

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIP. TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI
DIP. AGRONOMIA ANIMALI E ALIMENTI E RISORSE NATURALI
E AMBIENTE

Corso di laurea in Tecnologie Forestali e Ambientali

Risultati preliminari relativi all'utilizzo di collari GPS per il monitoraggio degli orsi in Trentino

Preliminary results on GPS tracking for the monitoring of bears in Trentino

Relatore

Prof. Sturaro Enrico

Laureando

Nicola Mazzoni

Matricola n. 1047928

ANNO ACCADEMICO 2015-2016

Indice

Riassunto	4
Abstract	5
1. Introduzione	6
1.1. Obiettivo	6
2. La biologia dell'orso bruno	7
2.1. Sistematica	7
2.2. Distribuzione e consistenza	8
2.3. Caratteristiche morfologiche	12
2.4. Abitudini alimentari	13
2.5. Habitat, abitudini sociali e riproduzione	14
2.6. Status legale	16
3. L'orso in Trentino	18
3.1. Scomparsa dell'orso e suo ritorno nelle Alpi centrali	18
3.2. Status attuale della popolazione	19
3.3. Monitoraggio dell'orso	22
4. Materiali e Metodi	25
4.1. Area di studio	25
4.2. Funzionamento di un collare GPS	26
4.3. Raccolta dati	28
4.4. Archiviazione dei dati raccolti	28
4.5. Analisi dei dati	31
5. Risultati	33
6. Discussione	60
7. Conclusioni	62
8. Bibliografia	63
9. Sitografia	66

RIASSUNTO

Questo elaborato si sviluppa in sei capitoli, che porteranno a comprendere in che modo la telemetria satellitare risulti fondamentale nella gestione, e non solo, dell'orso bruno (*Ursus arctos* L., 1758) in Trentino.

Nella prima parte vengono trattati temi utili a conoscere la specie dal punto di vista biologico, comportamentale, culturale e storico e illustrati i punti salienti del progetto "Life Ursus" grazie al quale la consistenza della popolazione di orso bruno in Trentino si sta espandendo e potrebbe raggiungere i 60-94 individui nel 2017.

Nella fase centrale vengono fornite le informazioni necessarie per capire il funzionamento del collare GPS, quali parametri utilizza al fine di generare la quantità elevata di localizzazioni del soggetto (nel complesso, i collari hanno generato più di 30.000 *fix* nel periodo relativo al loro impiego) e da quali parti esso è composto.

Infine verranno illustrati e spiegati i risultati che questo lavoro ha sviluppato, attraverso l'utilizzo di tabelle e grafici. Inoltre verranno individuati i limiti e i pregi della telemetria satellitare, che fanno del collare GPS uno strumento adatto alla gestione dell'orso bruno.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to understand how GPS telemetry results essential in the management of the brown bear (*Ursus arctos* L., 1758) in Trentino.

The first part regards topics which are useful to know the species from biological, behavioral, cultural and historical point of view. There will also be illustrated the main themes of the project “Life Ursus”, thanks to whom the population of the brown bear may reach a range of 60–94 individuals in 2017.

In the middle stage the essential information to understand how the GPS collar works, what standards it uses with the purpose to generate the high quantity of the subject’s localization and what parts it’s formed, are provided (collars generated more than 30.000 fix during the period for their use).

At the end the work’s results will be illustrated and explained through of schedules and graphics. Furthermore there will be identified pros and cons of satellite telemetry, which makes GPS collar a suitable instrument for the brown bear’s management.

1. INTRODUZIONE

Il contributo fornito della telemetria satellitare per il monitoraggio della fauna selvatica è stato un importante passo in quanto ha contribuito a migliorare in modo determinante la quantità e la qualità dei dati riguardanti la localizzazione, i movimenti e il comportamento degli animali. Ad una fase iniziale di ritorno della specie in Trentino, è seguita una espansione del plantigrado con conseguenti nuove esigenze di utilizzo della telemetria per la gestione dei soggetti problematici, ovvero individui che si mostrano più confidenti nei confronti dell'uomo e delle attività antropiche o, nel caso molto più raro delle femmine, lo attaccano per difendere i propri cuccioli.

1.1. Obiettivo

Il seguente studio si pone come obiettivo l'esame dei dati relativi al monitoraggio attraverso la telemetria satellitare di 11 esemplari di orso bruno, al fine di valutare come i parametri di validazione dei dati influiscono sulla qualità delle localizzazioni.

Sarà pertanto possibile elencare pregi e difetti dell'impiego dei collari GPS per la gestione dell'orso bruno in territorio alpino.

2. LA BIOLOGIA DELL'ORSO BRUNO

2.1. Sistematica

L'orso bruno è un mammifero (*Mammalia* L., 1758) appartenente all'ordine dei carnivori (*Carnivora* Bowdich, 1821) e alla famiglia degli ursidi (*Ursidae* Fischer, 1817). Nel mondo la famiglia *Ursidae* annovera 5 generi cui appartengono 8 specie. Si possono riconoscere l'orso bruno (*Ursus arctos* L., 1758), l'orso nero americano (*Ursus americanus* Pallas, 1780), l'orso polare (*Ursus maritimus* Phipps, 1774), l'orso tibetano (*Ursus thibetanus* G. Cuvier, 1823), l'orso labiato (*Melursus ursinus* Shaw, 1791), l'orso malese (*Helarctos malayanus* Raffles, 1822), l'orso dagli occhiali (*Tremarctos ornatus* F. Cuvier, 1825) e il panda gigante (*Ailuripoda melanoleuca* David, 1869).



Figura 2.1.1 – Distribuzione delle 8 specie di orsi nel mondo
(Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige, 2015).

In Italia è attualmente presente la specie *Ursus arctos* L., 1758, di cui si ritrovano due sottospecie: l'orso bruno marsicano (*Ursus arctos marsicanus* Altobello, 1921), circoscritto alla zona degli Appennini Centrali e l'orso bruno euroasiatico (*Ursus arctos arctos* L., 1758), distribuito sulle Alpi Centrali ed Orientali.

