoltre la predazione di lupo è spesso "compensativa" (in assenza di predazione le stesse prede sarebbero suscettibili ad altre cause di mortalità) contribuendo ai fattori di mortalità densità-dipendenti complessivi (Marucco, 2014).

I dati sulle presenze di ungulati nelle Alpi e quanto esposto sul lupo consentono quindi di affermare che non sussistono motivazioni reali per considerare questo predatore come un competitore per il cacciatore alpino. I possibili cambiamenti indotti dall'arrivo del lupo nelle popolazioni di ungulati vanno considerati come effetti migliorativi sulle popolazioni stesse, anche se ciò può portare ad una più difficile contattabilità delle prede in quanto più sane, più forti e meno ingenui (Avanzinelli et al., 2016).

### 3.3 Protezione e gestione

In passato il lupo è stato talmente perseguitato da raggiungere dimensioni minime di popolazione, tali da richiederne la protezione legale per salvaguardarlo dall'estinzione. La specie, dopo essere stata cacciata legalmente e divenuta in pericolo di estinzione, è stata quindi dichiarata protetta in molti Paesi (Marucco, 2014); anche in Italia con il Decreto Ministeriale "Natali" (1971) se ne vietò la caccia e l'uso di bocconi avvelenati. Nel 1976, il lupo divenne specie integralmente protetta nel territorio nazionale grazie al Decreto Ministeriale "Marcora". Lo stesso grado di tutela è accordato dalla PAT in base all'art.2 della L.P. 24/1991 relativa alla caccia. La Direttiva "Habitat" (92/43/CEE), recepita dall'Italia con il D.P.R. 357/1997, inserisce il lupo negli allegati B (specie la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione o ZSC) e D (specie prioritaria, di interesse comunitario, che richiede una protezione rigorosa), proibendone la cattura, l'uccisione, il disturbo, la detenzione, il trasporto, lo scambio e la commercializzazione. Il lupo è inoltre incluso nella Lista Rossa redatta dall'IUCN come specie *vulnerabile* (VU) per quanto riguarda la popolazione appenninica, mentre quella alpina è definita come specie *in pericolo* (EN). La Convenzione di Berna (1979), relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa e recepita in Italia dalla Legge 503/1981 inserisce il lupo nell'allegato II (specie di fauna strettamente protette). La specie è infine inclusa nell'appendice II (specie potenzialmente minacciate) della Convenzione di Washington (1973), relativa alla regolamentazione

del commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione (CITES). La Legge 150/92 di applicazione della CITES ha introdotto una serie di obblighi da osservare per l'eventuale cattivazione di individui delle specie tutelate dalla convenzione ([www.grandicarnivori.provincia.tn.it](http://www.grandicarnivori.provincia.tn.it)).

Nel 1999, per iniziativa del WWF Internazionale e grazie alla *Large Carnivore Initiative for Europe* (LCIE) è stato approvato dalla Convenzione di Berna un Piano d'Azione Europeo sul lupo (Boitani, 2000), con lo scopo di attuare una strategia di conservazione comune in tutti i Paesi firmatari (Genovesi, 2002). Tra gli obiettivi prioritari della LCIE vi è infatti la produzione di Piani d'Azione Europei per ognuna delle 5 specie di predatori (orso bruno, ghiottone, lupo, lince iberica e lince eurasiatica). Coerente al piano europeo, il Piano d'Azione Nazionale per il lupo (Genovesi, 2002) incentiva un programma nazionale di monitoraggio e avvia alcune azioni prioritarie di conservazione, con l'obiettivo di preservare e ricostituire, in coesistenza con l'uomo, popolazioni vitali di lupo come parte integrante degli ecosistemi e del paesaggio (Marucco, 2014). Nel 2015, con il supporto di ISPRA, è stata realizzata una proposta di aggiornamento del Piano d'Azione, chiamata Piano di conservazione e gestione del lupo in Italia, che non è però ancora stato approvato in via ufficiale a livello ministeriale, a causa del mancato accordo sulle modalità con cui applicare anche in Italia il regime delle deroghe (abbattimenti mirati) previsto dalla normativa europea ([www.grandicarnivori.provincia.tn.it](http://www.grandicarnivori.provincia.tn.it)). La necessità di una gestione e conservazione su una scala sovranazionale, ha motivato l'avvio del gruppo di coordinamento alpino, il *Wolf Alpine Group* (WAG) che, ogni 3-4 anni realizza un aggiornamento dello stato di presenza del lupo sulle Alpi. Tra le numerose iniziative si ricorda il progetto LIFE WolfAlps (2013-2018), finalizzato alla realizzazione di azioni coordinate per la conservazione e gestione a lungo termine della popolazione alpina italiana di lupo, e ideato in continuità con altri progetti LIFE dedicati alle problematiche di conservazione del predatore (LIFE IbriWolf, LIFE MedWolf, LIFE WOLFnet, LIFE SloWolf). Tutti questi progetti sono incentrati sulla convivenza con l'uomo e la mitigazione dei fattori di minaccia mediante un approccio culturale volto a superare le numerose problematiche legate ai danni e all'attività pastorali in montagna. In relazione a queste finalità, la PAT è impegnata nelle varie azioni di monitoraggio, prevenzione danni, comunicazione e raccordo sovra-provinciale sin dalla prima comparsa del lupo sul territorio trentino (Groff e Pedrini, 2018).

A prescindere dal suo stato di protezione, il lupo riveste un ruolo "chiave" nell'equilibrio dell'ecosistema, in quanto in grado di regolare e selezionare le prede influenzando a cascata sull'intero ambiente; inoltre, rappresentando una specie "ombrello", la sua conservazione comporta la tutela di ampie aree importanti anche per altri habitat e specie (Marucco, 2014).



# Capitolo 4

## Materiali e metodi

Il monitoraggio del lupo in Trentino viene coordinato dal Servizio Foreste e Fauna della PAT attraverso il fototrappolaggio, le analisi genetiche (su campioni biologici reperiti sul territorio o nell'ambito dei sopralluoghi su predazioni di bestiame domestico e selvatico) e tramite l'archiviazione di tutte le segnalazioni certe o attendibili di avvistamenti o segni di presenza. Il lupo è, infatti, una specie molto elusiva, con abitudini prevalentemente crepuscolari-notturne, presente sul territorio a basse densità. Il fototrappolaggio, utile ad accertare la presenza della specie, documentare nuove riproduzioni e verificare il numero di componenti dei branchi presenti, viene effettuato opportunisticamente, piazzando le fototrappole sul territorio in siti di accertata presenza o all'interno dei territori dei branchi noti. Questo tipo di monitoraggio è propedeutico anche all'interpretazione delle potenziali modificazioni comportamentali delle prede (dinamiche preda-predatore). Al fototrappolaggio si affianca la raccolta sistematica di dati sul campo, da svolgersi tra novembre e aprile, per la verifica della presenza del lupo: in Trentino 55 quadranti di campionamento di 10x10 km vengono perlustrati mensilmente percorrendo 82 transetti (itinerari prestabiliti) alla ricerca di indici di presenza della specie, in particolare campioni genetici (peli, escrementi, urina, saliva, tessuti) necessari ad aggiornare la stima di popolazione (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2023).

A causa dei notevoli spostamenti che compiono i giovani lupi in dispersione, il loro monitoraggio è estremamente difficile. Per la raccolta di dati relativi al fenomeno di dispersione, assumono un ruolo importante le tecniche di telemetria satellitare, che presuppongono la cattura, non semplice, dell'animale per dotarlo di collare GPS (Avanzinelli et al., 2016). L'applicazione del radiocollare permette ai ricercatori di rilevare la posizione degli animali in tempo reale, in modo da conoscerne gli spostamenti ed i comportamenti. Tuttavia, questa tecnica di monitoraggio non viene attualmente applicata in Trentino.

## 4.1 Progetto di fototrappolaggio

L'arrivo del lupo nell'area compresa tra l'alta Val Rendena e la Val Meledrio (laterale della Val di Sole) ha spinto all'esigenza di monitorare la situazione, sia per ragioni strettamente ambientali, sia sociali (Mustoni, 2022). Data la vasta area da monitorare, comprendente un'estesa porzione del territorio del Parco, che complessivamente ricopre una superficie di 625 kmq, il monitoraggio ha previsto l'applicazione della tecnica di fototrappolaggio su griglia di 1,5 km di lato, indagando l'effetto del ritorno del predatore sulla zoocenosi presente. Questo metodo di studio determina un impatto scarso o nullo sulla fauna e risulta utile per i costi abbordabili del materiale, i nuovi approcci statistici e la possibilità di studi trasversali.

Il fototrappolaggio è una tecnica di monitoraggio indiretto che ha recentemente avuto un'importante diffusione e che ha notevoli potenzialità e vantaggi per il monitoraggio della fauna. Esso si basa sull'utilizzo di Trappole Video-Fotografiche (TVF), strumenti generalmente di piccole dimensioni e alimentati a batteria (interna o esterna) che associano un dispositivo di ripresa video-fotografica ad un sensore di movimento e/o temperatura, capace di far scattare automaticamente la fotocamera al passaggio di un animale (Marucco et al., 2020). I sensori utilizzati possono essere di tipo attivo o passivo: nel primo caso il passaggio di un oggetto interrompe una barriera di luce infrarossa, o provoca lo scatto di un dispositivo meccanico (pedana o filo collegato ad un'esca, sistema utilizzabile una sola volta), mentre nel secondo caso sono generalmente utilizzati sensori identici a quelli impiegati nel campo dei dispositivi antifurto, ovvero sensori passivi a infrarossi (*Passive Infrared Detectors*, PIR), sensibili al calore, o sensori volumetrici, che rilevano il movimento. I sensori passivi consentono una maggior durata delle batterie e scattano con corpi di dimensioni pari a quelle di un piccolo carnivoro (Gagliardi e Tosi, 2012). Generalmente, le fototrappole sono in grado di registrare sia video che foto, sia di giorno (a colori) che di notte (in bianco e nero), grazie ad un illuminatore a led infrarossi, che evita l'uso del flash ed il conseguente stress causabile all'animale (Marucco, 2014).

Nonostante esistano in commercio diverse fototrappole con specifiche tecniche differenti (ampiezza e profondità di rilevamento, velocità di scatto, sensibilità PIR, invio dati tramite MMS, prezzo), generalmente tutte possono essere programmate in modo da impostarne la sensibilità, gli orari di funzionamento, la durata delle riprese e gli intervalli tra le stesse. Le immagini o i video rilevati sono archiviati in formato digitale in una scheda di memoria (SD) posta internamente (Marucco et al., 2020).

I dati forniti dalle trappole fotografiche, oltre a documentare in modo inconfutabile la presenza di una specie in un'area (ne è un esempio il caso del cane procione, documentato per la prima volta in Italia dall'Università di Udine nel 2005), forniscono anche ulteriori importanti informazioni, quali la data e l'ora di scatto (Forconi et al., 2009), utili alla comprensione delle abitudini e dei ritmi di attività degli animali.

I limiti della tecnica sono legati al rischio di furto e manomissione delle attrezzature, soprattutto in contesti ambientali antropizzati o in aree turistiche, quali i parchi naturali (Gagliardi e Tosi, 2012), a danneggiamenti dovuti al passaggio del bestiame, a problemi di malfunzionamento (ad esempio schede di memoria sovraccariche per l'attivazione prolungata del sistema causata dal vento o dalla neve) ed al rumore dello scatto e/o del flash che possono alterare il comportamento di alcuni animali (Forconi et al., 2009). Per quanto riguarda il lupo è infatti stato notato, seguendo le tracce sulla neve, che in prossimità del sito di monitoraggio gli animali deviavano di pochi metri per evitare la fototrappola (Berzi e Groff, 2003). Le attuali fototrappole digitali, invece, molto silenziose e senza flash, non influiscono sul comportamento dei lupi, a meno che non si usino esche (Marucco, 2014).

La scelta del luogo dove posizionare la trappola diventa quindi importante, compreso il fatto di utilizzare segnali o cartelli informativi che descrivano il tipo di attrezzatura, il suo scopo e/o la motivazione, l'ente gestore (Gagliardi e Tosi, 2012). Tutti i progetti condotti dal Parco Naturale Adamello Brenta con l'ausilio di fototrappole vengono svolti in stretta osservanza del Codice in materia di protezione dei dati personali. Nel caso dei progetti effettuati dal Parco, tutte le immagini di persone e/o animali domestici vengono immediatamente e definitivamente eliminate; in questo modo non sussisterebbe la necessità di conservazione di dati sensibili in base ai regolamenti vigenti in materia di privacy (Mustoni, 2022).

Nel contesto del progetto "rapporto preda-predatore", avviato dal Parco Naturale Adamello Brenta nel settembre 2022 e tuttora in corso, le fototrappole (Modello Guard Micro 2, Figura 4.1) sono state programmate per scattare a "raffiche" di 3 scatti per ogni singola attivazione. Tale scelta è giustificata dalla quantità notevole di tempo che richiederebbe l'osservazione di un così alto numero di filmati.

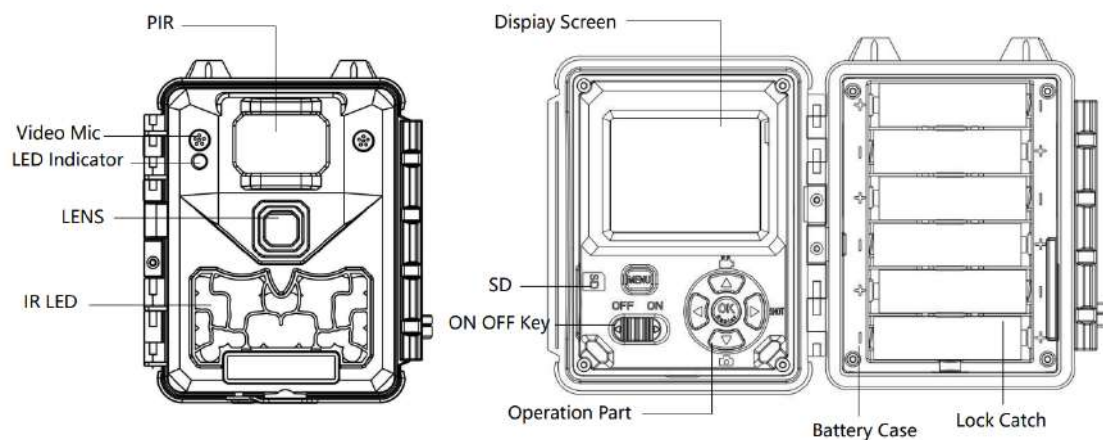


Figura 4.1: Componenti della fototrappola Guard Micro 2 (fonte: Comitell, 2021).

Al fine di standardizzare la raccolta dei dati sono state impiegate fototrappole dello stesso modello, ossia ugualmente sensibili, con la stessa programmazione dei parametri (Tabella 4.1), scelti sulla base dei risultati derivanti da una fase di sperimentazione condotta nel corso dell'estate 2022.

Parametro	Opzione	Parametro	Opzione
Ora e data	hh:mm; mm/gg/aaaa	Livello sensore	Alto
Modalità	Telecamera (foto)	Modalità flash	Lungo raggio
Dim. immagine	16 MP	Periodo di lavoro	OFF
N. scatti	3	Ora di scatto	ON
Nome camera	Codice cella_FTxx	Time lapse	OFF
Intervallo	3 s	Coordinata	OFF

Tabella 4.1: Settaggi delle fototrappole (fonte: PNAB, 2022).

La griglia predisposta per questa indagine è costituita da 25 celle quadrate aventi 1,5 km di lato in cui sono state allestite 50 fototrappole (2 per cella) (Figura 4.2) tra i comuni di Sant'Antonio di Mavignola (Val Rendena) e Dimaro Folgarida (Val di Sole), per un'estensione totale di 56,25 kmq.

Le fototrappole sono state allestite secondo una logica opportunistica, imposta da necessità pratiche legate alla sicurezza e all'accessibilità per gli operatori durante la manutenzione (in particolare nei mesi invernali), al fine di massimizzare le possibilità di rilevare la presenza di una specie particolarmente elusiva, qual è il lupo.

Il lupo, a differenza della lince, non è riconoscibile individualmente da una foto, a meno che non abbia menomazioni o caratteristiche particolari (ad esempio femmina in gravidanza). Per questo le fototrappole non sono utili per le analisi di cattura-marcatura-ricattura (CMR) e per stimare la dimensione di popolazione. L'indagine con le fototrappole è utile invece per verificare la presenza della specie, stimare il numero di lupi in un branco, individuare ibridi dal fenotipo e documentare la presenza di cuccioli e quindi l'avvenuta riproduzione (Marucco, 2014).

Già dopo il primo mese di funzionamento il reticolo di fototrappole ha potuto documentare la presenza certa di un numero minimo di 3 lupi e, parzialmente, i loro spostamenti. Inoltre sono numerosissime le immagini di altri animali che, opportunamente interpretate, possono portare a interessanti approfondimenti scientifici un tempo di difficile approccio. È infatti possibile, ad esempio, descrivere i ritmi di attività delle comunità presenti in una data area, le interazioni spaziali e temporali tra specie e, in casi particolari, descriverne il comportamento. Con questo progetto il Parco entra anche in rete con iniziative simili condotte nell'area del Parco Nazionale dello Stelvio dove sono presenti diversi branchi di lupi, in apparente espansione verso sud (Mustoni, 2022).