Orso bruno euroasiatico	
CLASSE	<i>Mammalia (L., 1758)</i>
ORDINE	<i>Carnivora (Bowdich, 1821)</i>
FAMIGLIA	<i>Ursidae (Gray, 1825)</i>
GENERE	<i>Ursus (L., 1758)</i>
SPECIE	<i>Ursus arctos (L., 1758)</i>

Tabella 2.1.1 - Classificazione dell'orso bruno euroasiatico.

2.2. Distribuzione e consistenza

La popolazione appenninica, rimasta isolata per oltre 500 anni, è oggi considerata dalla comunità scientifica una sottospecie (*Ursus arctos marsicanus* Altobello, 1921): essa ha un areale estremamente limitato, essenzialmente ridotto al territorio del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise e alle aree limitrofe, frequentate in modo erratico. La popolazione appenninica è costituita da un numero di effettivi (individui in grado di riprodursi) estremamente esiguo, soggetto ad un'alta mortalità di origine antropica, in particolare ad atti di bracconaggio che ne mettono a repentaglio la sopravvivenza (a fine progetto si stimano 50 orsi presenti).

In tutta Europa sono presenti 10 popolazioni di orso bruno, di cui 4 contano meno di 150 individui.

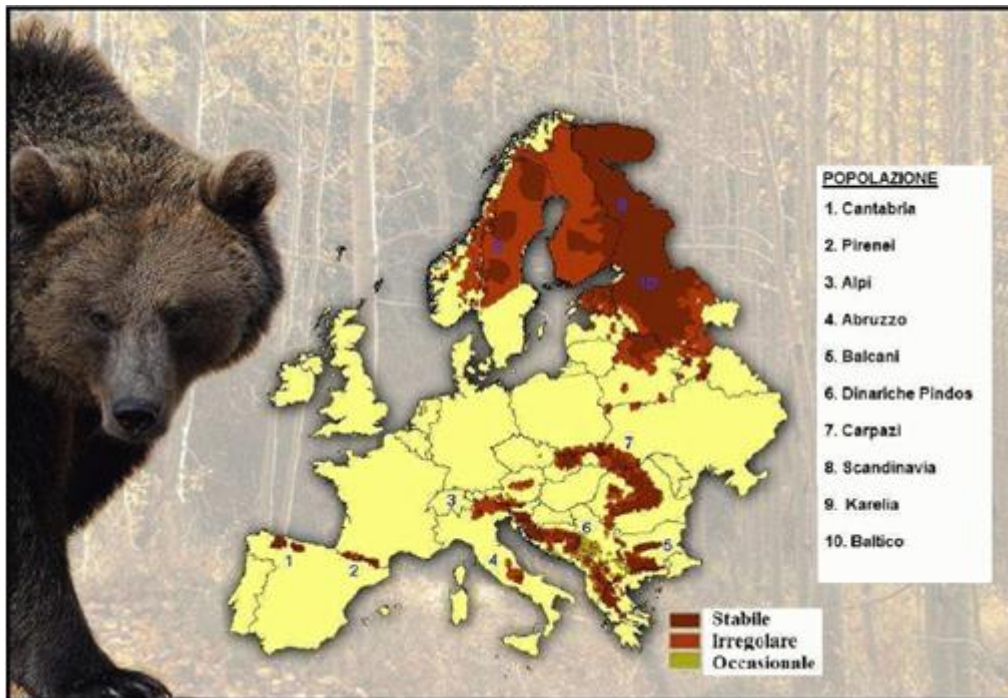


Figura 2.2.1 – Distribuzione dell’orso in Europa (Meriggi *et al.*, 2011).

Tra questi rientra anche la piccola popolazione alpina, risultato di un progetto di reintroduzione sulle Alpi centrali (Tosi *et al.*, 2015). Essa era infatti ridotta a pochi individui alla fine degli anni ‘90 del secolo scorso. Alcuni di questi vivevano in Trentino, gli altri nelle Alpi Giulie e Carniche del Tarvisiano in Friuli Venezia Giulia, a confine con la Slovenia. Allo scopo di ripristinare e preservare la sua presenza, il Parco Naturale Adamello Brenta ha promosso un progetto di reintroduzione avviato nel 1999: tra il 1999 e il 2002 il progetto “Life Ursus” ha portato alla liberazione in Trentino, nell’area del Parco Naturale Adamello Brenta, di 10 orsi provenienti dalla Slovenia (Tosi *et al.*, 2015).

Grazie al buon andamento dell’iniziativa, nei primi 10 anni si sono registrate numerose nascite e, come previsto dagli studi preliminari del progetto, la popolazione si è accresciuta in termini numerici e ha iniziato ad ampliare il proprio areale.

Sulle Alpi Centrali il trend di crescita che ha caratterizzato il primo decennio post reintroduzione sembra essersi arrestato: desta particolare preoccupazione la mortalità registrata in questi anni e soprattutto la forte diminuzione del supporto dei cittadini.

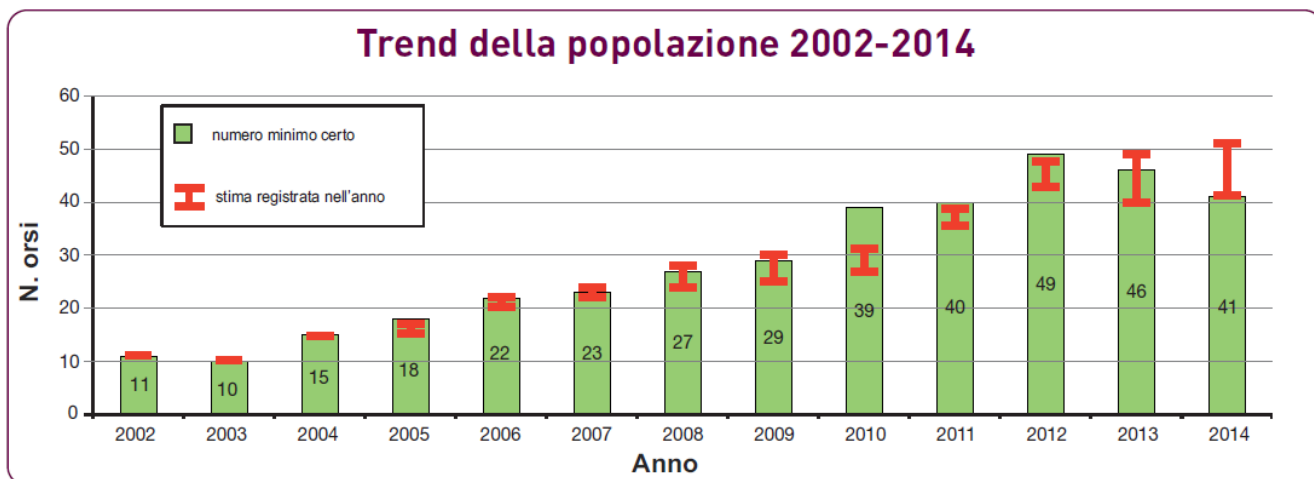


Figura 2.2.2 – Trend della popolazione nel periodo 2002-2014 (Groff *et al.*, 2015).

Grazie alla crescita e buona vitalità della popolazione slovena, in Friuli negli ultimi due decenni la presenza è aumentata ed oltre al Tarvisiano, nell'estremo nord-est del Friuli, gli orsi sono comparsi in forma stanziale in una larga porzione del territorio montano (e in forma sporadica nel rimanente territorio montano e pedemontano). Purtroppo la presenza è data da soli maschi mentre mancano le femmine e quindi la riproduzione.

Considerando anche gli spostamenti più lunghi effettuati dai giovani maschi nel corso del 2014, si stima che la popolazione di orso bruno presente nelle Alpi centrali (41-51 individui, come mostra il trend della popolazione in [Figura 2.2.2.]), che gravita prevalentemente nel Trentino occidentale, si è distribuita su un'area di 13.567 km². I giovani orsi maschi che escono dal territorio della provincia di Trento sono comparsi, nel corso delle loro migrazioni, anche in provincia di Bolzano, Veneto, Lombardia e Friuli Venezia-Giulia. Il territorio stabilmente occupato dalle femmine è sempre decisamente più contenuto (958 km²), ancora situato interamente all'interno del territorio della provincia di Trento [Fig. 2.2.3]. A questi si aggiungono 5 - 8 individui che gravitano nelle Alpi orientali tra il Friuli Venezia Giulia e il Veneto (Groff *et al.*, 2015).

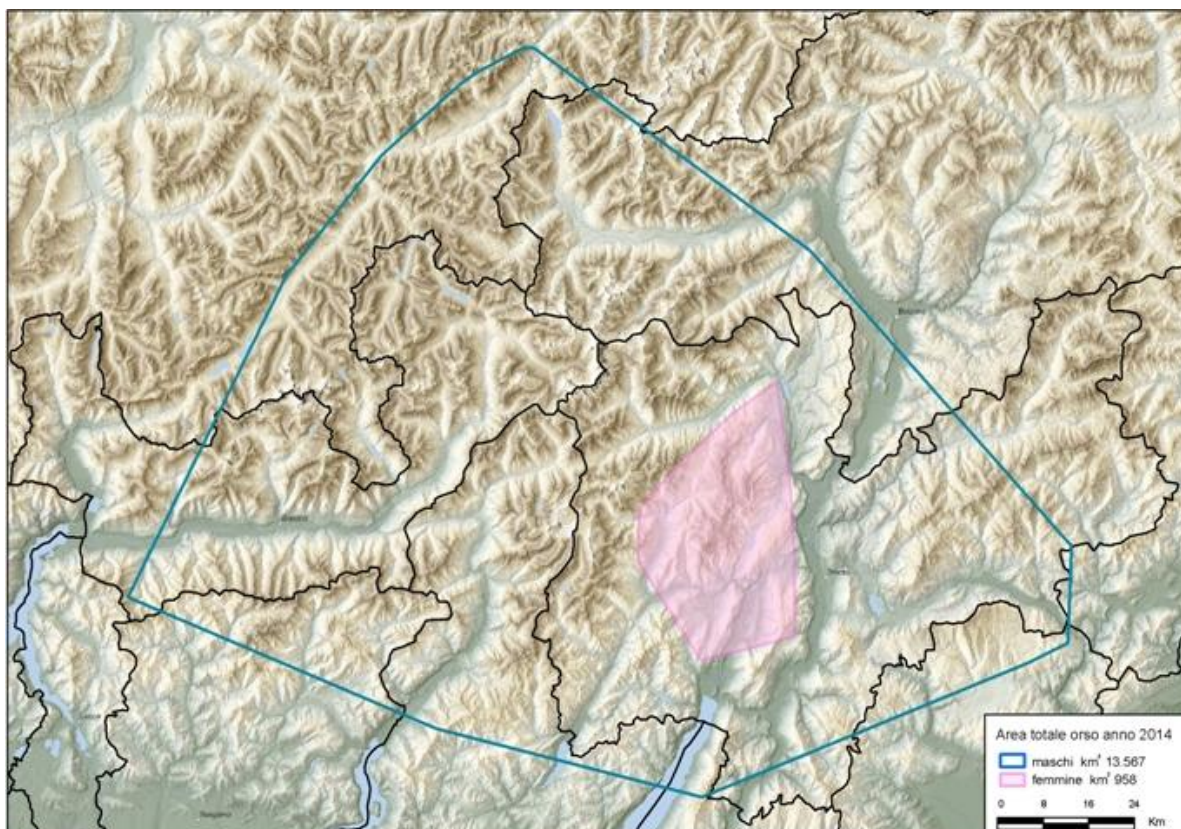


Figura 2.2.3 - Areale occupato dagli orsi nelle Alpi centrali nel 2014 (delimitato da linea celeste) con evidenziato all'interno il territorio stabilmente occupato dalle femmine (in rosa) (Groff et al., 2015).