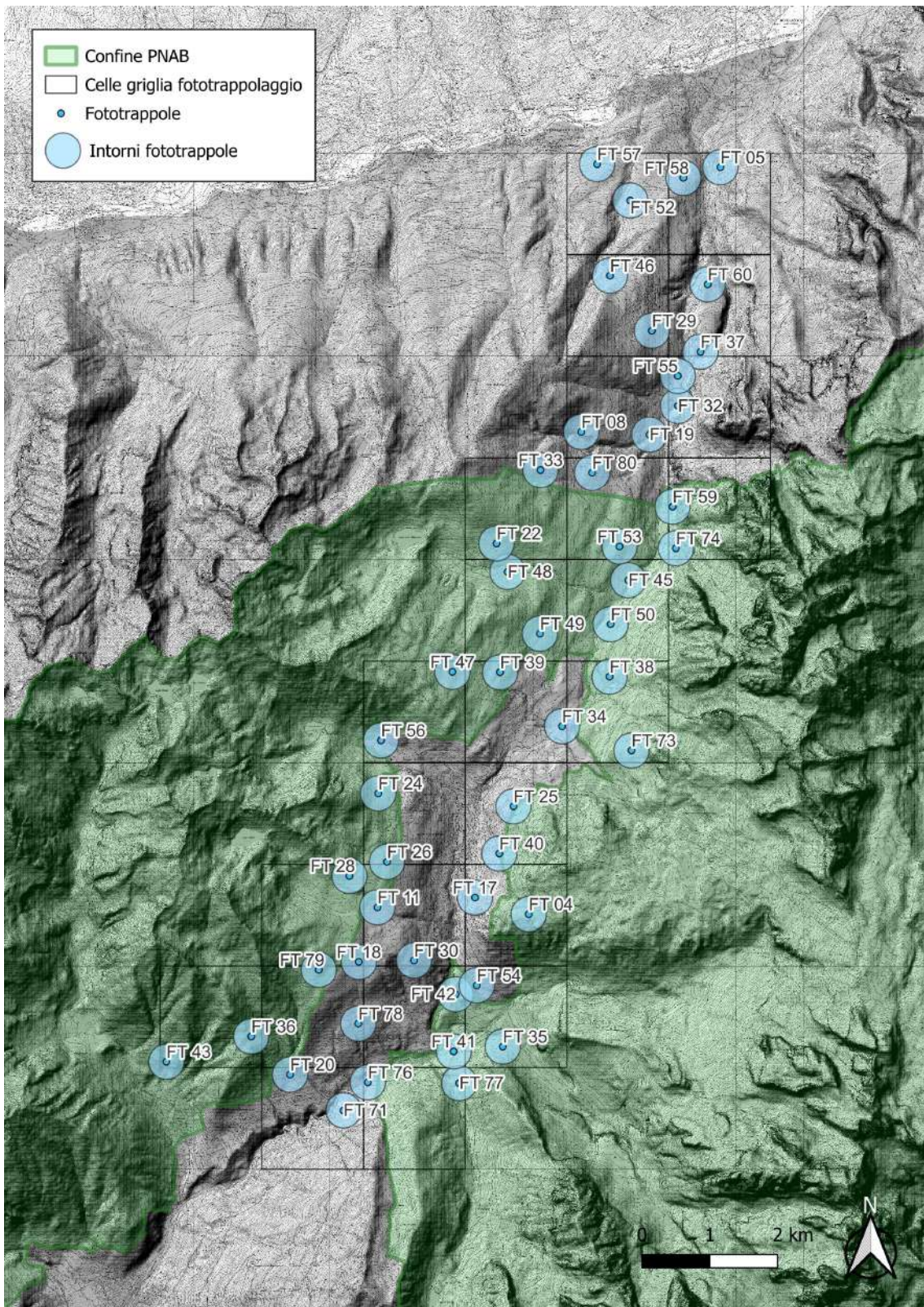


Figura 4.2: Griglia di fototrappolaggio sviluppata per il progetto preda-predatore (fonte: PNAB, 2022).

## 4.2 Area campionata

L'area soggetta a campionamento è rappresentata dalla griglia di fototrappolaggio alla quale è stato aggiunto un buffer di 750 metri. Da questo territorio è stata esclusa, sulla base della cartografia relativa all'uso del suolo del *Corine Land Cover*, la porzione di aree occupate da ghiaioni, praterie d'alta quota e zone fortemente antropizzate, a raggiungere un totale di 8.495,26 ettari di territorio (Figura 4.3). Quest'area, situata tra la Val Meledrio e l'alta Val Rendena, non è ricompresa interamente all'interno del territorio del Parco Naturale Adamello Brenta, tuttavia rappresenta un'importante via di transito per gli spostamenti degli animali. Inoltre, in questa zona si raccordano i due grandi corpi territoriali dell'area protetta: il gruppo calcareo del Brenta ad Est del solco Val Rendena-Val Meledrio e quello granitico dell'Adamello-Presanella ad Ovest (Zanghellini, 2004).

Le informazioni ambientali sono state estratte all'interno dell'area campionata utilizzando il *Digital Terrain Model* (DTM, 2014), modello digitale di elevazione che rappresenta la superficie del suolo, senza gli elementi antropici e vegetazionali. I dati sulla copertura e sull'uso del suolo sono stati raccolti dalle immagini satellitari del progetto europeo *Corine Land Cover* (CLC, 2018), ideato per il rilevamento e monitoraggio di queste caratteristiche.

In quest'area trova le condizioni ideali l'abete rosso, specie arborea predominante nella copertura forestale del Parco. I suoi boschi, le peccete, occupano quasi interamente il piano montano nella parte settentrionale del Parco, mentre verso Sud si trovano spesso frammisti alle formazioni con faggio. Sui versanti freschi delle zone di media montagna, talvolta, alle peccete si intercalano dei boschi di abete bianco. I boschi a prevalenza di abeti sono, con i loro 5.324 ettari di estensione (62,67%), i più caratteristici e rappresentativi dell'area in esame; essi sono situati tra i 783-2.219 metri di quota, si trovano su terreni con una pendenza media di 28,10° ed hanno un'esposizione prevalente a Est. Più in alto, nel piano subalpino, all'abete rosso si mescola il larice, che al limite superiore del bosco origina spesso lariceti puri; a queste quote si può trovare anche il più raro pino cembro, che forma nuclei di una certa estensione solo in poche località, come sulla Presanella (Zanghellini, 2004). I boschi di larice e/o pino cembro occupano 764 ettari all'interno dell'area campionata (9%) e si trovano ad una quota media di 1.751 metri, su terreni con una pendenza media di 26,51°. Infine, vi è un'importante presenza di aree boschive ed arbustive in evoluzione che occupano in totale 676,74 ettari (7,97%); queste formazioni, derivanti dalla degradazione della foresta o da una rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali, sono situate tra i 1.381-2.768 metri di quota, su terreni con una pendenza media di 33,16° ed un'esposizione prevalente a Nord-Ovest.

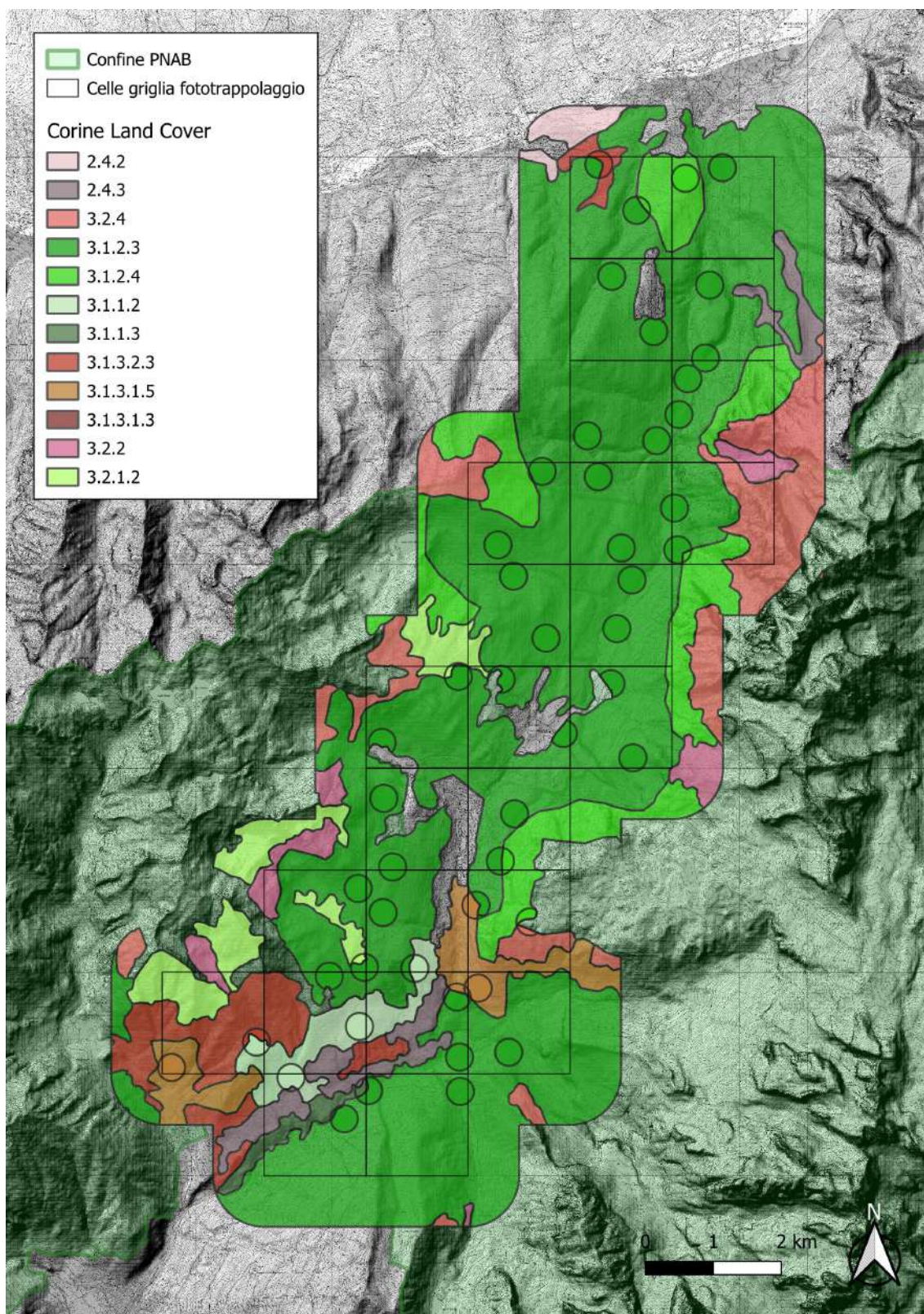


Figura 4.3: Area campionata con i diversi usi del suolo presenti secondo le classi tematiche del *Corine Land Cover* (CLC, 2018) (fonte: Mariotti C., 2024).

## 4.3 Raccolta dei dati

### 4.3.1 Fototrappolaggio

In seguito all'individuazione all'interno della griglia di fototrappolaggio di siti potenzialmente idonei a riprendere il passaggio di animali (piste di selvatici, tracce, presenza di acqua, tane, latrine), le fototrappole sono state posizionate su alberi non martellati ad un'altezza variabile (1,8-2 metri) proporzionata al campo che si intende riprendere e, soprattutto, alle dimensioni della specie. Nello specifico, è opportuno che la fototrappola sia posizionata in modo tale che l'obiettivo inquadrì circa  $3/4$  di terreno, ritraendo principalmente punti di passaggio obbligati, come sentieri e bivi (Figura 4.4). Ogni fototrappola è stata assicurata all'albero con la cinghia in dotazione, utilizzando dei rametti per regolarne la giusta inclinazione, in modo da intercettare l'arrivo degli animali e per escludere dall'inquadratura vaste porzioni di cielo, fogliame e vegetazione eccessiva che a causa del vento portano ad attivare il sensore inutilmente. Al fine di verificare il corretto orientamento della fototrappola, possono essere eseguite delle prove su campo, facendo scattare alcune foto di prova. Le fototrappole sono state inoltre dotate di lucchetto e cavo di alimentazione collegato alla batteria al piombo, a cui è apposto il cartello informativo dell'attività di fototrappolaggio. Infine, sono state rilevate le coordinate dei siti di fototrappolaggio (in UTM WGS 84 zona 32N), scattando fotografie e registrando la traccia GPX, in modo da poter ritrovare facilmente il punto di monitoraggio.



Figura 4.4: Fototrappola allestita su un albero per il progetto di fototrappolaggio e campo visivo della stessa (fonte: Mariotti C., 2024).

Durante l'allestimento, è necessario tenere in considerazione: l'angolo di ingresso, il campo visivo della fototrappola (massimo 20 metri di profondità e circa 8 metri di larghezza) e la velocità di attivazione (*trigger speed*) che, se troppo lenta potrebbe riprendere solo una parte dell'animale o scattare foto vuote.

Le fototrappole possono essere posizionate in concomitanza di altri tipi di trappola (ad esempio trappole per pelo) o presso siti di attrazione precedentemente allestiti (Gagliardi e Tosi, 2012), al fine di massimizzare la probabilità di contattare una determinata specie. Per questo progetto di fototrappolaggio non sono state usate esche attrattive che potessero favorire il passaggio degli animali davanti al sensore, pertanto sono stati fotografati solo gli esemplari che spontaneamente transitavano davanti alla fototrappola, senza alternarne il comportamento e le abitudini (Tarquini et al., 2011). In questo modo è possibile analizzare le variazioni di abbondanza delle specie nel tempo.

A sistema di fototrappolaggio attivato, gli operatori, con cadenza mensile, si recano sui siti di monitoraggio per la raccolta dei dati, per il reinnesco delle fototrappole, per il controllo della loro funzionalità (settaggi) e per la sostituzione della scheda di memoria (Gagliardi e Tosi, 2012) ed eventualmente della batteria. Per ogni controllo viene poi compilata la scheda di campo (allegato [A](#)), dov'è riportato anche l'effettivo funzionamento o meno della fototrappola. Il controllo periodico e la manutenzione, effettuati ogni 20-30 giorni circa, sono necessari al fine di perseguire il mantenimento della massima efficienza della strumentazione utilizzata (Armanini, 2023) e per ottenere dati valutabili scientificamente (Marucco, 2014).

Al rientro dall'uscita, le immagini contenute nella scheda di memoria vengono archiviate sul server, indicando il nome della fototrappola e la data di manutenzione.

L'archiviazione delle immagini si svolge in due fasi successive: dapprima si compila il *database* per le sole presenze umane e si elimina immediatamente e definitivamente il materiale che ritrae persone (protezione dati personali); successivamente si compila lo stesso *database* per le presenze faunistiche rilevate, secondo una legenda che ne descrive caratteristiche e comportamenti adottati.

I molteplici *database* (DB) che verranno creati, ciascuno dedicato ad un preciso scarico di ogni fototrappola, sono funzionali a poter lavorare in contemporanea sull'archiviazione dei dati. Il DB è composto da più colonne distinte per colore:

- verde per le colonne da compilare manualmente;
- bianco per le colonne che verranno compilate in automatico in fase di analisi;
- rosso per le colonne contenenti formule che, in fase di compilazione del *database* non vanno modificate.

Nella fase di analisi dei dati, un evento è inteso come il passaggio di un animale (o gruppo di animali) davanti alla fototrappola. Molto spesso gli animali stazionano sul sito per diversi minuti, producendo diverse foto dello stesso individuo. Ad ogni "evento fototrappola", generalmente costituito dalla raffica di 3 scatti consecutivi, corrisponde una riga nel *database*, i cui campi sono specificati nell'allegato [B](#).

### 4.3.2 Caratterizzazione ambientale

Al fine di indagare la selezione dell'habitat attraverso l'uso delle fototrappole è necessario associare a ciascun sito le variabili ambientali. A tal proposito è stato creato un buffer (area circolare) di raggio pari a 200 metri attorno ad ogni punto di monitoraggio, da cui estrarre poi le variabili ambientali.

L'estrapolazione delle variabili da esaminare per confrontare la rappresentatività degli intorni delle fototrappole con l'area campionata è stata eseguita attraverso l'uso di modelli digitali del terreno (DTM 2014, LiDAR PAT), mappe di copertura del suolo (CORINE Land Cover 2018, Commission of the European Communities) e tematismi provinciali disponibili sul Portale Geocartografico Trentino (Servizio Foreste 2024 e PUP 2021, WebGIS PAT). Attraverso questi è stato possibile estrarre dati relativi all'elevazione del terreno (quote in metri, pendenze ed esposizione in gradi), all'uso del suolo (classi ed aree in ettari), al potenziale disturbo antropico dato dalla presenza di infrastrutture nei pressi delle fototrappole (tipologia e distanza in metri) e dallo sviluppo totale (in chilometri) della viabilità all'interno dell'area campionata (Figura 4.5).

Le classi di uso del suolo contenute all'interno dei buffer e considerate potenzialmente idonee alla presenza del lupo sono:

- 2.4.2 Sistemi colturali e particellari complessi
- 2.4.3 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- 3.2.4 Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
- 3.1.2.3 Boschi a prevalenza di abeti
- 3.1.2.4 Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro
- 3.1.1.2 Boschi a prevalenza di querce caducifoglie
- 3.1.1.3 Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone
- 3.1.3.2.3 Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abete bianco e/o abete rosso
- 3.1.3.1.5 Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio
- 3.1.3.1.3 Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile
- 3.2.2 Brughiere e cespuglieti
- 3.2.1.2 Praterie discontinue

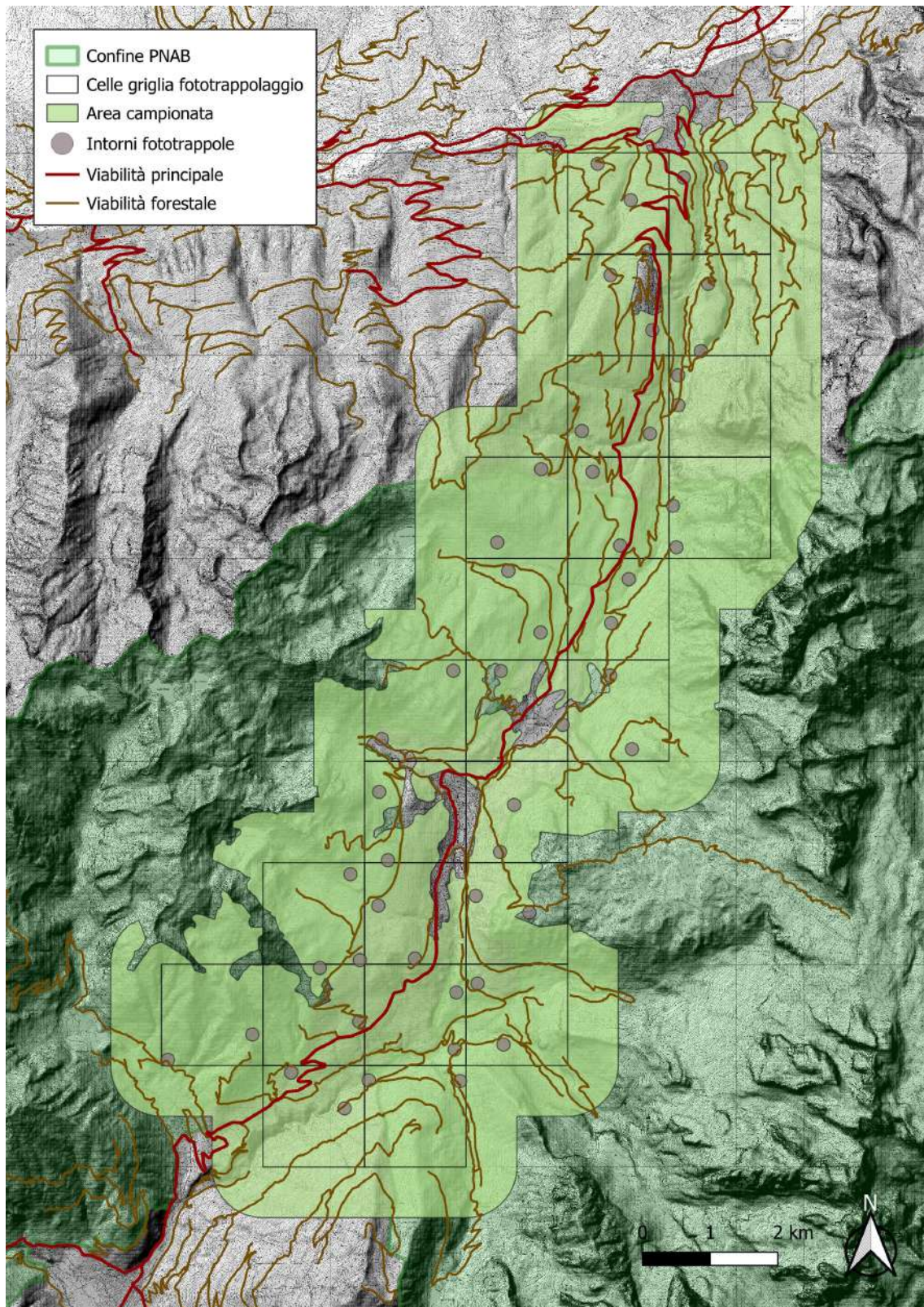


Figura 4.5: Viabilità forestale e principale presente nell'area di monitoraggio (fonte: Mariotti C., 2024).