Dei 41 orsi ritenuti presenti a fine 2014, 39 sono stati su territorio trentino (di cui 33 esclusivamente in Trentino), come mostrano le 1.006 localizzazioni riferite agli indici di presenza raccolti e illustrati in [Figura 2.2.4]. A dimostrazione della maggior capacità di spostamento degli orsi maschi, tutti e 8 i soggetti individuati nel 2014, anche o solo fuori provincia, sono proprio maschi: 3 adulti e 5 giovani.

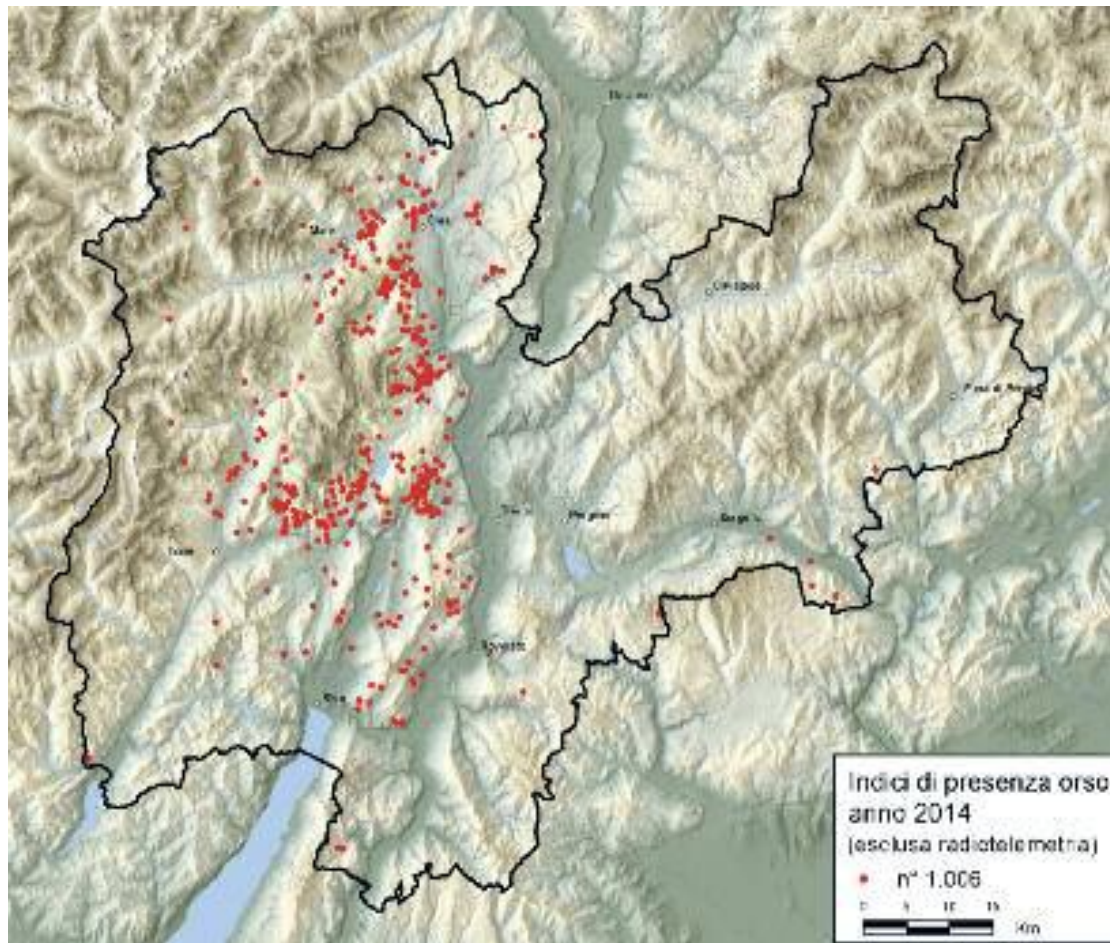


Figura 2.2.4 – Indici di presenza dell’orso rilevati nel 2014 (Groff *et al.*, 2015).

2.3. Caratteristiche morfologiche

L'orso bruno è un animale dalle forme robuste, dotato di una folta pelliccia bruno scura che spesso mostra riflessi rossicci e sfumature che vanno dal beige (anche particolarmente chiaro) al grigio scuro. Le uniche zone glabre sono rappresentate dalla parte terminale del naso, dalle labbra, dalla superficie interna dei padiglioni auricolari e dai cuscinetti palmari e plantari. In generale il mantello è abbondante durante il periodo invernale, mentre nel resto dell'anno si presenta poco fitto, tanto da lasciare facilmente intravedere la cute sottostante. Presenta una testa apparentemente grossa, dovuta al folto pelo che la ricopre. Il muso è allungato e termina con un naso nero e particolarmente mobile. Anche la coda risulta essere nascosta tra i lunghi peli posteriori del dorso (Mustoni, 2004). L'orso è un animale plantigrado, ovvero compie gli spostamenti appoggiando per intero la pianta del piede sul terreno. La forma e le dimensioni delle zampe variano a seconda che si tratti di zampa anteriore o posteriore. Nel primo caso è presente un cuscinetto palmare, costituito da una spessa membrana adiposa ricoperta da epidermide ispessita, con forma paragonabile ad un cerchio. Le 5

dita presentano unghie robuste, ricurve e non retrattili. Dall'estremità del dito medio (esclusa l'unghia) fino al margine posteriore del palmo, la lunghezza varia dai 9 ai 14 cm.

La zampa posteriore presenta un cuscinetto plantare di forma ovale. Come in quella anteriore, le 5 dita portano altrettante unghie robuste, ma più corte. La lunghezza, dal dito medio all'estremità del calcagno, varia dai 19 cm ai 23 cm (Mustoni, 2004).

La longevità dell'orso è molto elevata; può raggiungere anche i 20-25 anni di età, se esso si presenta in libertà. Gli orsi in cattività infatti possono vivere addirittura 40 anni (Osti, 1999).

Peso, lunghezza, altezza e tutte le altre dimensioni generali risultano essere significativamente variabili da individuo a individuo e tra i due sessi, con femmine molto più piccole rispetto ai maschi. Il peso medio di un maschio adulto si aggira attorno ai 150 kg, mentre le femmine si avvicinano ai 100 kg (considerando che il peso è fortemente influenzato dall'età e dalle stagioni).

L'altezza al garrese (altezza presa da terra fino alla base del collo) varia dai 75 ai 120 cm, mentre la lunghezza complessiva (dal naso alla coda) va dai 130 ai 250 cm. Si può comunque generalizzare tenendo presente che le dimensioni ed il peso vanno progressivamente aumentando, nell'ambito dell'Europa, da Sud verso Nord (Mustoni, 2004).

Lo scheletro dell'orso, paragonato a quello degli altri *Canoidei*, presenta sostanziali differenze nella configurazione delle estremità degli arti, nella dentatura e nella maggiore robustezza della porzione anteriore dell'impalcatura ossea. Il cranio degli orsi presenta una struttura generale molto robusta e risulta notevolmente sviluppato nel senso della lunghezza, con un peso medio che si aggira attorno al chilo in soggetti adulti. Le ossa lunghe dell'arto anteriore risultano più lunghe delle corrispondenti ossa dell'arto posteriore. La dentatura dell'orso, come quella umana, si completa in due fasi: la prima dentizione presenta 32 denti; la seconda, quella definitiva, presenta 36-38 denti, a seconda che sia assente o presente il terzo premolare inferiore. Adattamenti al regime alimentare onnivoro tipico dell'orso sono rappresentati dai molari: il primo inferiore (M_1), pur conservando i caratteri generali di dente ferino, va perdendo il suo aspetto originario di dente tagliente; il secondo non presenta più caratteri di un dente carnivoro; infine il terzo presenta solo delle modeste rughe nella parte anteriore (Daldoss, 1981).

2.4. Abitudini alimentari

L'orso bruno è un onnivoro opportunista che si adatta alla fonte di cibo più abbondante e reperibile, riuscendo a modificare la propria dieta in rapporto alla disponibilità ambientale dell'area dove si trova. Il suo regime alimentare è prevalentemente vegetariano, anche se non disdegna la dieta animale quando può procurarsela, specialmente in primavera, fiutando carcasse sotto la neve, ma

anche in autunno, recuperando animali feriti o morti a causa dell'uomo nella stagione di caccia (Mustoni, 2004).

Tralasciando la principale componente nella dieta dell'orso, quali vegetali (63%), questa è costituita da insetti, principalmente imenotteri (17%), in ogni loro stadio evolutivo, da altro (13%) e da carcasse (6%).

Da ciò si può dedurre come la dieta di questo animale sia molto varia e dipendente dal tipo di stagione, nonché dal sesso e dall'età del singolo individuo. Per quanto riguarda la quantità di cibo ingerito dall'orso, nei diversi periodi dell'anno, si nota un continuo aumento delle calorie assunte; dal minimo annuale, che avviene indicativamente nelle prime 2 settimane successive all'ibernazione (con circa 4.000-5.000 Kcal/giorno), al massimo in autunno, nel periodo pre-letargo (con circa 20.000 Kcal/giorno) (Mustoni, 2004).

La masticazione e la digestione degli alimenti nell'orso avviene in maniera affrettata e sommaria (tratto dell'intestino lungo 15 m nei maschi e 11,5 m nelle femmine). La defecazione avviene spesso sullo stesso posto dove è stato consumato il pasto, specie se si tratta di frutta (Daldoss, 1976).

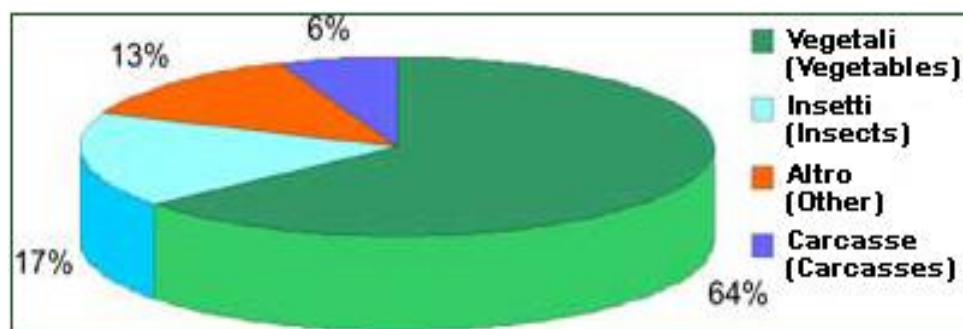


Figura 2.4.1 - Dieta dell'orso bruno in Trentino (Vm%)
(Servizio Foreste e fauna, 2011).

2.5. Habitat, abitudini sociali e riproduzione

L'orso bruno può estendere il suo habitat ad un'area che va dai 300 m s.l.m. ai 1.400 m s.l.m., zone che comprendono ambienti boschivi tipici di questa fascia altimetrica (Mustoni, 2004). Gli indici di presenza rilevati portano a ritenere che essi prediligono questa fascia. Ciò è dovuto al fatto che lo sviluppo superficiale dei versanti risulta essere ampiamente accidentato (presenza di carsismo dovuto a formazioni calcaree) e permette la presenza di rifugi dove l'animale può svernare evitando di essere disturbato. Da tenere in considerazione, inoltre, come l'espansione delle attività antropiche in alta montagna abbia influenzato la dieta dell'orso, e di conseguenza anche il suo areale, portandolo a colonizzare ambienti più prossimi all'uomo e creando inevitabilmente uno scontro (Daldoss, 1981).