## 4.4 Analisi dei dati

### 4.4.1 Rappresentatività dell'area

La copertura del suolo, influente anche sulla distribuzione delle prede, è considerata un probabile fattore di selezione da parte del lupo, mostrando, infatti, una preferenza per alcune tipologie di habitat.

In questo studio è stato fatto un confronto tra le diverse variabili ambientali che caratterizzano l'area campionata e gli intorni delle fototrappole, al fine di valutarne la rappresentatività in termini di uso del suolo, quota, pendenza ed esposizione. Per ogni buffer di 200 metri intorno ai siti di monitoraggio è stata quindi estratta l'area di copertura del suolo e calcolata la percentuale relativa ad ogni classe del *Corine Land Cover* presente. Sono state poi confrontate le variabili legate a quota, pendenza ed esposizione delle categorie più rappresentate. Infine, sono stati estratti i dati riferiti al potenziale disturbo antropico dato dalla presenza di infrastrutture nei pressi delle fototrappole, distinguendone la tipologia e calcolando la distanza delle strade principali e forestali di tipo L (di collegamento), B (a non esclusivo uso del bosco) ed A (a servizio esclusivo del bosco) da ogni fototrappola (Figura 4.6).

Per l'analisi spaziale dell'habitat del lupo e delle sue specie preda (ungulati e lagomorfi) è stato creato un *dataset* contenente i dati relativi alla presenza/assenza della specie, al numero di passaggi (eventi) e di individui, riferiti a ciascuna fototrappola.

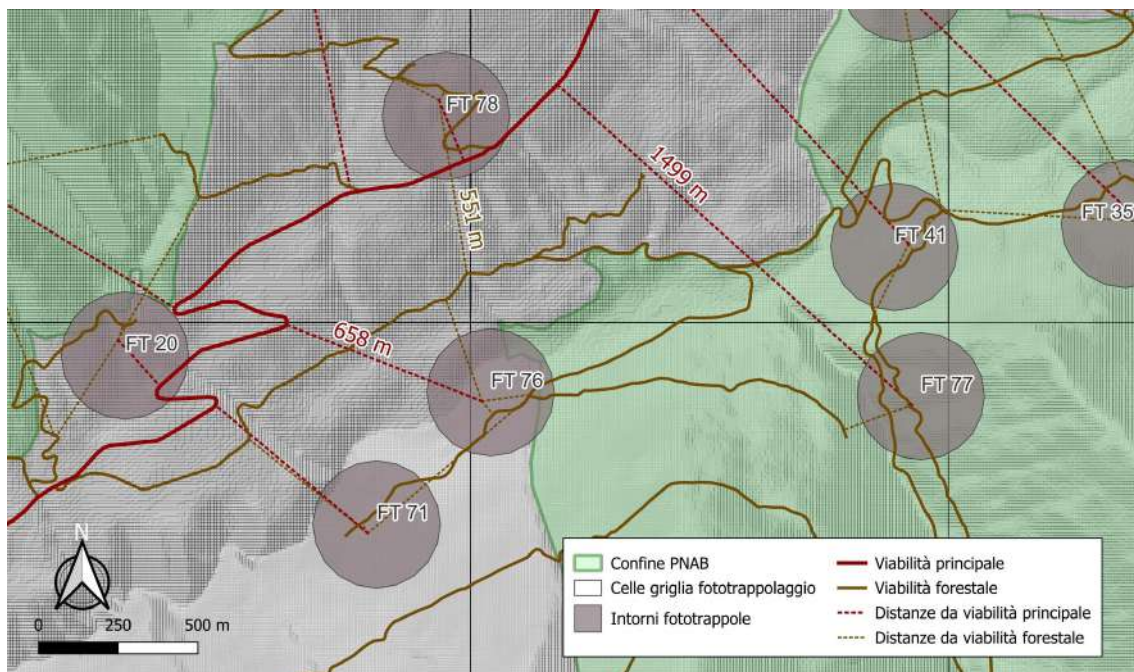


Figura 4.6: Calcolo delle distanze delle fototrappole dalle strade principali e forestali (fonte: Mariotti C., 2024).

### 4.4.2 Database delle fototrappole

Tutte le informazioni ottenibili dalle immagini, quali data e ora, temperatura, quantità di neve, specie, numero di individui, tipo di gruppo, sesso e classe d'età, attività e comportamenti, sono state inserite in un *database* Excel (Figura 4.7). Non sempre è stato semplice interpretare le sequenze di immagini, specialmente quelle notturne, mosse e sfuocate. Spesso, quindi, il lavoro di archiviazione e interpretazione delle sequenze di foto, richiedendo un'osservazione molto attenta alla ricerca dei dettagli morfologici necessari al riconoscimento della specie e/o alla determinazione del sesso e della classe d'età, ha comportato un notevole impegno in termini di tempo.

N	CODICE Fototrappola	ID [FTex_M]	Operatore	LOCALITA'	AREA	SESSIONE TRAP	CODICE	VIDEO/FOTO [V/F]	DATA	ORA INIZIO (solare)	ORA FINE (solare)	FASCE ORARIE [h]	DATA+ORA
426	FT74	FT74_426	CVs	eriglia		19/12/2023-12/01/2024		f	12/01/2024	12:16:19	12:24:03	12	12/1/24 12:16
427	FT74	FT74_427	CM	eriglia		12/01/2024-20/05/2024	1140058	f	14/01/2024	00:56:31	00:56:32	0	14/1/24 0:56
428	FT74	FT74_428	CM	eriglia		12/01/2024-20/05/2024	1190067	f	19/01/2024	22:01:02	22:01:03	22	19/1/24 22:01
429	FT74	FT74_429	CM	eriglia		12/01/2024-20/05/2024	1240244	f	24/01/2024	19:44:28	20:03:23	19	24/1/24 19:44
430	FT74	FT74_430	CM	eriglia		12/01/2024-20/05/2024	1270421	f	27/01/2024	01:30:00	01:30:08	1	27/1/24 1:30
431	FT74	FT74_431	CM	eriglia		12/01/2024-20/05/2024	1290520	f	29/01/2024	21:45:43	21:45:44	21	29/1/24 21:45
432	FT74	FT74_432	CM	eriglia		12/01/2024-20/05/2024	1300523	f	30/01/2024	07:09:46	07:09:46	7	30/1/24 7:09

DIFF_ORA INIZIO	DIFF_ORA	si_no	MEDIA ALBA	MEDIA TRAMONTO	T.C.*	DURATA (sec.)	NEVE [0-4]	UOMO/ ANIMALE	SPECIE [nome comune]	COOPRESENZA	ID [FTex_N]	TOT. INDIVIDUI
09:44:22	9:44:22				-3	0:07:44	4	u	pnab		FT74_426	2
12:40:12	36:32:28				-5	0:00:01	4	a	lepus		FT74_427	1
21:04:31	141:04:30				-10	0:00:01	4	a	martes		FT74_428	1
21:43:26	117:43:25				8	0:18:55	4	a	ind		FT74_429	1
05:45:32	53:26:37				1	0:00:08	4	a	lupo		FT74_430	1
20:15:43	68:15:35				0	0:00:01	4	a	volpe		FT74_431	1
09:24:03	9:24:02				-1	0:00:00	4	a	volpe		FT74_432	1

ALTRE NOTE	TIPO GRUPPO	IPOTESI [?]	NOTE FENOTIPO	SESSO	CLASSE ETA'	CODICE	ATTIVITA'	NOTE COMPORTAMENTO
manutenzione						0		
	uno			ind	ad	1140058	run_esc	
	uno			ind	ad	1190067	mov_snf_end	
galliforme nella neve	uno	?		ind	ad	1240244	rest_end	
	uno	?		ind	ad	1270421	mov_snf_esc	
	uno			ind	ad	1290520	mov_end	
	uno			ind	ad	1300523	imov_end	

Figura 4.7: Esempio di *database* compilato per il progetto di fototrappolaggio (fonte: PNAB, 2024).

I *database* compilati per ciascuna fototrappola, a livello mensile, sono stati uniti in un unico foglio Excel, comprendente dunque i dati relativi alle 50 fototrappole per l'intero periodo che va dall'attivazione (settembre 2022) ad aprile 2024.

Per ogni fototrappola è stato calcolato lo sforzo di campionamento, ovvero il numero di giorni in cui la stessa è rimasta effettivamente attiva. Questa informazione è importante poiché all'aumentare dei giorni di funzionamento potrebbe corrispondere un maggior numero di specie o individui fototrappolato (Rovero et al., 2013). Al fine di uniformare i dati e renderli comparabili è stato quindi calcolato il numero di giorni per mese in cui ogni fototrappola è rimasta attiva. Infatti, a causa di malfunzionamenti, esaurimento della scheda di memoria e furti, i periodi di attività per ciascuna fototrappola sono stati talvolta inferiori.

Grazie a questa tecnica di monitoraggio, ad ogni fototrappola è stato possibile associare, oltre ai parametri ambientali, anche informazioni legate alla distribuzione spazio-temporale delle prede del lupo, quali gli ungulati ed i lagomorfi. Per fare questo, a partire dal *database* complessivo, per le diverse specie (e gruppi di specie) indagate sono stati estrapolati il numero di eventi (N. Ev) ed il numero di individui (N. Ind) per fototrappola a livello mensile, stagionale e totale; sulla base di questi dati, sono stati calcolati il numero minimo (N. Min), medio (N. Med) e massimo (N. Max) di individui per evento, al fine di valutarne la consistenza e la distribuzione temporale.

A seguito della raccolta dati, si è deciso di svolgere un'indagine esplorativa volta a comprendere se potessero esserci differenze nell'abbondanza e distribuzione delle prede elettive del lupo (suddivise in capriolo, cervo e lepri), in relazione alla presenza o assenza del predatore rilevata dalle fototrappole. Per fare ciò è stato quindi necessario suddividere le fototrappole in "FT+" (positive alla presenza del lupo), che hanno rilevato il predatore anche solo in un passaggio durante l'intero periodo di monitoraggio, e "FT-" (negative alla presenza del lupo), in cui la specie non è stata rilevata nel corso dei mesi di studio. Si riporta come esempio una parte del *dataset* ottenuto per la fototrappola FT77, mancante delle colonne con i dati relativi a cervidi indeterminati e lepri (Figura 4.8).

Nome	Lupo	Mese	Anno	gg attività	LUPO			CAPRIOLO				CERVO								
					N. Ev	N. Ind	N. Max	N. Ev	N. Min	N. Medio	N. Max	N. Ev	N. Min	N. Medio	N. Max					
FT 77	si	9	2022	5																
		10	2022	31					5	1	1,40	2	13	1	1,38	3				
		11	2022	30					3	1	1,00	1	51	1	1,39	4				
		12	2022	31					5	1	1,00	1	82	1	1,28	4				
		1	2023	31					1	1	1,00	1	28	1	1,28	3				
		2	2023	28									22	1	1,27	2				
		3	2023	31									9	1	1,11	2				
		4	2023	30			2	2	1	3	1	1,00	1	30	1	1,43	3			
		5	2023	30			1	2	2	4	1	1,00	1	109	1	2,22	12			
		6	2023	31			3	4	2	1	1	1,00	1	73	1	1,46	9			
		7	2023	30			2	2	1	1	1	1,00	1	25	1	1,48	4			
		8	2023	31			9	9	1	3	1	1,00	1	40	1	1,55	6			
		9	2023	31			2	2	1	2	1	1,00	1	27	1	1,88	9			
		10	2023	30			1	2	2	3	1	1,66	2	35	1	1,74	8			
		11	2023	31			1	2	2	3	1	1,33	2	59	1	1,62	6			
		12	2023	30			2	9	5	5	1	1,00	1	24	1	2,16	13			
		1	2024	31			4	11	5					9	1	2,44	4			
		2	2024	4			1	2	2					1	2	2,00	2			
		3	2024	1																
		4	2024	1																
		4	2024	0																

Figura 4.8: Esempio di *dataset* compilato per l'analisi dei dati relativi al progetto preda-predatore (fonte: Mariotti C., 2024).

Successivamente, per ciascuna specie (e gruppo di specie) è stato ricavato l'andamento grafico dei ritmi di attività giornalieri (fasce orarie 0-23) e mensili, nel corso delle stagioni e dell'anno.

Infine, sono stati analizzati i dati relativi alle predazioni raccolti sul territorio dal personale di vigilanza forestale che, occasionalmente o su segnalazione, ritrova carcasse di ungulati sul territorio riconducibili a predazione da lupo (Figura 4.9). Questi indici di presenza, forniti dal Servizio Faunistico della Provincia Autonoma di Trento, comprendono le informazioni riguardanti la data, il comune e la località di rinvenimento, la stazione forestale competente e la riserva di caccia di zona, il numero di individui, la classe d'età e il sesso, le condizioni, la causa di morte, l'eventuale soppressione dell'animale ed il tipo di consegna.

Questi dati, però, non essendo stati raccolti in maniera sistematica e standardizzata (come le immagini da fototrappole) non sono confrontabili ed analizzabili con le altre variabili, ma vengono impiegati nello studio per un'ulteriore conferma del dato (indice indiretto) di presenza della specie.

Per questa prova sono stati considerati i ritrovamenti di cui, dopo adeguate analisi della carcassa da parte dei forestali, è stata valutata la probabilità di predazione da parte del lupo (certa o probabile). Segni identificativi della possibile predazione da parte del lupo sono rappresentati dalla presenza di fori e lacerazioni mirate accompagnate da emorragie sottocutanee, dalla dislocazione del rumine (Molinari et al., 2000) e dalla frantumazione delle costole.

Nelle zone interessate da campionamento intensivo, in presenza di una carcassa fresca, si provvede inoltre al campionamento della saliva del predatore rilevabile sui morsi inferti e si eseguono delle perlustrazioni nei dintorni dell'evento per cercare campioni biologici al fine di realizzare analisi genetiche (Marucco et al., 2020).



Figura 4.9: Predazione di lupo su capriolo (fonte: Archivio MUSE - Bombieri G., ?).



# Capitolo 5

## Risultati e discussione

### 5.1 Rappresentatività dell'area

La categoria di uso del suolo prevalente è risultata essere, sia per l'area campionata, sia per gli intorno delle fototrappole, la classe 3.1.2, rappresentata dai boschi di conifere (Tabella 5.1).

La seconda classe più rappresentata all'interno dell'area di studio, occupante quasi l'8% della superficie, è quella che comprende le aree boschive ed arbustive in evoluzione, situate tra i 1.386 e 2.768 metri di quota. Questo tipo di vegetazione, costituito da arbusti e/o specie arboree giovanili, si espande su terreni incolti o abbandonati, andando ad occupare terreni un tempo coltivati o pascolati. La classe 3.2.4, trova un minor riscontro negli intorno delle fototrappole, essendo rappresentata solo dallo 0,38% della superficie.

CLC	descrizione	AREA STUDIO	INTORNI FT
3.1.2	boschi di conifere	71,68%	83,61%
3.2.4	aree in evoluzione	7,97%	0,38%
3.1.3	boschi misti	7,58%	7,66%
3.2.1	pascoli e praterie*	4,08%	0,70%
3.1.1	boschi di latifoglie	2,95%	7,25%
2.4.3	colture agrarie	2,62%	0,39%
3.2.2	brughiere	2,30%	0%
2.4.2	sistemi complessi	0,82%	0%

\* = nella scelta dell'area di studio e delle relative posizioni delle fototrappole sono state considerate solo le praterie discontinue (3.2.1.2)

Figura 5.1: Classi e percentuali di copertura del suolo per l'area campionata e per gli intorno delle fototrappole (fonte: Mariotti C., 2024).

La terza classe di uso del suolo, in termini di percentuale, è risultata essere la 3.1.3, rappresentata dai boschi misti di conifere e latifoglie (Figura 5.2); queste formazioni sono costituite da specie vegetali dove né le latifoglie, né le conifere superano il 75% della componente arborea forestale, formando così un habitat diversificato e complesso. Tale categoria trova un'uguale proporzione negli intorni delle fototrappole.

Negli intorni delle fototrappole non sono state rilevate le classi relative alle brughiere e cespuglieti (3.2.2) ed ai sistemi colturali e particellari complessi (2.4.2) rappresentati da un mosaico di piccoli appezzamenti con diverse colture annuali, poiché le trappole fotografiche sono state posizionate principalmente all'interno di formazioni boscate e non nelle vicinanze di roveti, orti o aree coltivate.

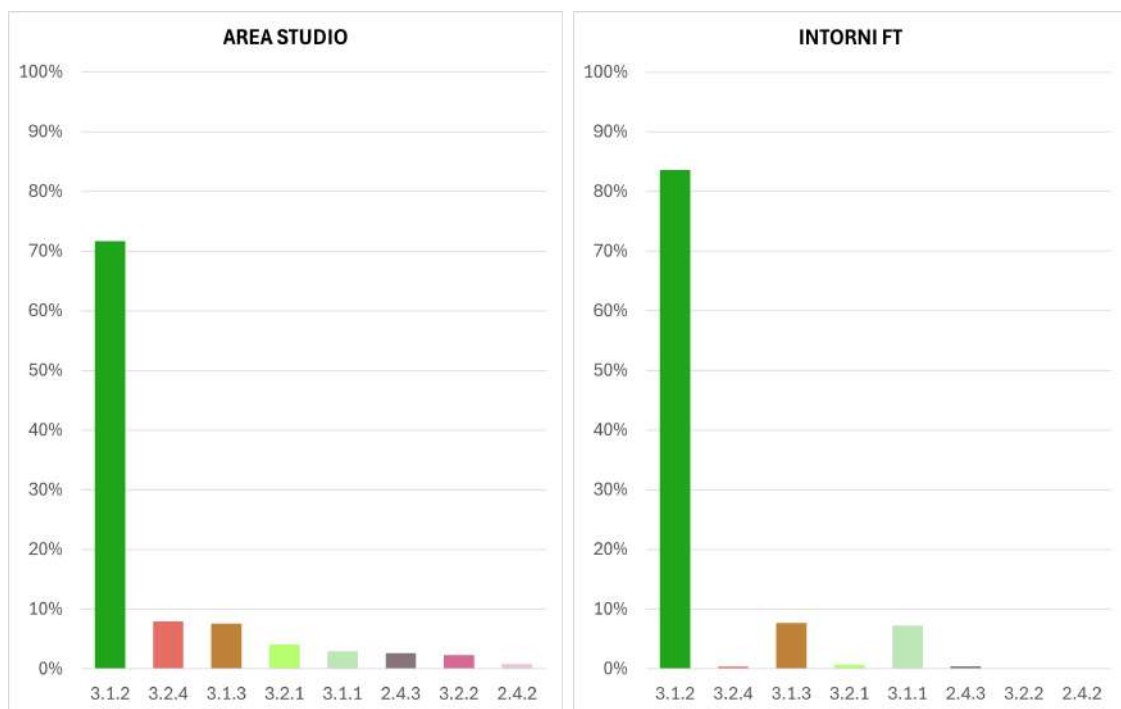


Figura 5.2: Ripartizione tra le diverse classi di uso del suolo, rispettivamente nell'area campionata e negli intorni delle fototrappole (fonte: Mariotti C., 2024).

È necessario tenere in considerazione che vi sono delle differenze stagionali nell'uso dell'habitat da parte del lupo, in relazione alla disponibilità di prede ed alla caratteristica di territorialità intrinseca della specie. Uno studio condotto sui lupi nel Nord Italia ha mostrato che pascoli e aree arbustive venivano selezionati in tutte le stagioni, mentre i boschi misti erano utilizzati solo in autunno ed i rimboschimenti di conifere in inverno e primavera. I terreni coltivati venivano evitati durante tutto l'anno (Meriggi et al., 1991).

Gli intorni delle 50 fototrappole, che hanno un'estensione complessiva di 6,28 kmq (7,4% rispetto all'estensione dell'intera area campionata), sono stati confrontati con l'area di studio (estesa per 84,95 kmq), al fine di valutare la rappresentatività dei siti di monitoraggio. Dopo l'accorpamento al III livello del *Corine Land Cover*, sono state confrontate le caratteristiche di quote, pendenze ed esposizioni presenti nelle classi di uso del suolo la cui percentuale nell'intera area campionata superava il 3% (Figura 5.3).

3.1.2								
	Qmin	Qmax	Qmedia	Pmin	Pmax	Pmedia	Esp	
AREA STUDIO	783	2247	1558	0	78	23	E	90
INTORNI FT	861	1938	1557	6	40	21	E	87

3.2.4								
	Qmin	Qmax	Qmedia	Pmin	Pmax	Pmedia	Esp	
AREA STUDIO	1386	2768	2090	0	81	36	NW	315
INTORNI FT	1900	1950	1923	9	49	22	S	180

3.1.3								
	Qmin	Qmax	Qmedia	Pmin	Pmax	Pmedia	Esp	
AREA STUDIO	787	2009	1412	1	60	29	S	180
INTORNI FT	909	1660	1360	6	52	27	S	187

3.2.1								
	Qmin	Qmax	Qmedia	Pmin	Pmax	Pmedia	Esp	
AREA STUDIO	1695	2403	2009	0	57	24	SE	135
INTORNI FT	1695	1943	1817	6	21	12	SE	135

Figura 5.3: Caratterizzazione ambientale delle 4 classi più rappresentative dell'area campionata (fonte: Mariotti C., 2024).

Dai dati ottenuti è risultata un'ottima corrispondenza tra le variabili (quota media, pendenza media ed esposizione prevalente) della classe più rappresentata, ossia la 3.1.2 (boschi di conifere). Anche la categoria definita dai boschi misti (3.1.3) presenta una buona equivalenza tra gli intorni delle fototrappole e l'area campionata, per quanto riguarda i dati di pendenza media ed esposizione prevalente. Infine, nella classe 3.2.1 (rappresentata nell'area solo da praterie discontinue) è stata riscontrata la stessa esposizione prevalente, nonostante le variabili di quota e pendenza discostino molto tra loro. I dati riguardanti le aree in evoluzione (3.2.4) non sono conformi anche per il fatto che negli intorni delle fototrappole, questa categoria è molto poco rappresentata.

Il fattore antropico è stato definito dalle informazioni relative alla densità stradale ed alla distanza delle fototrappole dalle strade. I lupi, infatti, tendono ad evitare le strade altamente trafficate, come le autostrade e le strade principali, soprattutto nei periodi di massima attività umana. L’evitamento è risultato ancora più forte nei canidi sopravvissuti ad investimenti stradali rispetto a quelli morti, suggerendo una natura adattativa di questo comportamento (Benson et al., 2015). Tuttavia, le infrastrutture forestali scarsamente frequentate, quali le strade di tipo A, possono fungere da corridoi ecologici per le specie presenti (Haddad et al., 2003) e sono spesso utilizzate dai lupi per spostarsi agevolmente e velocemente all’interno dei loro *home ranges*, riducendo comunque al minimo gli incontri con gli umani (Bojarska et al., 2020).

La rete di strade forestali e principali presente si estende per 208,11 km all’interno dell’area campionata (84,95 kmq) e per 21,751 km negli intorni delle fototrappole (6,28 kmq) (Figura 5.4).

	viabilità forestale (m)			viabilità principale (m)
	tipo A	tipo B	tipo L	
<b>AREA STUDIO</b>	70166	64108	31228	42614
<b>INTORNI FT</b>	5153	9447	4513	2638

Figura 5.4: Estensione della viabilità forestale e principale all’interno dell’area campionata e negli intorni delle fototrappole (fonte: Mariotti C., 2024).

La densità per le diverse tipologie di strade, espressa dalla proporzione tra i km di strade presenti ed i kmq di viabilità totale, è stata calcolata per confrontare il livello di pressione antropica sulla popolazione di lupi (Figura 5.5).

	densità di strade (k/kmq)			
	tipo A	tipo B	tipo L	principali
<b>AREA STUDIO</b>	0,826	0,755	0,368	0,502
<b>INTORNI FT</b>	0,821	1,504	0,719	0,420

Figura 5.5: Densità stradale rilevata all’interno dell’area campionata e negli intorni delle fototrappole (fonte: Mariotti C., 2024).

Emerge che la densità di strade forestali negli intorni dei siti di fototrappolaggio è sovra-stimata rispetto a quella presente a livello di area campionata. Ciò è in parte dovuto al fatto che le fototrappole vengono posizionate opportunisticamente in corrispondenza di piste, sentieri e strade forestali, cercando il miglior compromesso tra l’efficienza operativa di campo (sicurezza e accessibilità degli operatori) e la massimizzazione della probabilità di fotografare il passaggio del lupo (Figura 5.6).

La densità stradale (riferita alla densità di strade principali), e più in generale la frammentazione dell'habitat, risulta un fattore limitante per la specie. Spesso, infatti, i lupi si ritrovano a dover attraversare una strada, poiché i loro *home range*, caratterizzati da estesi territori, sono sempre più frammentati dall'ampliamento delle reti infrastrutturali. Attualmente, in Trentino, il fattore di mortalità più importante per questa specie è rappresentato dagli investimenti stradali/ferroviari. Nel periodo compreso tra il 2019 ed il 2023, nell'intero territorio provinciale sono stati rinvenuti 45 lupi morti; di questi, 33 sono deceduti a seguito di incidenti stradali. Questi investimenti evidenziano sia l'attuale fase di rapidissima ricolonizzazione di tutto il territorio trentino da parte del lupo, sia la pericolosità delle infrastrutture stradali (in particolare quelle più trafficate di fondovalle) per la fauna selvatica, grandi carnivori compresi. In tal senso, la valle dell'Adige, altamente antropizzata e attraversata da importanti vie di comunicazione, costituisce una delle barriere ecologiche più importanti di tutto l'arco alpino. Inoltre, gli incidenti stradali confermano la tendenza dei lupi a seguire gli ungulati verso i fondovalle nei mesi invernali, nonché la spiccata propensione dei lupi in dispersione a muoversi su grandi distanze (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2020).



Figura 5.6: Lupo con preda fototrappolato durante il passaggio su una strada forestale (fonte: Archivio PNAB, 2023).

La distanza dalle strade forestali e principali, calcolata per ogni fototrappola attraverso il software QGIS è riportata, assieme alla descrizione ambientale dei siti, nell'allegato C.

## 5.2 Database delle fototrappole

Complessivamente, in questo studio, sono state utilizzate 50 fototrappole per un periodo di circa 20 mesi, da settembre 2022 ad aprile 2024.

Le fototrappole, impostate per essere funzionanti nell'arco delle 24 ore, sono state attive per un totale di 25.964 giorni, con una media di 519 giorni/fototrappola, registrando oltre 300.000 immagini e rilevando 24.241 eventi fototrappola (484,8 eventi/fototrappola). Numerose foto sono risultate "vuote", a causa del movimento di foglie e rami provocato dal vento e/o dalla neve, oppure in seguito ai cambiamenti di luci e ombre che hanno attivato il sensore senza il passaggio di animali.

Durante l'attività di fototrappolaggio sono state contattate numerose specie tipiche della fauna alpina: cervo, capriolo e camoscio (ungulati), ermellino, tasso, martora e faina (mustelidi), lepre comune e lepre variabile (lepri), scoiattolo, arvicola, ghio e chiroteri (piccoli mammiferi), galliformi, picchi, rapaci, tordi, cince e corvidi, volpe, lupo e orso bruno (Tabella 5.1). Le specie più contattate sono state cervo e capriolo. Il lupo è stato fototrappolato 125 volte da 21 delle 50 fototrappole del progetto, documentando generalmente passaggi di singoli individui, ma anche di due o più animali (fino ad un massimo di 6) in contemporanea, confermando la presenza di almeno un branco all'interno dell'area monitorata.

Specie/Genere	N.Eventi	N.Individui	N.Max/Ev	N.Medio/Ev
Uomo	6762	12.739	55	1,88
Domestici	486	1228	50	2,53
Cervo	3794	6169	13	1,63
Capriolo	4859	6093	4	1,25
Cervidi	249	295	4	1,18
Altri ungulati	134	267	11	1,99
Lepri	2241	2354	4	1,05
Piccoli mammiferi	1740	1768	6	1,06
Volpe	2317	2357	2	1,02
Lupo	125	226	6	1,81
Orso bruno	27	33	3	1,22
Mustelidi	813	819	2	1,01
Uccelli	267	299	5	1,12
Indeterminati	354	364	3	1,03

Tabella 5.1: Specie e gruppi di specie contattati durante il progetto; "cervidi" fa riferimento a cervo o capriolo non opportunamente identificati, mentre la categoria "altri ungulati" comprende camoscio, mufone e cinghiale (fonte: Mariotti C., 2024).

Il maggior numero di foto ha registrato il passaggio di escursionisti/sportivi/veicoli (N. Ev = 6762). Per il riconoscimento delle specie animali, non si sono avuti problemi particolari anche nei casi di foto mosse o buie. Tuttavia, una discreta porzione del campione è risultata indeterminabile (N. Ev = 354).

Il primo evento di lupo, registrato il 3 ottobre 2022, ha ripreso il passaggio di 3 individui. Il numero medio di giorni/fototrappola necessario per registrare un evento di lupo (tasso di frequentazione), calcolato dividendo le giornate di fototrappolaggio totali per il numero di eventi della specie interessata, è risultato essere 207,7 con un'elevata variabilità tra i diversi siti di monitoraggio.

Dopo i primi 6 mesi di monitoraggio, il 12% delle fototrappole (6 FT) sono risultate positive alla presenza di lupo; ad un anno dall'attivazione delle fototrappole, la percentuale di stazioni positive è aumentata al 26% (13 FT), fino ad arrivare ad aprile 2024 al 42% (21 FT).

Le fototrappole, dopo essere state suddivise sulla base della presenza (FT+) o assenza (FT-) rilevata del lupo, sono state confrontate per il numero di giorni di funzionamento effettivo (sforzo di campionamento), al fine di escludere eventuali distorsioni dei dati (Figura 5.7). Dai calcoli è emerso che le fototrappole positive sono state attive per un numero medio di 522,29 giorni ( $\pm 42,97$ ), mentre il valore medio delle fototrappole negative è risultato essere di 517,10 giorni ( $\pm 39,61$ ). Non essendoci significative differenze nell'attività delle due categorie di fototrappole, i dati sono quindi confrontabili.

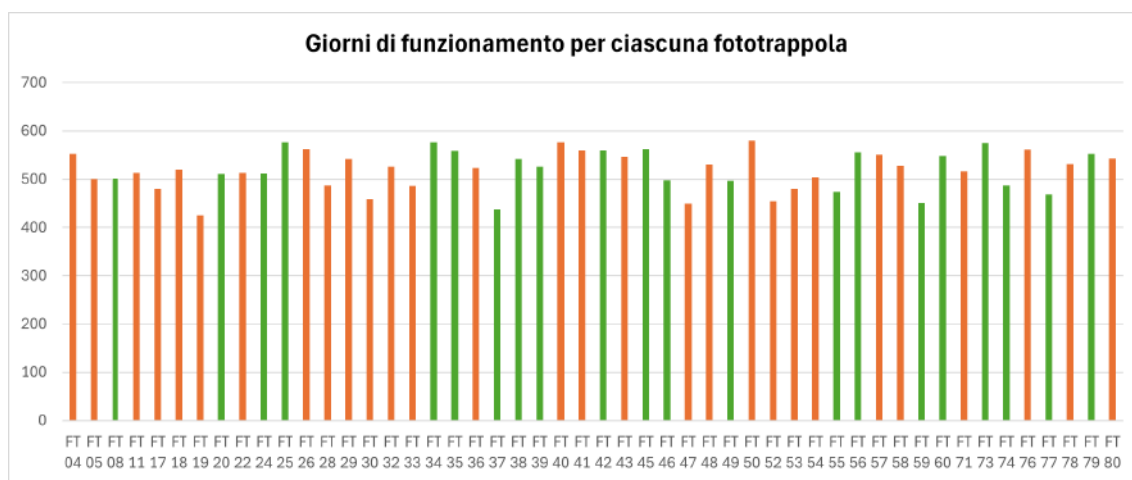


Figura 5.7: Sforzo di campionamento (in giorni) per ciascuna fototrappola; in verde sono rappresentate le FT+, mentre in arancione le FT- (fonte: Mariotti C., 2024).

La frequenza degli eventi è stata impiegata come indice del livello di attività delle specie. Per il lupo e le sue prede elettive (ungulati e lepri) è stato ricavato l'andamento grafico dei ritmi di attività giornalieri, nelle fasce orarie 0-23 (Figura 5.8). In questo studio, la categoria degli "ungulati" è definita da cervo, capriolo e cervidi indeterminati, mentre quella delle "lepri" è rappresentata dalla lepre comune, dalla lepre variabile e dal genere *Lepus* sp. in generale. Successivamente, per evidenziare ulteriori differenze nell'attività giornaliera all'interno degli ungulati, si è deciso di dividere le due specie (cervo e capriolo) ed analizzare le due situazioni separatamente.

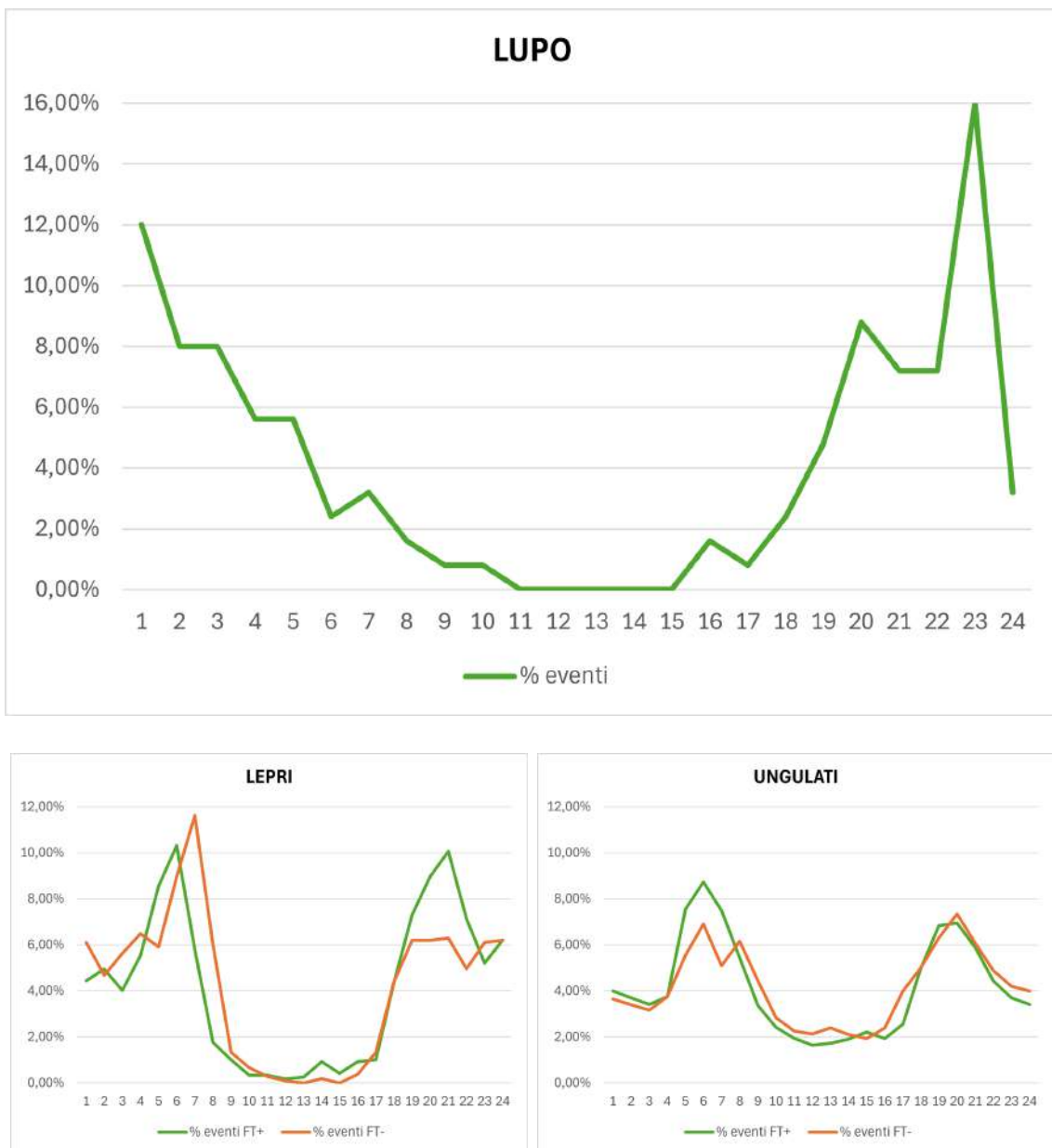


Figura 5.8: Ritmi di attività giornaliera di lupo, lepri e ungulati, con la percentuale di eventi registrati dalle fototrappole positive e negative (fonte: Mariotti C., 2024).