Per quanto riguarda la componente vegetazionale, questa fascia altitudinale è caratterizzata, dal basso verso l'alto: dalla presenza di caducifoglie come roverella (*Quercus pubescens* Willd., 1805), orniello (*Fraxinus ornus* L., 1758) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.) che si mescolano via via al pino silvestre (*Pinus Sylvestris* L., 1753) in stazioni asciutte, all'acero (*Acer pseudoplatanus* L., 1753) e soprattutto al faggio (*Fagus sylvatica* L., 1758) nelle stazioni più fresche. A fasce più elevate si ritrovano l'abete bianco (*Abies alba* Mill, 1759), l'abete rosso (*Picea abies* L., 1881), frammisti a latifoglie o in complessi puri (pecceta subalpina) ed infine il larice (*Larix decidua* Mill., 1768), pino cembro (*Pinus cembra* L., 1753) e formazioni arbustive di pino mugo (*Pinus mugo* Turra., 1764) (Osti, 1999).

L'orso bruno si presenta come un animale dall'indole solitaria con abitudini crepuscolari - notturne. Non sono da escludere eventi eccezionali di aggregazione di più soggetti, come nel caso di zone con elevata presenza di cibo (Mustoni, 2004). Inoltre va considerato il momento riproduttivo, che cade in primavera inoltrata, e il periodo delle cure parentali tra madre e cuccioli.

Le diverse interazioni all'interno della popolazione avvengono attraverso i cosiddetti *marker*, ovvero segni identificativi di singoli individui che permettono ad altri esemplari di essere riconosciuti in modo indiretto (urina, graffi, feci).

Nel corso di un anno l'orso compie quattro principali azioni: solo dal 3°-5° anno, sia per i maschi che per le femmine, l'orso si riproduce (tarda primavera); quindi si separano i due sessi ed inizia la gestazione del feto, successiva ad uno stato di quiescenza dello stesso; da novembre-dicembre fino a marzo, solitamente, gli orsi svernano e in questo periodo le femmine fecondate partoriscono da 1 a 3 cuccioli; infine, in primavera, avvengono le cure parentali da parte della madre che si protraggono per due anni circa.

Nella stagione degli amori, il maschio va alla ricerca della compagna, compiendo anche spostamenti consistenti. Una volta che la cellula uovo è stata fecondata, viene arrestato il suo sviluppo (fase di quiescenza o diapausa embrionale) fino a quando questa non si impianta nella mucosa dando inizio al vero sviluppo embrionale; per questo motivo la gestazione dura 7-8 mesi, ma la gravidanza effettiva dura circa quattro mesi (Mustoni, 2004). Lo svernamento avviene verso novembre, periodo in cui gli orsi si ritirano in luoghi sicuri, appartati ed inaccessibili (cavità naturali). Qui trascorrono un lunghissimo periodo di digiuno e assopimento. Differisce dal letargo per interruzioni di sonno utilizzate per uscire dalla tana e riscaldarsi al calore solare. Questi ricoveri presentano esposizione Est o Sud-Est a quota compresa tra i 1.000 e 1.800 m s.l.m.. I nuovi nati, che vengono alla luce verso gennaio, periodo dello svernamento, sono piuttosto piccoli, circa 250-300 g (Castelli, 1935). Questi verranno accuditi dalla madre per almeno due anni, periodo nel quale si esenterà da qualsiasi rapporto sessuale (Osti, 1999).



Figura 2.5.1 – Femmina con cuccioli (C. Groff, 2006).

2.6. Status legale

Tutte le popolazioni europee di *Ursus arctos* sono incluse nell'Appendice II della CITES. E' inoltre una specie inclusa sia nell'Appendice II (“Specie di fauna rigorosamente protette”) della Convenzione di Berna del 1979, che nell'allegato II della Direttiva Habitat (92/43 CEE), come specie di interesse comunitario, nonché come “Specie Prioritaria” (con asterisco).

In Italia la protezione della specie si ha nel 1939 grazie all’art. 38 del Testo Unico sulla Caccia, secondo il quale l’orso viene considerato specie rara e meritevole di protezione; lo stato di protezione è verrà poi confermato dalle successive leggi quadro sulla caccia.

In Trentino, la legge provinciale n. 31 del 10 agosto 1978 della provincia di Trento “Protezione dell’orso bruno nel territorio provinciale e risarcimento dei danni provocati dallo stesso e dalla selvaggina stanziale protetta”, definisce le modalità di indennizzo per i danni causati dall’orso al patrimonio agro-silvo-pastorale e le modalità di finanziamento per la costruzione di opere di prevenzione. Nel 1998, con una delibera della giunta provinciale, questa legge è stata abrogata ed il suo contenuto legislativo incluso nella Legge Provinciale n.24 del 1991 (Mustoni, 2004). Attualmente, per assicurare la coesistenza dell’orso con l’uomo, è necessario attivare politiche gestionali efficaci da parte delle amministrazioni locali e statali competenti. Per questo è stato redatto il PACOBACE (piano d’azione interregionale per la conservazione dell’orso bruno nelle Alpi centro-orientali), piano d’azione che è stato formalmente recepito da tutte le Amministrazioni

territoriali (Regioni e Provincia autonoma di Trento) delle Alpi centro-orientali, dal Ministero dell'Ambiente e dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Questo documento rappresenta quindi la formale politica dello Stato Italiano in materia di conservazione e gestione dell'orso nelle Alpi. Il piano contiene indicazioni dettagliate circa le misure da adottare per prevenire e risarcire i danni causati dall'orso, le più opportune misure di intervento sugli esemplari problematici, la struttura delle campagne di informazione e comunicazione, la formazione del personale ed il monitoraggio della popolazione (AA.VV., 2010).

3. L'ORSO IN TRENTINO

3.1. Scomparsa dell'orso e suo ritorno nelle Alpi centrali

L'uomo ha indubbiamente un duplice rapporto con l'orso bruno. Orso e uomo si sono spesso abituati reciprocamente l'uno alla presenza dell'altro. Ma spesso l'uomo è stato anche cacciatore di orsi, sia nell'antichità, sia in tempi recenti, dove però la necessità non è più quella di ricavarne pellicce, carni, o forse ancora di più, guadagnarsi il rispetto della popolazione, ma quella di “vincere una pericolosa” sfida nei confronti di un essere vivente forte, affascinante e interessante (Mustoni, 2004).