Dall'analisi dei pattern di attività si può notare come le specie (e gruppi di specie) indagate mostrino una preferenza per le fasce orarie crepuscolari, con una forte riduzione delle frequenze nelle ore centrali della giornata quando si registrano i maggiori passaggi antropici. Questi dati rivelano modelli di attività temporale paragonabili tra le specie (e gruppi di specie) oggetto di studio, rappresentati da andamenti bimodali con due picchi nelle fasce orarie crepuscolari.

L'analisi temporale relativa all'attività del lupo mostra un picco di attività serale/notturna (intorno alle ore 22) ed un evidente evitamento delle ore centrali diurne. Emerge come, per il predatore, l'attività più intensa registrata nei periodi crepuscolari è probabilmente associata ad un maggiore successo nella caccia durante queste ore e ad un minore rischio di incontro con gli esseri umani (Theuerkauf, 2009). Vi è infatti un annullamento del numero di passaggi nel periodo compreso tra la tarda mattinata ed il primo pomeriggio.

Le lepri si confermano animali prevalentemente notturni, rivelando un marcato aumento di attività nelle prime ore dopo il tramonto ed una forte riduzione nella prima ora dopo l'alba. Durante il giorno, le lepri risultano meno attive, in quanto dovrebbero rimanere nascoste dai predatori diurni, rappresentati dall'aquila, dall'astore e dalla volpe (Bisi et al., 2012). Nonostante ciò, durante le ore serali è stata registrata un'attività maggiore nelle fototrappole in cui è presente il lupo rispetto a quelle in cui il predatore non è stato rilevato.

Gli ungulati, prede più elettive del lupo rispetto ai lagomorfi, presentano dei picchi di attività all'alba ed al tramonto caratterizzati da frequenze paragonabili, con una conseguente maggiore attività durante le ore diurne rispetto alle lepri. Per quanto riguarda il cervo, nelle fototrappole positive al lupo, il picco maggiore di attività si verifica all'alba, risultando attivo durante la notte e mostrando una preferenza nelle ore a cavallo dell'alba, come risposta funzionale ai rischi dovuti alla presenza del predatore e dell'attività venatoria (Vanderlocht et al., 2024). Vi è infatti un marcato annullamento dei passaggi in corrispondenza delle ore centrali della giornata. Il capriolo, che necessita di ritmi alimentari più frequenti, presenta invece picchi di attività poco pronunciati, mostrando una frequente attività anche nelle ore diurne, probabilmente in relazione all'attività praticamente nulla del lupo durante il giorno, con tolleranza della presenza umana. Tuttavia, per questo cervide non si registrano particolari differenze nella frequenza di eventi tra le fototrappole positive e quelle negative alla presenza del predatore, risultando così relativamente poco influenzato nella distribuzione spaziale (Figura 5.9).

In letteratura (Vanderlocht et al., 2024) è stata riportata una tendenza delle prede ad aumentare la loro attività durante le ore diurne, che mostra una capacità del predatore di indurre un cambiamento comportamentale duraturo nella preda,

un primo requisito per lo sviluppo di una cascata trofica. Tuttavia, nel presente studio non si rilevano variazioni temporali nell'attività delle prede, ad eccezione del capriolo, in cui si registra una discreta attività anche nelle ore diurne.

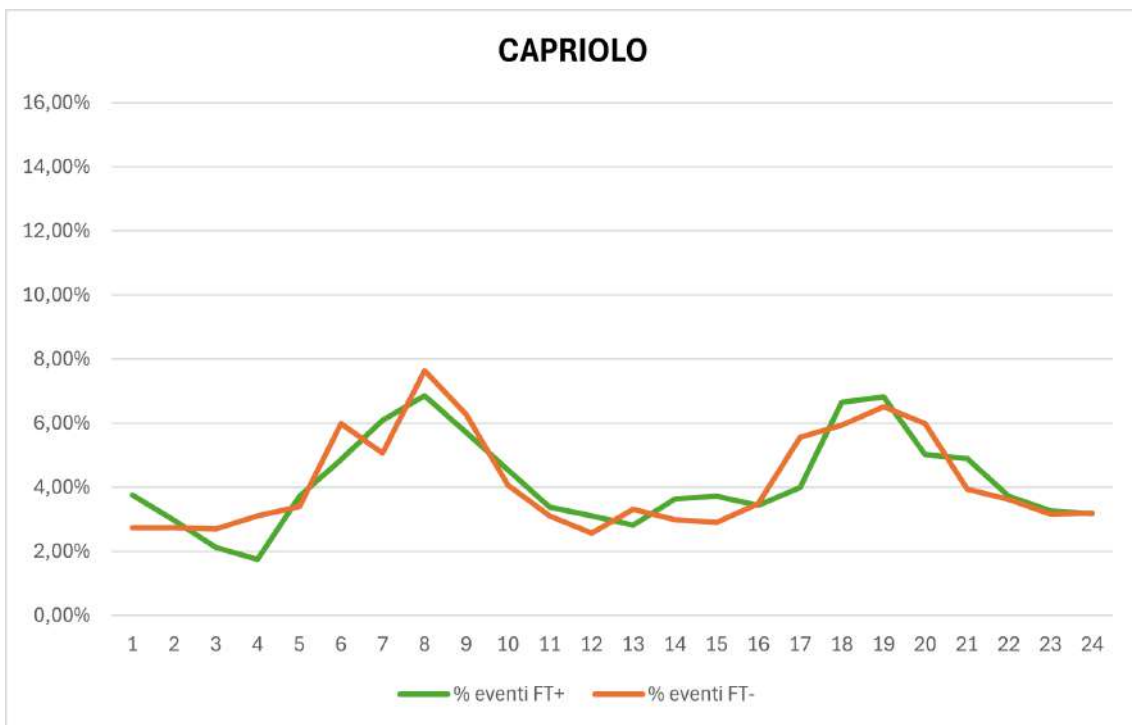
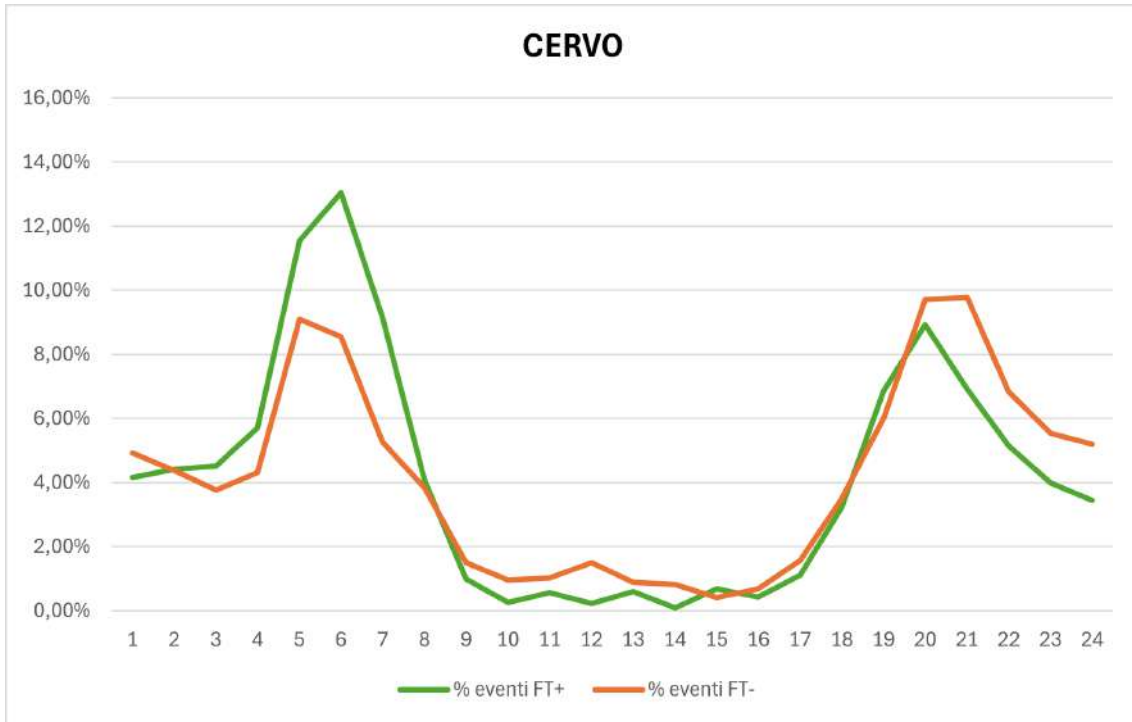


Figura 5.9: Ritmi di attività giornaliera di cervo e capriolo, con la percentuale di eventi registrati dalle fototrappole positive e negative (fonte: Mariotti C., 2024).

Successivamente, è stata valutata la frequenza degli eventi a livello mensile, al fine di ottenere ulteriori informazioni riguardanti l'utilizzazione nel tempo del lupo e delle sue prede e per rilevare eventuali differenze di attività nel corso dei mesi durante il periodo di monitoraggio (Figura 5.10).

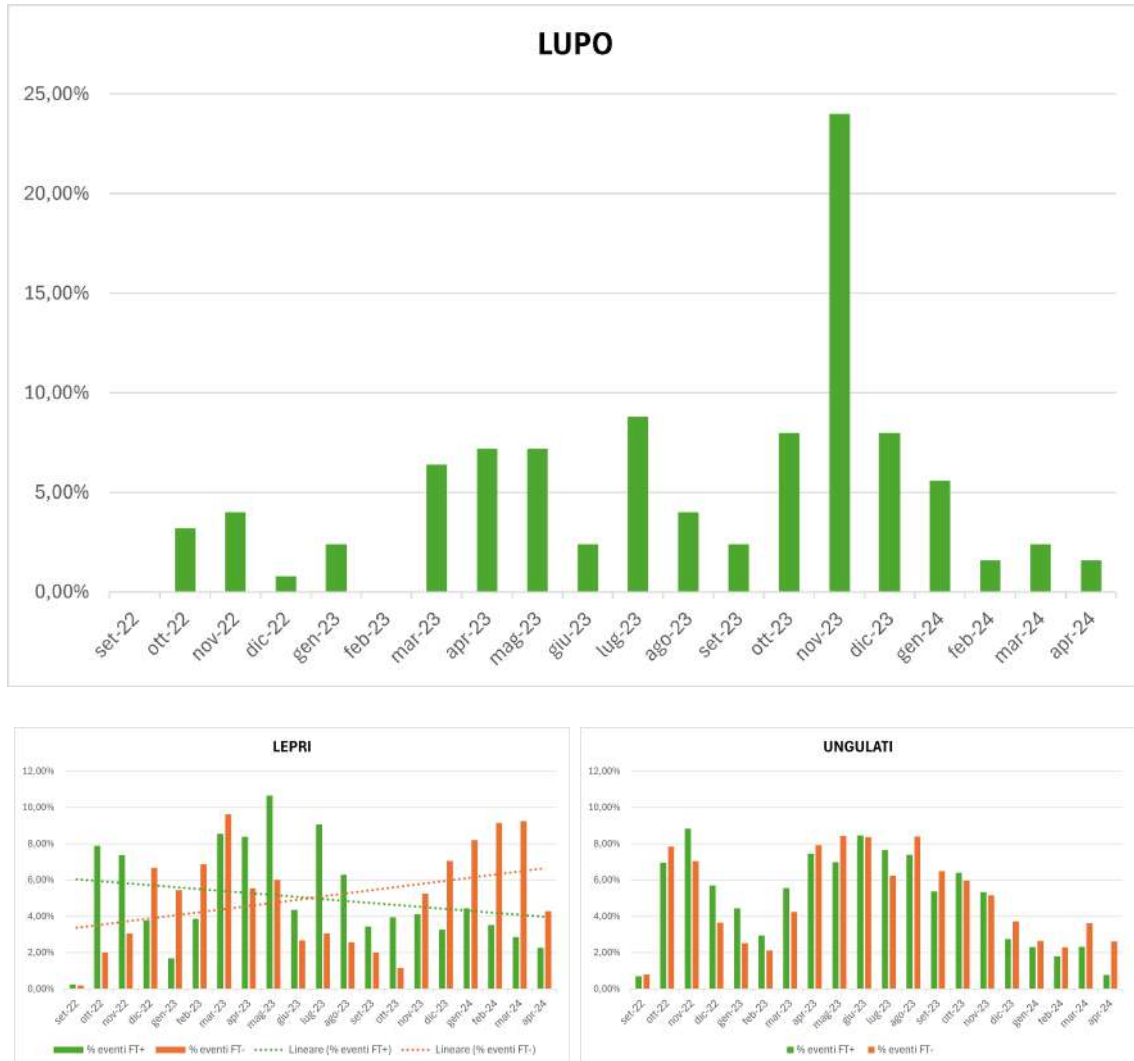


Figura 5.10: Ritmi di attività mensili di lupo, lepri e ungulati, con la percentuale di eventi registrati dalle fototrappole positive e negative (fonte: Mariotti C., 2024).

L'andamento mensile del lupo è piuttosto eterogeneo; ciò può essere dovuto alla poca quantità di dati disponibili e/o alla recente situazione di neocolonizzazione, nella quale il predatore deve ancora stabilizzarsi. Tuttavia, è possibile notare un'intensa attività avvenuta a novembre 2023 (N. Ev = 30). Vi è una netta discordanza con quanto riportato in letteratura (Theuerkauf et al., 2003), in cui, a seguito dell'applicazione a 12 lupi di dispositivi di rilevamento, di cui 5 dotati di sensori di attività (radiocollari), gli animali sono risultati meno attivi e mobili durante il periodo di

allevamento dei cuccioli (aprile-luglio), mentre l'attività era più alta in agosto e nella stagione degli amori (febbraio-marzo). I dati raccolti nell'area di studio, sono però ancora pochi e riferiti ad un solo branco e/o a qualche individuo erratico.

Confrontando la distribuzione mensile delle lepri nelle fototrappole positive al lupo, si può notare una tendenza nel numero di passaggi a diminuire, a fronte di un aumento nelle fototrappole negative, anche notevole negli ultimi mesi indagati. Questo dato va anche interpretato tenendo in considerazione il fatto che le fototrappole positive al lupo sono aumentate nel corso dei 20 mesi di indagine. Sono presenti comunque due tendenze opposte, in cui il maggior numero di eventi è stato registrato in inverno-primavera nelle fototrappole negative, e successivamente, in primavera-estate nelle fototrappole positive alla presenza del lupo. Le fluttuazioni nella distribuzione mensile delle lepri possono anche essere influenzate dalla presenza della volpe e/o da variazioni stagionali nella disponibilità delle risorse ed alla quantità di manto nevoso presente, che variano notevolmente nel tempo (Bisi et al., 2012). Tuttavia, si può ipotizzare uno spostamento spaziale delle lepri verso aree di attuale assenza del lupo (fototrappole negative) e quindi di minore attività della volpe, predatori correlati positivamente tra loro. Spesso, infatti, individui singoli di lupo, anziché predare animali di media-grossa taglia, possono scegliere di cacciare le lepri, riducendo il dispendio energetico necessario.

I ritmi di attività per gli ungulati nel corso dei mesi monitorati, mostrano una curva con un rilevamento maggiore nei mesi primaverili-estivi e minore in inverno, quando cercano di tenere il bilancio energetico muovendosi poco. A livello di "ungulati" si rileva un'elevata sovrapposizione nei ritmi di attività registrati in presenza del lupo ed in assenza del predatore. Separando le due specie di ungulati studiate, però, è possibile notare alcune differenze nella distribuzione mensile degli eventi. La "teoria del foraggiamento" suggerisce infatti che tutte le prede ungulate dovrebbero essere ugualmente vantaggiose per i lupi, quindi i fattori che influenzano i tassi di incontro sono fondamentali nel determinare la selettività nei confronti della preda (Huggard, 1993). Perciò, le specie preda devono trovare il compromesso più adatto tra soddisfare i propri bisogni energetici ed evitare gli incontri con i predatori. Più frequentemente, questo viene raggiunto attraverso l'evitamento spazio-temporale del predatore ed è influenzato dal rischio percepito, ovvero da quanto gli animali si sentono sicuri in un certo territorio e momento della giornata, in relazione all'attività del predatore (Popova et al., 2018). Nel cervo un'attività più intensa si rileva durante i mesi estivi per le fototrappole negative alla presenza del lupo, mentre per le fototrappole positive il picco si registra durante i mesi invernali. Anche nel capriolo, seppur in maniera più lieve, si presentano differenze nelle curve di attività per le due categorie di fototrappole, forse come conseguenza del suo minor rischio percepito, probabilmente dovuto alla frequentazione diurna dei siti di alimentazione.

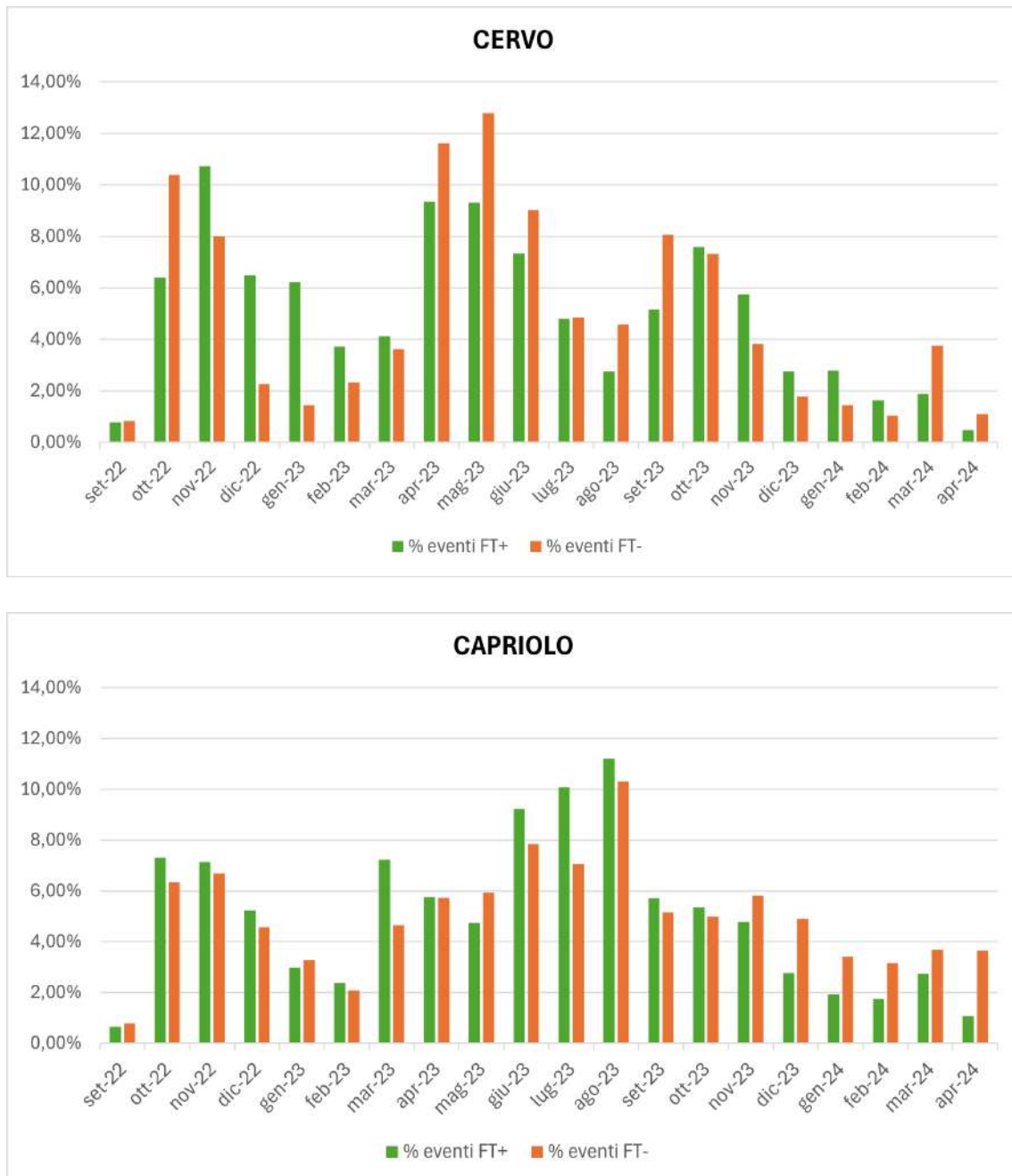


Figura 5.11: Ritmi di attività mensili di cervo e capriolo, con la percentuale di eventi registrati dalle fototrappole positive e negative (fonte: Mariotti C., 2024).

Infine, l'analisi della distribuzione mensile del numero medio di individui è stata utile per valutare eventuali differenze di consistenza nei gruppi di animali (Figura 5.12). Le diverse specie possono infatti scegliere di frequentare lo spazio in modo solitario, in coppia o in gruppi più numerosi, a seconda delle necessità e dei periodi di sviluppo degli animali. Inoltre, la presenza dei giovani nei mesi estivi determina un incremento nella densità delle popolazioni animali (Forconi et al., 2009).

In base ai dati rilevati, il numero di lupi che compone un branco varia durante il corso dell'anno, risultando più numeroso in autunno, quando i cuccioli escono dalla tana e cominciano a seguire gli adulti nei loro spostamenti. Questo dato è confermato dal rilevamento di un elevato numero medio di individui nei mesi autunnali, che successivamente diminuisce in inverno, sia per il naturale processo di dispersione, sia a causa della mortalità dei cuccioli.

Per il capriolo e le lepri non si rilevano particolari differenze nella distribuzione mensile del numero medio di individui tra le fototrappole positive e quelle negative. La maggior parte delle immagini relative alle lepri riprende infatti individui singoli e, raramente in coppia. Il capriolo è stato spesso ripreso da solo o in coppia e, successivamente alla nascita dei piccoli (maggio-giugno), in gruppi di 3-4 individui.

Interessante è il caso del cervo che, nelle fototrappole dove è presente il lupo, sembra adottare una strategia anti-predatoria ben definita. Infatti, nei mesi invernali, ossia i più vulnerabili per la specie, si registra un numero medio di individui maggiore nelle fototrappole positive rispetto a quelle negative. Questo può essere spiegato dal meccanismo difensivo per cui, i cervi, raggruppandosi in gruppi di più esemplari, riescono ad individuare più facilmente i predatori, riducendo l'investimento individuale nella vigilanza. Inoltre, la presenza di gruppi numerosi riduce il rischio individuale di essere predati, diluendone l'effetto (Beauchamp, 2002).

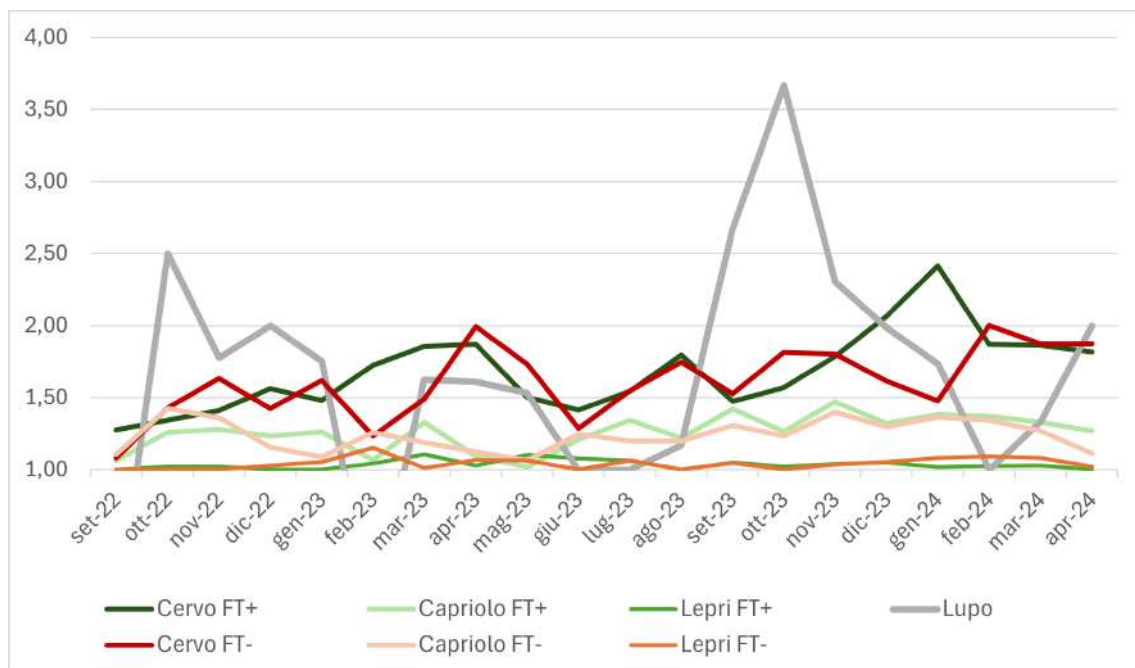


Figura 5.12: Distribuzione mensile del numero medio di individui fototrappolati nella griglia (fonte: Mariotti C., 2024).

Come ultima analisi, per avere un riscontro sull'occupazione spaziale di prede e predatore all'interno della griglia di fototrappolaggio, è stata valutata la distribuzione di lupo, ungulati e lepri in termini di frequenza di rilevamento e numero massimo di individui per evento attraverso le cartografie sviluppate a tal fine.

Dal numero di passaggi di lupo si evidenzia una preferenza di frequentazione della parte orientale della griglia (settore dolomitico), rappresentata dal versante destro della Val Meledrio a nord e dal versante sinistro della Val Rendena a sud (Figura 5.13). La specie, tornata a ricolonizzare queste aree solo negli ultimi anni, non ha ancora saturato completamente i territori all'interno del Parco e quelli limitrofi, e le dinamiche di popolazione risultano tuttora in costante evoluzione.

È interessante notare che nella parte meridionale dell'area di studio, alla presenza di un probabile branco corrisponde anche un'alta frequenza di presenza di ungulati (Figura 5.14), a conferma del comportamento alimentare opportunistico del lupo. Si può quindi dedurre che il lupo frequenta zone dove può trovare una maggiore disponibilità di prede, spostandosi nelle aree con una maggiore probabilità di incontrare la sua preda (Dolapchiev et al., 2023). Tuttavia, anche gli ungulati sembrano abbiano adottato strategie per difendersi dall'arrivo del lupo, organizzandosi in gruppi più numerosi, come nel caso del cervo, o evitando temporalmente il predatore attraverso un utilizzo maggiore delle ore diurne.

Le lepri, invece, non mostrano particolari influenze nella distribuzione dovute alla presenza del lupo, poiché le dinamiche di popolazione di queste specie possono essere influenzate da numerosi altri fattori (Figura 5.15).

Infine, i dati sulle predazioni attribuite al lupo sono stati confrontati con la presenza effettiva del predatore rilevata tramite le fototrappole (Figura 5.16). Si sono riscontrate 3 casistiche differenti: nella parte settentrionale della griglia sono state registrate numerose predazioni, in un'area dove il lupo non è stato fototrappolato; nell'area centrale della griglia, non sono stati rinvenuti resti di predazioni, a fronte di una presenza di lupo rilevata dalle fototrappole; nella parte meridionale sono invece presenti dati riguardanti sia le predazioni sia la presenza del lupo.

Va ricordato però che i capi rinvenuti predati costituiscono solo una parte di quelli reali, la maggior parte dei quali rimangono quindi sconosciuti. Infatti, la raccolta dei dati relativi alle predazioni, oltre a presentare uno sforzo di monitoraggio non omogeneo su tutte le celle della griglia, è influenzata da diversi fattori, quali la vicinanza delle carcasse a sentieri, strade o centri abitati, la quota,... che inficiano la rappresentatività reale del dato (Rapporto Grandi Carnivori PAT, 2020).

Il capriolo sembra confermarsi la preda preferita dal lupo, anche in virtù della sua facilità di cattura, soprattutto nelle zone di recente colonizzazione, dove i branchi non sono completamente strutturati e con un basso numero di individui.

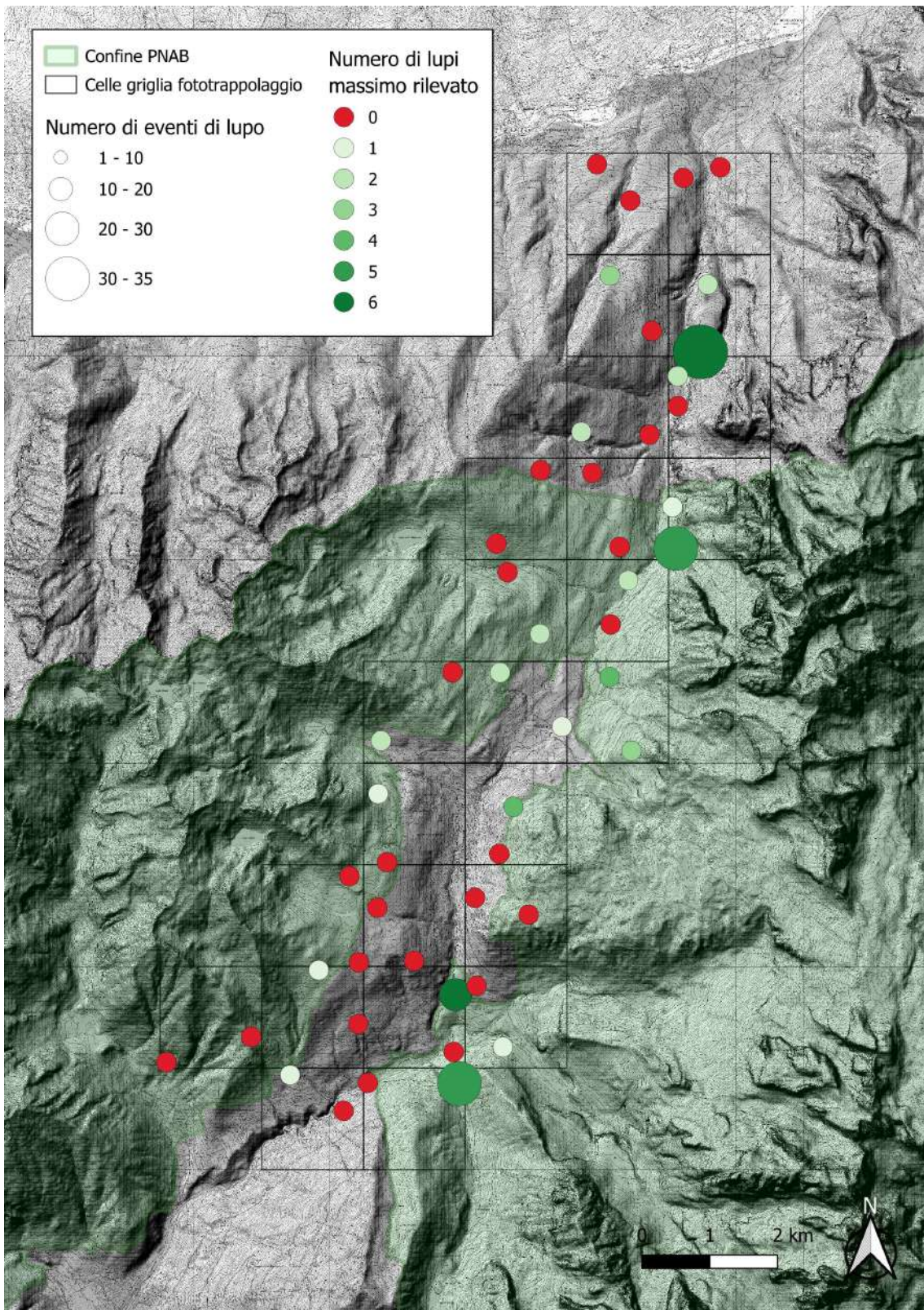


Figura 5.13: Cartografia degli eventi di passaggio del lupo: dimensioni maggiori del lupo indicano un maggior numero di eventi, mentre colori più scuri rappresentano un numero massimo di individui rilevati più alto (fonte: Mariotti C., 2024).

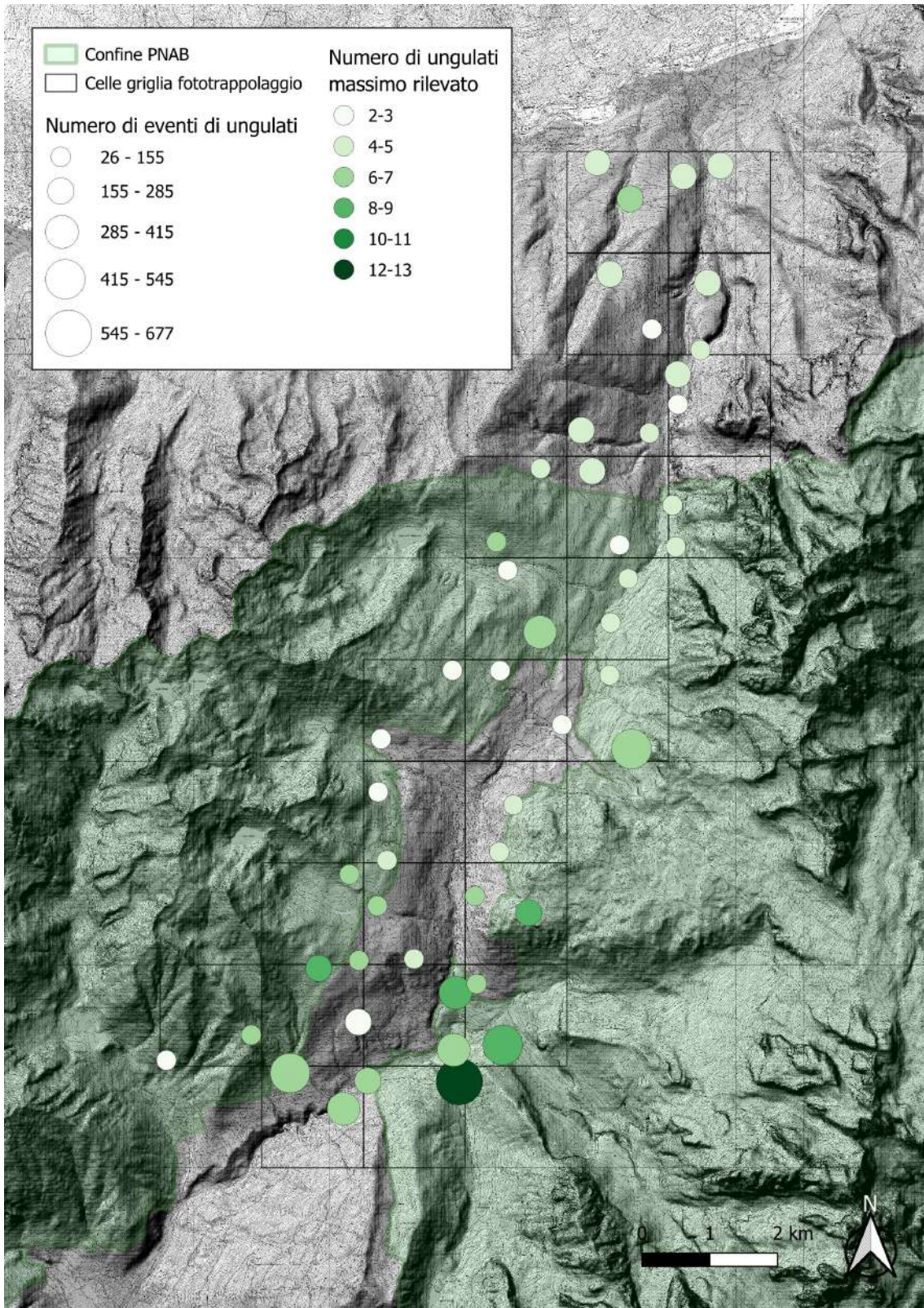


Figura 5.14: Cartografia degli eventi di passaggio degli ungulati (cervidi): dimensioni maggiori indicano un maggior numero di eventi, mentre colori più scuri rappresentano un numero massimo di individui rilevati più alto (fonte: Mariotti C., 2024).