La situazione tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento si presenta con un numero di plantigradi ancora tale da costituire frequente occasione di incontro diretto con l'uomo (Finocchi e Mussi, 2002), vengono infatti documentati oltre 270 abbattimenti (200 capi tra il 1830 e il 1900) dalla metà del diciottesimo secolo al 1935 e di 29 orsi uccisi dal 1935 al 1971. In tutto il settore retico-orientale delle Alpi, salvo qualche singola eccezione, l'orso è decisamente da considerare scomparso nella prima metà del secolo scorso; lo stesso vale per il Trentino orientale, dove le ultime uccisioni si registrano attorno al 1850.



Figura 3.1.1 - Scena di caccia (Servizio Foreste e fauna, 2011).

In tempi non molto lontani, quest'occasione d'incontro è divenuta via via sempre più rara, a causa della drastica diminuzione della popolazione di orsi in Trentino, tanto da parlare di estinzione biologica.

Nel Trentino occidentale diversi tentativi di ripopolamento si sono succeduti tra il 1959 e il 1974. Nessuno di questi portò però esito positivo, mentre la convinzione che l'animale potesse estinguersi si faceva sempre più concreta (Daldoss, 1976).

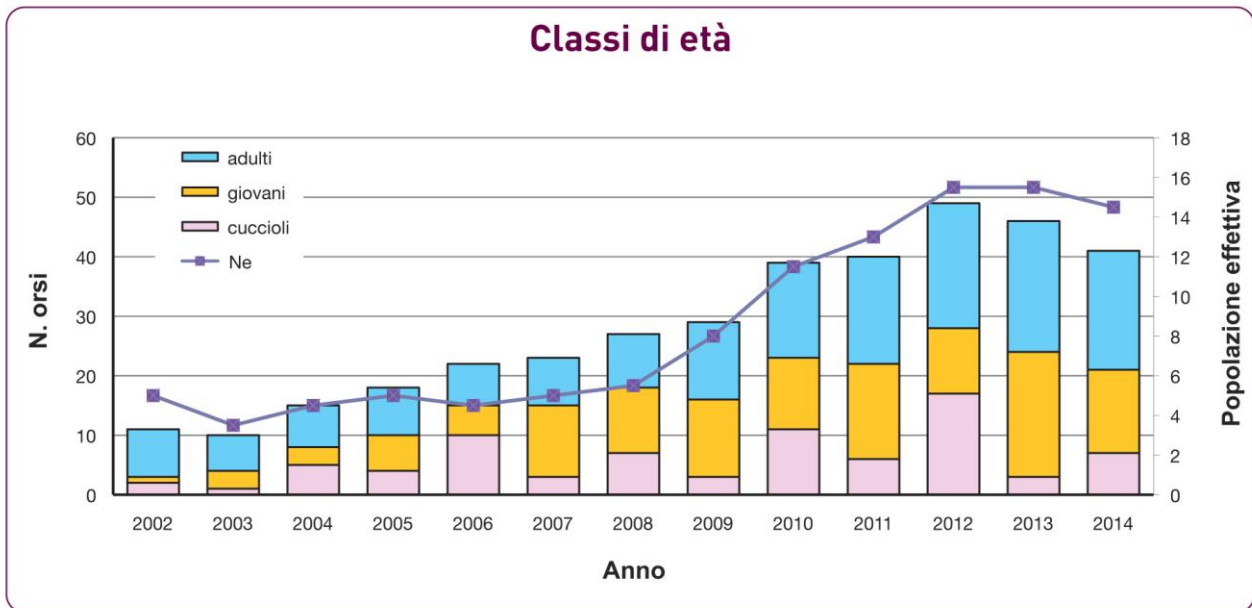
Fu così che si fece strada l'ipotesi di dar vita a un progetto riconosciuto a livello comunitario. Il progetto, denominato "Life Ursus", si realizzò concretamente nel 1996, dopo una lunga fase di discussione e di progettazione che vide come promotore il Parco Naturale Adamello-Brenta (PNAB), in collaborazione con l'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS) e la Provincia Autonoma di Trento (PAT). Obiettivo dell'operazione fu quello di ristabilire una popolazione vitale di orsi sulle Alpi centrali, ovvero di raggiungere, come primo scopo a lungo termine, una consistenza di circa 40-50 individui distribuiti nell'area presa in considerazione, mediante il rilascio di nove orsi, tre maschi e sei femmine (risulteranno poi essere dieci, una femmina in più rispetto al numero previsto), di età compresa tra i 3 e i 6 anni.

Grazie allo Studio di Fattibilità, realizzato dall'INFS, è stata accertata la presenza di circa 1700 km² di territorio ancora ottimale per la specie a conferma delle possibilità di successo del progetto (AA.VV., 2002). Gli esemplari rilasciati sono stati dotati di radio-collare e di marche auricolari trasmettenti, al fine di seguirne gli spostamenti e di valutarne il grado di adattamento al nuovo contesto territoriale, attraverso un programma di monitoraggio continuo avente come principale finalità quella di garantire la sicurezza degli abitanti delle zone frequentate dagli orsi.

Compito delle squadre di monitoraggio è quello di localizzare tutti i giorni ogni individuo nelle ore crepuscolari dell'alba e del tramonto, valutandone la posizione e studiandone il comportamento. È previsto l'intervento di Squadre di Emergenza nel caso in cui gli animali immessi diventino fonte di tensioni sociali (orsi "problematici"), per il comportamento eccessivamente confidente nei confronti dell'uomo e per il grado di danni arrecati alle attività economiche. Alla fase dei rilasci è seguita una fase di espansione numerica e di distribuzione dei soggetti rilasciati.

3.2. Status attuale della popolazione

Il numero minimo di individui considerati presenti a fine 2014, derivanti dal progetto, è pari a 41, dei quali 22 maschi, 17 femmine e due di sesso non determinato.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adulti	8	6	7	8	7	8	9	13	16	18	21	22	20
Giovani	1	3	3	6	5	12	11	13	12	16	11	21	14
Cuccioli	2	1	5	4	10	3	7	3	11	6	17	3	7
Totale	11	10	15	18	22	23	27	29	39	40	49	46	41
Popolaz. effettiva (Ne)	5	3,5	4,5	5	4,5	5	5,5	8	11,5	13	15,5	15,5	14,5

Figura 3.2.1 – Grafico e tabella rappresentanti le classi di età distribuite dal 2002 al 2014 (Groff et al., 2015).