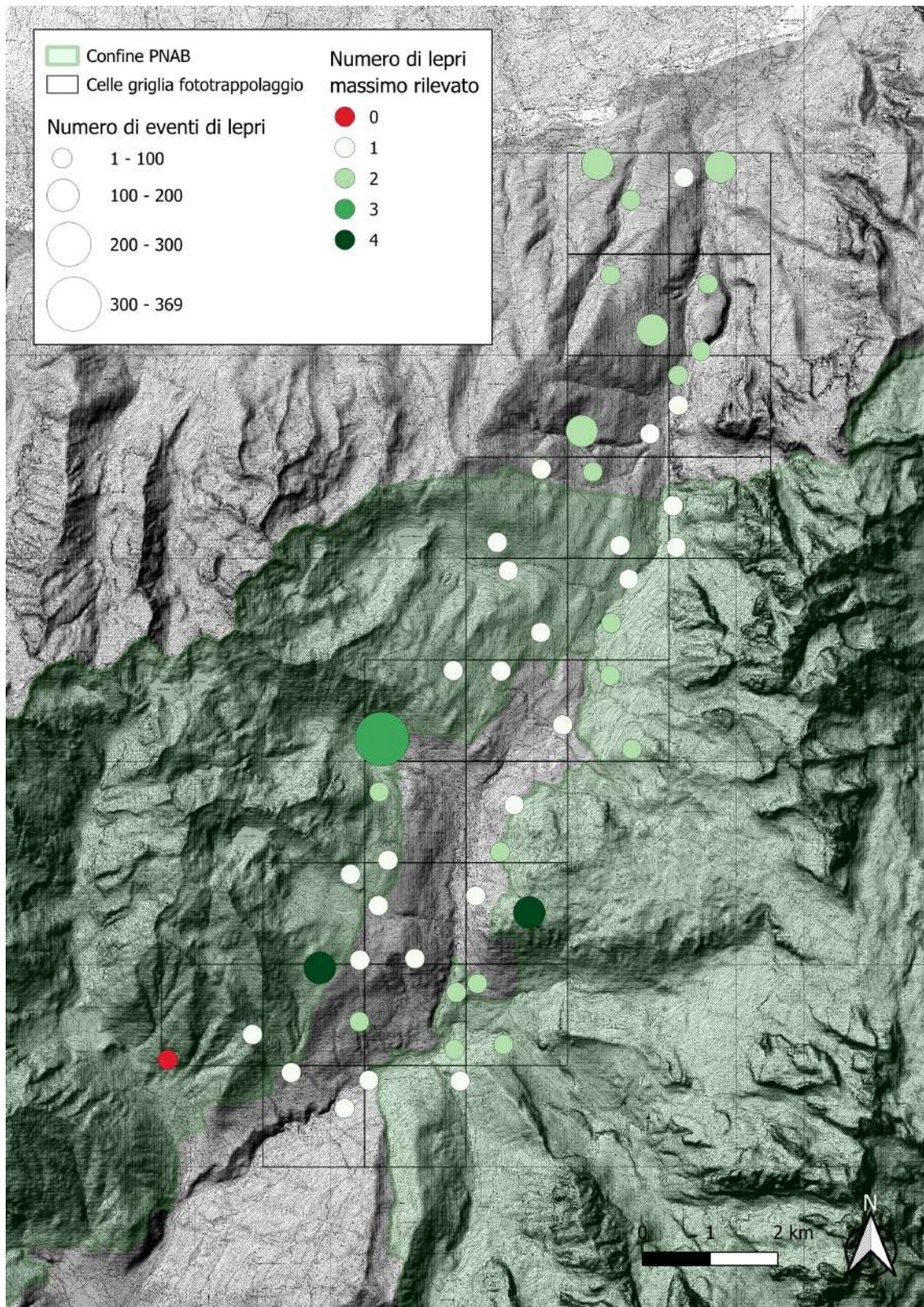


Figura 5.15: Cartografia degli eventi di passaggio delle lepri: dimensioni maggiori delle lepri indicano un maggior numero di eventi, mentre colori più scuri rappresentano un numero massimo di individui rilevati più alto (fonte: Mariotti C., 2024).

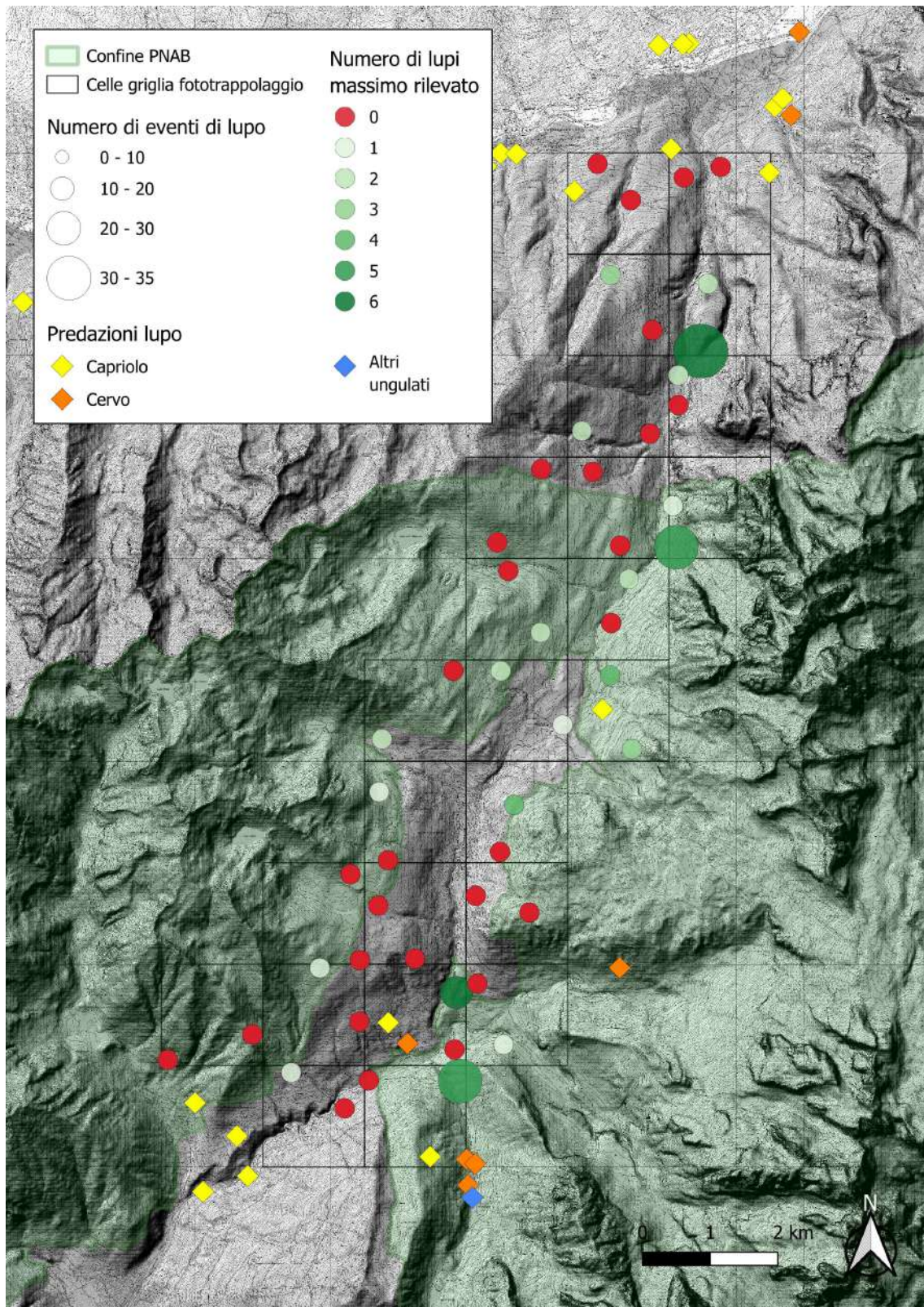


Figura 5.16: Distribuzione delle predazioni certe/probabili da parte del lupo (fonte: Servizio Faunistico PAT, 2024).



# Capitolo 6

## Conclusioni

Il presente studio è stato rivolto al tentativo di indagare le scelte ecologiche del lupo in un'area di neocolonizzazione, dove è presumibile che la specie non si sia ancora assestata in termini numerici e di distribuzione spaziale.

In particolare è stata prestata attenzione alla frequentazione del lupo delle diverse porzioni dell'area di studio in rapporto alla disponibilità di prede.

Dall'analisi dei dati è emerso che il lupo è più presente nelle zone caratterizzate anche da una maggiore frequenza delle prede potenziali, rappresentate in particolare dagli ungulati selvatici.

In questo contesto, predatore e prede hanno mostrato una maggiore attività nelle fasce orarie crepuscolari, con un più o meno marcato evitamento delle ore centrali del giorno. Tale situazione, che meriterebbe ulteriori indagini di approfondimento, è in linea con l'ecologia dei mammiferi alpini studiati in altri contesti ma, nell'area di studio, può essere condizionata dal disturbo antropico.

Le analisi hanno confermato che il lupo seleziona positivamente le strade forestali ed i sentieri, utilizzati frequentemente per spostarsi tra le diverse porzioni dell'areale occupato.

Non si sono evidenziate differenze significative nelle densità locali delle diverse "specie preda" in assenza o in presenza del lupo. Questa situazione può essere in parte giustificata dall'esiguità dei dati a disposizione o dall'evidenza che il lupo, tornato a frequentare la zona in tempi relativamente recenti, non ha ancora portato a nuovi equilibri ecosistemici evidenti.

Proprio per questo motivo sarebbe interessante in un futuro ripetere le analisi effettuate nel contesto del presente lavoro e procedere a confronti quantitativi che potrebbero aiutare a comprendere il reale impatto del lupo negli ecosistemi alpini. Più in particolare, ulteriori approfondimenti potranno essere incentrati sulle variazioni nella distribuzione spaziale e nell'abbondanza delle prede, confrontate precedentemente e successivamente all'arrivo del lupo in un'area di monitoraggio, al fine di comprendere più nel dettaglio le dinamiche che si instaurano tra preda e predatore.

Un'eventuale prosecuzione della ricerca dovrebbe inoltre passare dall'integrazione di diversi metodi di monitoraggio, quali il rilievo standardizzato con le fototrappole e la registrazione degli indici raccolti in maniera occasionale o mirata. In questo modo sarebbe possibile estendere l'area di monitoraggio nelle direzioni di espansione della specie.

In sintesi, confrontando quanto emerso dallo studio con quanto riportato dalla bibliografia sulle scelte ecologiche del lupo, sembra essere confermata la plasticità della specie che, pur essendosi evoluta in simpatria con gli ungulati selvatici attualmente presenti sulle Alpi, sembra poco prevedibile in termini di impatto sulle loro popolazioni locali.

La presente tesi di laurea si propone quindi come un tassello utile per comporre e mettere a fuoco una "vasta immagine" che sta andando a caratterizzare tutti gli ambienti naturali delle Alpi a seguito del ritorno del lupo dopo un lungo periodo di assenza.

Ringrazio il personale del settore Ricerca scientifica ed Educazione ambientale del Parco Naturale Adamello Brenta per avermi dato la possibilità di intraprendere questo studio, affiancandomi con pazienza e dedizione e fornendomi preziosi spunti di riflessione. Ringrazio inoltre il Servizio Faunistico della PAT per avermi fornito le immagini ed i dati relativi alle predazioni, utili all'integrazione delle analisi. Un ringraziamento speciale va infine ai miei genitori che non hanno mai smesso di supportarmi nel mio percorso.

# Appendice A

## Scheda di campo impiegata nel controllo periodico

**PROGETTO PREDÀ-PREDATORE**  
Controllo periodico

DATA:				OPERATORI:					
Codice FT	Cella	ORA (hh:mm)	Funzionante		Sostituzione				Altre note e indicazioni
			Si	No	Batteria PB	SD	AA Procel	Lucchetto	
ALTRE NOTE:									

Figura A.1: Scheda di campo impiegata nel controllo periodico delle fototrappole (fonte: PNAB, 2022).

# Appendice B

## Legenda del progetto di fototrappolaggio preda-predatore

N.	→ numero progressivo per ogni <i>database</i> (1, 2, 3, ..., n)
CODICE FT	→ numero della fototrappola (FTxx)
ID [FTxx_N]	→ concatenata di FTxx_N
OPERATORE	→ sigla personale dell'operatore (es. CM)
LOCALITÀ	
nambrone	→ per fototrappole sperimentali in Val Nambrone
cima grostè	→ per fototrappole su Cima Grostè per il progetto BioMiti
grostedi	→ per fototrappole in zona Grostedi per il progetto BioMiti
griglia	→ per fototrappole posizionate all'interno della griglia sviluppata per il progetto "preda-predatore"
gotro	→ per fototrappole al Passo Gotro per studiare l'espansione del lupo
brenta alta	→ per fototrappole in Brenta Alta per il progetto BioMiti
sparviere	→ per fototrappole al Passo dello Sparviere per studiare la sovrapposizione
spaziale	tra lepre comune e lepre variabile
AREA	
preda-predatore	→ trappole afferenti al progetto "rapporto preda-predatore"
BioMiti	→ fototrappole afferenti al progetto BioMiti
SESSIONE TRAP	→ data inizio (gg/mm/aa) - data fine (gg/mm/aa)
CODICE	→ nome file video o foto (solo per animali)
VIDEO/FOTO [v/f]	a seconda che sia video o foto
DATA	→ gg/mm/aa
ORA INIZIO (solare)	→ hh/mm/ss

ORA FINE (solare) → hh/mm/ss, solo in caso di molteplici video o raffiche ripresi in continuità
FASCE ORARIE (h)
DATA + ORA
DIFF_ORA rispetto al video o alla foto precedente
SI_NO
Si → in caso di video/foto successivi a meno di 15 min di intervallo che riprendono lo stesso individuo (esplicitare in "note fenotipo" i caratteri identificativi)
MEDIA ALBA
MEDIA TRAMONTO
DURATA (s) solo per i video
NEVE [0-4]
0 → assenza di neve
1 → 25% di copertura del suolo
2 → 50% di copertura del suolo
3 → 75% di copertura del suolo
4 → 100% di copertura del suolo
UOMO/ANIMALE
u → uomo
u+c → uomo con cane
a → animale
np → obiettivo coperto da ostacoli (rami rotti, neve, ecc.)
off → fototrappola spenta o non funzionante
SPECIE
nome comune → fauna determinabile (tutto minuscolo, maschile e singolare)
ind → indeterminato
pnab → operatore PNAB
bici → biciclette
sci → sci/scialpinismo
cias → ciaspole
auto → autoveicoli/trattori/ecc.
moto → moto/motoslitta/quad
cacc → cacciatore
cav → a cavallo
esc → escursionista
oper → operaio
COOPRESENZA → in caso di più specie diverse presenti in contemporanea ID della "specie 2" nella riga della "specie 1"

ID della "specie 1" nella riga della "specie 2" in "CODICE" si indica per tutte le righe/specie lo stesso file
TOTALE INDIVIDUI (uomo+cane compreso)
ALTRE NOTE (opzionale)
TIPO GRUPPO uno → individuo singolo adulto o indeterminato gru → due o più individui adulti o indeterminati senza piccolo fam → unità familiare composta da adulti o indeterminati e piccoli kid → uno o più piccoli senza adulti
IPOTESI, da compilare con "?" nel caso si avanzi l'ipotesi per "specie", "sesso", "classe età", "tipo gruppo"
NOTE FENOTIPO descrizione di eventuali segni e caratteristiche particolari nell'aspetto dell'animale che permettono il riconoscimento ragionevolmente certo dell'individuo (es. corno spezzato, albinismo, ferite, ecc.)
SESSO m → maschio f → femmina ind → indeterminato nel caso di più individui nella stessa riga si riportano i sessi di tutti gli individui separati da ","
CLASSE D'ETÀ, distinta per specie e, nel caso di ungulati, anche per sesso nel caso di più individui nella stessa riga si riportano le classi d'età di tutti gli individui in ordine coerente con i "sessi" di cui sopra - CERVO: p → piccolo/a, ultimi nati (dalle nascite fino al 31/12) ad → maschio adulto (anni 6+) / femmina adulta imm → maschio immaturo (anni 5-) sott → femmina sottile - CAPRIOLO: p → piccolo/a, ultimi nati (dalle nascite fino al 31/12) ad → maschio/femmina adulto/a - CAMOSCIO: p → piccolo/a, ultimi nati (dalle nascite fino al 31/12) j → jahrling, maschio/femmina con corna alte al massimo come le orecchie ad → maschio/femmina adulto/a con corna più alte delle orecchie - MUFLONE: p → piccolo/a, ultimi nati (dalle nascite fino al 31/12) imm → maschio con corna più corte dell'incrocio con il lato superiore del collo

ad → maschio con corna più lunghe dell'incrocio con il lato superiore del collo /  
tutte le femmine

- ORSO:

p → piccolo/a dell'anno (fino al 31/12)

imm → cucciolone nato l'anno prima, solitamente ancora con la madre

ad → adulti

- ALTRE SPECIE:

p → piccolo/a, ultimi nati (dalle nascite fino al 31/12)

ad → adulti

#### ATTIVITÀ

ent → entra nel video

esc → esce dal video

pst → passa davanti alla fototrappola senza fermarsi

end → il video termina con il soggetto ancora presente

mov → l'animale si muove

snf → l'animale annusa e ispeziona l'ambiente

rest → l'animale sta fermo

run → l'animale corre

fed → l'animale mangia

rot → l'animale scava (es. cinghiale)

fgt → interazione aggressiva

soc → interazione sociale (allattamento, gioco con piccoli, ecc.)

mark → marcatura generica (es. cinghiale, tasso)

flu → minzione accovacciata (es. lupo F, ma anche volpe)

rlu → minzione con zampa sollevata (es. lupo M, ma anche volpe)

gsm → raspata sul terreno

scar → atteggiamento che indica paura (fuga improvvisa, posizione di difesa, ecc.)

voc → emissione di vocalizzi

def → defecazione (NON marcatura, es. ungulati)

uri → urinazione (NON marcatura, es. ungulati)

pred → predazione

nel caso di un unico individuo, se si manifestano più attività le si separa con "-" (se un'attività si conclude e ne inizia un'altra) o con "," (se le attività sono eseguite in contemporanea)

nel caso di più individui, se si manifestano più attività le si separa con " , "

Tabella B.1: Legenda (fonte: PNAB, 2022)

## Appendice C

### Caratterizzazione ambientale delle fototrappole

68

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 04</b>	1938	17,86	Nord	Ambiente caratterizzato da boschi di larice e/o pino cembro, con estese aree boschive e arbustive in evoluzione, a 123 m dalla strada forestale (B) ed a 1344 m dalla viabilità principale
<b>FT 05</b>	939	21,23	Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi fitti di abeti, a 8 m dalla strada forestale (B) ed a 482 m dalla viabilità principale
<b>FT 08</b>	1611	20,25	Est/Sud-Est	Ambiente boscato con presenza di abeti, intervallato da estese aperture, a 192 m dalla strada forestale (B) ed a 477 m dalla viabilità principale
<b>FT 11</b>	1718	11,18	Sud-Est	Ambiente boscato con presenza di abeti e ricco sottobosco, a 123 m dalla strada forestale (L) ed a 808 m dalla viabilità principale

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 17</b>	1559	30,14	Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi misti di conifere (abeti) e latifoglie (faggio), con presenza di qualche larice e/o pino cembro, a 89 m dalla strada forestale (L) ed a 564 m dalla viabilità principale
<b>FT 18</b>	1675	14,99	Sud/Sud-Est	Ambiente boscato con presenza di abeti e sparse praterie discontinue, a 163 m dalla strada forestale (B) ed a 680 m dalla viabilità principale
<b>FT 19</b>	1318	13,62	Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con ruscello contiguo, a 66 m dalla strada forestale (B) ed a 406 m dalla viabilità principale
<b>FT 20</b>	1269	20,82	Sud	Ambiente boscato con presenza di latifoglie frammiste ad aree agricole e spazi naturali importanti, a 48 m dalla strada forestale (B) ed a 195 m dalla viabilità principale
<b>FT 22</b>	1825	16,95	Sud/Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti e scarse aperture, a 394 m dalla strada forestale (B) ed a 1596 m dalla viabilità principale
<b>FT 24</b>	1766	21,24	Nord-Est	Ambiente boscato con presenza di abeti e ricco sottobosco, a 215 m dalla strada forestale (L) ed a 869 m dalla viabilità principale
<b>FT 25</b>	1774	17,85	Nord-Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con presenza rada di larice e/o pino cembro, a 366 m dalla strada forestale (B) ed a 569 m dalla viabilità principale
<b>FT 26</b>	1772	14,52	Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con presenza di aperture e ricco sottobosco, a 126 m dalla strada forestale (L) ed a 745 m dalla viabilità principale

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 28</b>	1800	11,60	Sud-Est	Ambiente boscato con abeti e ricco sottobosco, a 366 m dalla strada forestale (L) ed a 1172 m dalla viabilità principale
<b>FT 29</b>	1391	21,81	Est	Ambiente boscato con presenza di abeti, su sentiero, a 184 m dalla strada forestale (B) ed a 54 m dalla viabilità principale
<b>FT 30</b>	1559	26,45	Est/Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi di querce caducifoglie, frammisti a boschi di abeti, a 68 m dalla strada forestale (L) ed a 263 m dalla viabilità principale
<b>FT 32</b>	1333	32,28	Est	Ambiente boscato con presenza di abeti, su sentiero con ruscello limitrofo, a 11 m dalla strada forestale (B) ed a 536 m dalla viabilità principale
<b>FT 33</b>	1808	14,82	Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con qualche presenza di larice e/o pino cembro, a 133 m dalla strada forestale (A) ed a 1122 m dalla viabilità principale
<b>FT 34</b>	1654	9,89	Nord-Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, frammisti ad ampie radure, a 68 m dalla strada forestale (L) ed a 521 m dalla viabilità principale
<b>FT 35</b>	1277	19,76	Nord-Est	Ambiente boscato con presenza di abeti, su sentiero, a 121 m dalla strada forestale (B) ed a 1566 m dalla viabilità principale
<b>FT 36</b>	1567	24,15	Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi misti di conifere e latifoglie (querce caducifoglie) intervallato da ampie radure, su sentiero, a 296 m dalla strada forestale (B) ed a 804 m dalla viabilità principale

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 37</b>	1266	29,91	Nord-Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, a 16 m dalla strada forestale (A) ed a 788 m dalla viabilità principale
<b>FT 38</b>	1631	13,21	Nord-Ovest	Ambiente boscato con abeti e sporadiche aperture, a 31 m dalla strada forestale (A) ed a 737 m dalla viabilità principale
<b>FT 39</b>	1802	13,26	Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, intervallati da sparse praterie discontinue, su sentiero, a 184 m dalla strada forestale (B) ed a 686 m dalla viabilità principale
<b>FT 40</b>	1709	27,49	Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con forte presenza di larice e/o pino cembro ed estese aperture, a 70 m dalla strada forestale (B) ed a 669 m dalla viabilità principale
<b>FT 41</b>	1222	21,57	Nord-Ovest	Ambiente boscato con abeti e latifoglie, su sentiero, a 26 m dalla strada forestale (L) ed a 1179 m dalla viabilità principale
<b>FT 42</b>	1295	22,33	Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti misti a latifoglie (faggio), su sentiero, con presenza di rare aree agricole limitrofe, a 190 m dalla strada forestale (A) ed a 456 m dalla viabilità principale
<b>FT 43</b>	1274	34,99	Sud-Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi misti di latifoglie (faggio) e conifere (abete bianco e/o rosso), a 55 m dalla strada forestale (L) ed a 1142 m dalla viabilità principale
<b>FT 45</b>	1479	14,01	Sud-Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con ristretti spazi aperti, a 169 m dalla strada forestale (B) ed a 217 m dalla viabilità principale
<b>FT 46</b>	1350	21,06	Nord	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con radure sparse, a 29 m dalla strada forestale (B) ed a 611 m dalla viabilità principale

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 47</b>	1903	12,85	Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, intervallati da praterie discontinue, a 243 m dalla strada forestale (B) ed a 1159 m dalla viabilità principale
<b>FT 48</b>	1723	11,60	Nord-Est	Ambiente boscato con presenza rada di abeti e ricco sottobosco, a 82 m dalla strada forestale (B) ed a 1221 m dalla viabilità principale
<b>FT 49</b>	1692	13,46	Est	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti frammisti a sporadiche radure, a 130 m dalla strada forestale (B) ed a 392 m dalla viabilità principale
<b>FT 50</b>	1540	14,93	Nord-Ovest	Ambiente boscato con presenza fitta di abeti, a 78 m dalla strada forestale (B) ed a 410 m dalla viabilità principale
<b>FT 52</b>	1110	20,52	Nord	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con presenza di larice e/o pino cembro, a 51 m dalla strada forestale (A) ed a 88 m dalla viabilità principale
<b>FT 53</b>	1545	10,52	Est	Ambiente boscato con presenza di abeti e ricco sottobosco, a 126 m dalla strada forestale (A) ed a 149 m dalla viabilità principale
<b>FT 54</b>	1371	21,35	Sud-Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi misti di latifoglie (faggio) e conifere (abeti), con rari spazi aperti, a 115 m dalla strada forestale (A) ed a 661 m dalla viabilità principale
<b>FT 55</b>	1237	19,14	Nord-Est	Ambiente boscato con presenza di abeti e sottobosco rado, a 44 m dalla strada forestale (B) ed a 471 m dalla viabilità principale
<b>FT 56</b>	1673	18,74	Sud	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti e sottobosco rado, a 72 m dalla strada forestale (B) ed a 1077 m dalla viabilità principale

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 57</b>	984	18,35	Nord	Ambiente caratterizzato da boschi misti di conifere (abete bianco e/o rosso) e latifoglie, con qualche zona aperta, a 2 m dalla strada forestale (B) ed a 285 m dalla viabilità principale
<b>FT 58</b>	975	14,43	Nord/Nord-Est	Ambiente boscato con larice e/o pino cembro, e presenza sporadica di latifoglie, a 176 m dalla strada forestale (A) ed a 58 m dalla viabilità principale
<b>FT 59</b>	1389	28,39	Nord-Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi fitti di abeti, con rare aperture, a 25 m dalla strada forestale (B) ed a 525 m dalla viabilità principale
<b>FT 60</b>	1158	29,55	Nord-Est	Ambiente boscato con abeti frammisti a sparse latifoglie, a 26 m dalla strada forestale (A) ed a 689 m dalla viabilità principale
<b>FT 71</b>	1177	30,54	Nord/Nord-Ovest	Ambiente boscato con abeti frammisti a latifoglie autoctone, a 36 m dalla strada forestale (A) ed a 622 m dalla viabilità principale
<b>FT 73</b>	1847	16,94	Ovest	Ambiente boscato con abeti e sporadiche aperture, a 220 m dalla strada forestale (B) ed a 1494 m dalla viabilità principale
<b>FT 74</b>	1464	27,52	Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti, con presenza di larice e/o pino cembro e sporadiche latifoglie, a 106 m dalla strada forestale (A) ed a 650 m dalla viabilità principale
<b>FT 76</b>	1144	18,22	Nord-Ovest	Ambiente boscato con abeti e latifoglie autoctone, contiguo ad un ruscello e ad aree agricole, a 54 m dalla strada forestale (A) ed a 658 m dalla viabilità principale
<b>FT 77</b>	1314	26,87	Ovest	Ambiente caratterizzato da boschi di abeti e latifoglie, a 8 m dalla strada forestale (A) ed a 1499 m dalla viabilità principale

	Quota media (m)	Pendenza media (°)	Esposizione prevalente	Descrizione ambientale (CLC, viabilità)
<b>FT 78</b>	1415	17,50	Sud/Sud-Est	Ambiente boscato con presenza di querce caducifoglie ed ampi spazi aperti, a 34 m dalla strada forestale (B) ed a 207 m dalla viabilità principale
<b>FT 79</b>	1715	18,05	Sud	Ambiente caratterizzato da fitti boschi di abeti, a 93 m dalla strada forestale (B) ed a 1018 m dalla viabilità principale
<b>FT 80</b>	1596	17,20	Est	Ambiente caratterizzato da boschi radi di abeti e larici, con estese aperture, a 124 m dalla strada forestale (L) ed a 371 m dalla viabilità principale

Tabella C.1: Caratterizzazione ambientale delle 50 fototrappole (fonte: Mariotti C., 2024)

# Bibliografia

- [1] G. Altobello. *Fauna dell'Abruzzo e del Molise. Vertebrati, Mammiferi. IV. I Carnivori (Carnivora)*. Colitti, Campobasso, 1921.
- [2] S. Angelucci, A. Antonucci, M. Carafa, S. Manchi, C. Macino, G. Marcantonio, M. Gandolfi e T. Andrisano. «Convivenza lupo-zootecnia: il sistema accertamento-prevenzione-mitigazione del danno nel modello del Parco Nazionale della Majella». In: *Quaderni di Conservazione della Natura, 33 - ISPRA* (2010).
- [3] M. Armanini. «Progetto fototrappolaggio preda-predatore». In: *Documento interno N. 56.07 - Settore Ricerca Scientifica ed Educazione Ambientale PNAB* (2023).
- [4] E. Avanzinelli, R. Bionda, S. Calderola, F. Marucco, P.G. Meneguz e L. Pedrotti. «Il lupo: l'antico cacciatore ritorna sulle Alpi». In: *Pubblicazione a cura del Gruppo Conservazione del Progetto LIFE WolfAlps* (2016).
- [5] L. Boitani. «Action plan for the conservation of the wolves (*Canis lupus*) in Europe». In: *Council of Europe Publishing* (2000).
- [6] L. Boitani, S. Lovari e A. Vigna Taglianti. *Mammalia III. Carnivora - Artiodactyla*. Edizioni Calderini, 2003.
- [7] L. Boitani e E. Zimen. *Number and distribution of wolves in Italy*. Rapporto tecnico. Zeitschrift für Säugetierkunde, 1975.
- [8] G. Bombieri, E. Ferraro, V. Oberosler, P. Pedrini e L. Pedrotti. *Lo status del lupo in Provincia di Trento (2020-2021)*. Rapporto tecnico. Progetto LIFE18 NAT/IT/000972 - LIFE WolfAlps EU, maggio 2022.
- [9] L.N. Carbyn. «Gray wolf and red wolf». In: *Wild furbearer management and conservation in North America*. Ontario Trappers Association, 1987.
- [10] J.R. Castelló. *Canidi del mondo. Guida a lupi, cani, volpi, sciacalli, coyote e loro parenti*. Ricca Editore, 2020.
- [11] P. Ciucci. *Ibridazione con il cane come minaccia per la conservazione del lupo: status delle conoscenze e criteri per l'identificazione degli ibridi*. Rapporto tecnico. Progetto LIFE10 NAT/IT/265 IbrWolf - Azione A2, maggio 2012.

## BIBLIOGRAFIA

---

- [12] P. Ciucci e L. Boitani. *Il lupo. Elementi di biologia, gestione, ricerca*. Rapporto tecnico. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS) "Alessandro Ghigi", 1998.
- [13] P. Forconi, P. Forlini e V. Di Martino. *Mammiferi. Come studiarli con le fototrappole*. Temi, 2009.
- [14] F. Fronza e M. Tamanini. *Nei Parchi del Trentino. Guida naturalistica escursionistica alle aree protette*. Panorama, 2000.
- [15] A. Gagliardi e G. Tosi. *Monitoraggio di uccelli e mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento*. Regione Lombardia, Università degli Studi dell'Insubria, Istituto Oikos, 2012.
- [16] P. Genovesi. *Piano d'Azione Nazionale per la conservazione del lupo*. Rapporto tecnico. Ministero dell'Ambiente - INFS, 2002.
- [17] C. Groff, F. Angeli, M. Baggia, N. Bragalanti, P. Zanghellini e M. Zeni. «Rapporto Grandi Carnivori 2023 PAT». In: *Centro Duplicazioni Provincia Autonoma di Trento* (2024).
- [18] C. Groff, D. Dalpiaz, C. Frapporti, R. Rizzoli e P. Zanghellini. «Rapporto Orso 2010 del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento». In: *Centro Duplicazioni Provincia Autonoma di Trento* (2011).
- [19] C. Groff e P. Pedrini. «Lupo». In: *Atlante dei Mammiferi della Provincia di Trento*. Monografie del Museo delle Scienze di Trento (MUSE), 2018.
- [20] W. Jedrzejewski, B. Jedrzejewska, H. Okarma, K. Schmidt, K. Zub e M. Musiani. «Prey selection and predation by wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland». In: *Journal of Mammalogy* (2000).
- [21] F. Marucco. *Il lupo: biologia e gestione sulle Alpi e in Europa*. Il Piviere, 2014.
- [22] F. Marucco, E. Avanzinelli, S. Dalmaso e L. Orlando. «Rapporto 1999-2010 - Progetto Lupo Piemonte». In: *Regione Piemonte, Torino* (2010).
- [23] L.D. Mech. *The wolf: the ecology and behavior of an endangered species*. University of Minnesota Press, Minneapolis, 1970.
- [24] L.D. Mech e L. Boitani. *Wolves: behavior, ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago e Londra, 2003.
- [25] L.D. Mech e R.O. Peterson. «Wolf-prey relations». In: *Wolves: behavior, ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago e Londra, 2003.
- [26] A. Mustoni. «Le fototrappole e la ricerca scientifica nel Parco Adamello Brenta». In: *Adamello Brenta Parco semestrale*. Litografica Editrice Saturnia, 2022.

## BIBLIOGRAFIA

---

- [27] H. Okarma. «The trophic ecology of wolves and their predatory role in ungulate communities of forest ecosystems in Europe». In: *Acta Theriologica*, 40 (1995).
- [28] G.B. Rabb, J.H. Woolpy e B.E. Ginsburg. «Social Relationships in a Group of Captive Wolves». In: *American Zoologist*, 7 (1967).
- [29] E. Randi e V. Lucchini. «Detecting rare introgression of domestic dog genes into wild wolf (*Canis lupus*) populations by Bayesian admixture analyses of microsatellite variation». In: *Conservation Genetics*, 3 (2002).
- [30] *Sito dei grandi carnivori della Provincia Autonoma di Trento*. URL: <https://grandicarnivori.provincia.tn.it/> (visitato il giorno 01/09/2024).
- [31] *Sito del Centro Grandi Carnivori della Regione Piemonte*. URL: <https://www.centrograndicarnivori.it/> (visitato il giorno 01/09/2024).
- [32] *Sito del Parco Naturale Adamello Brenta*. URL: <https://www.pnab.it/> (visitato il giorno 01/09/2024).
- [33] *Sito dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*. URL: <https://www.isprambiente.gov.it/it> (visitato il giorno 01/09/2024).
- [34] *Sito della Large Carnivore Initiative for Europe (LCIE)*. URL: <https://www.lcie.org/> (visitato il giorno 01/09/2024).
- [35] L.B. Slobodkin. «How to be a predator». In: *American Zoologist*, 8 (1968).
- [36] C. Vanderlocht et al. «Studio sugli effetti della ricolonizzazione del lupo sull'ecosistema alpino». In: *Rapporto Grandi Carnivori 2023 PAT*. Provincia Autonoma di Trento, 2024.
- [37] D. Watts e Newsome S.D. «Exploitation of marine resources by wolves in southwestern Alaska». In: *Journal of Mammalogy* (2016).
- [38] S. Zanghellini. *Il Parco Naturale Adamello Brenta. Lo spettacolo della natura e i segni dell'uomo*. Litografica Editrice Saturnia, Trento, 2004.