Nel 2014 sono scomparsi (deceduti) gli ultimi due soggetti fondatori del progetto di reintroduzione Life Ursus, Gasper (29 agosto 2014) e Daniza (10 settembre 2014).

Attualmente gli aspetti connessi alla gestione ed al monitoraggio della popolazione di orsi del Trentino sono curati dal Servizio Foreste e fauna (SFf) della PAT. Per quanto riguarda la gestione, il SFf si occupa delle situazioni di emergenza e prevenzione/indennizzo dei danni.

I principali danni da orso si riscontrano nel campo della zootecnia (ovino, caprino, bovino, pollame) e apistico (arnie).

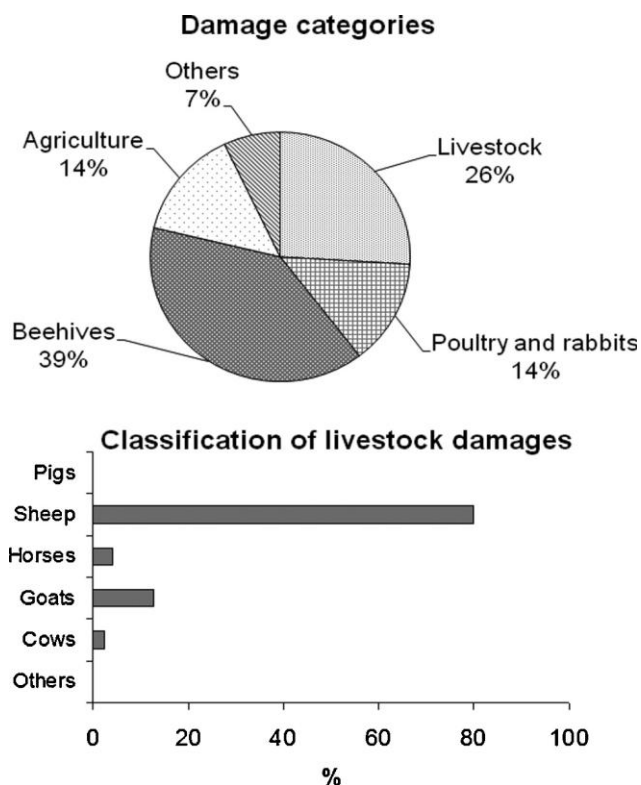


Figura 3.2.2 – Principali categorie di danno da orso e nello specifico classificazione dei danni sul bestiame nel periodo 2000-2012 (Tosi *et al.*, 2015).

L'articolo 33 della L.P. 24/91, che norma l'indennizzo dei danni da orso, è stato più volte rivisto e aggiornato attraverso delibere della Giunta Provinciale e attualmente prevede il risarcimento anche delle spese accessorie nonché, estendendo anche a lupo e lince, l'indennizzo al 100% dei relativi danni (Groff *et al.*, 2015).

I danni correlati alla popolazione di orso sono principalmente da riferirsi a patrimoni apistici (39%) e a bestiame (26%). Gli indennizzi ammontano a 41.374 € all'anno mentre per azioni di prevenzione la somma è di 23.527 € all'anno. Nel periodo 2000 – 2012 sono stati versati dalla Provincia 537.865 € per gli indennizzi e 305.859 € per le misure preventive (Tosi *et al.*, 2015).

L'unico caso di lesioni provocate all'uomo da parte dell'orso, dall'inizio del progetto, è stato registrato nel 2014, quando una femmina inflisse lesioni fisiche di lieve entità ad un uomo per difendere i suoi due cuccioli (Tosi *et al.*, 2015).

. Il SFf, allo scopo di ridurre l'incidenza dei danni causati dall'orso bruno, promuove, attraverso l'utilizzo di recinzioni elettriche o altre misure di protezione ritenute idonee, l'incremento del livello di prevenzione dei danni ai patrimoni apistici e zootecnici (Groff *et al.*, 2015).



Figura 3.2.3 – Danno da orso su arnie (Archivio Servizio Foreste e fauna - PAT).

3.3. Monitoraggio dell'orso

Il SFf attua un programma di monitoraggio dell'orso bruno in maniera continuativa da 40 anni. Alle tradizionali tecniche di rilevamento su campo, si sono affiancati nel tempo, seguendo il progresso tecnologico, ulteriori metodi che hanno consentito di approfondire le conoscenze sulla distribuzione degli individui, sui loro spostamenti ed interazioni, permettendo quindi una migliore efficacia nelle decisioni gestionali da attuare. L'obiettivo del monitoraggio è quindi quello di fornire una quantità e una qualità di localizzazioni necessarie ad una gestione capace di sostenere un'espansione della popolazione, che porterà ad un aumento di incontri-scontri con l'uomo.

L'impiego delle foto trappole, in luoghi ben determinati, consente di effettuare, in modo del tutto automatico, delle riprese fotografiche nell'ambiente naturale frequentato dall'orso. Possono essere programmate affinché le riprese avvengano solo nelle ore crepuscolari e notturne utilizzate dall'orso, in modo tale da evitare inutili sprechi di pellicola. Sul fotogramma realizzato rimangono impressi data e ora e, mediante il controllo incrociato di più stazioni, è possibile "contare" gli orsi fotografati (Servizio Foreste e fauna, 2011).

Il monitoraggio genetico, attivo dal 2002, si basa sulla raccolta di campioni quali principalmente peli ed escrementi, ed avviene secondo due modalità: il monitoraggio sistematico, basato sull'utilizzo di trappole con esche olfattive finalizzate alla cattura di peli mediante filo spinato, e il monitoraggio opportunistico, che si basa sulla raccolta dei campioni organici rinvenuti sul territorio.

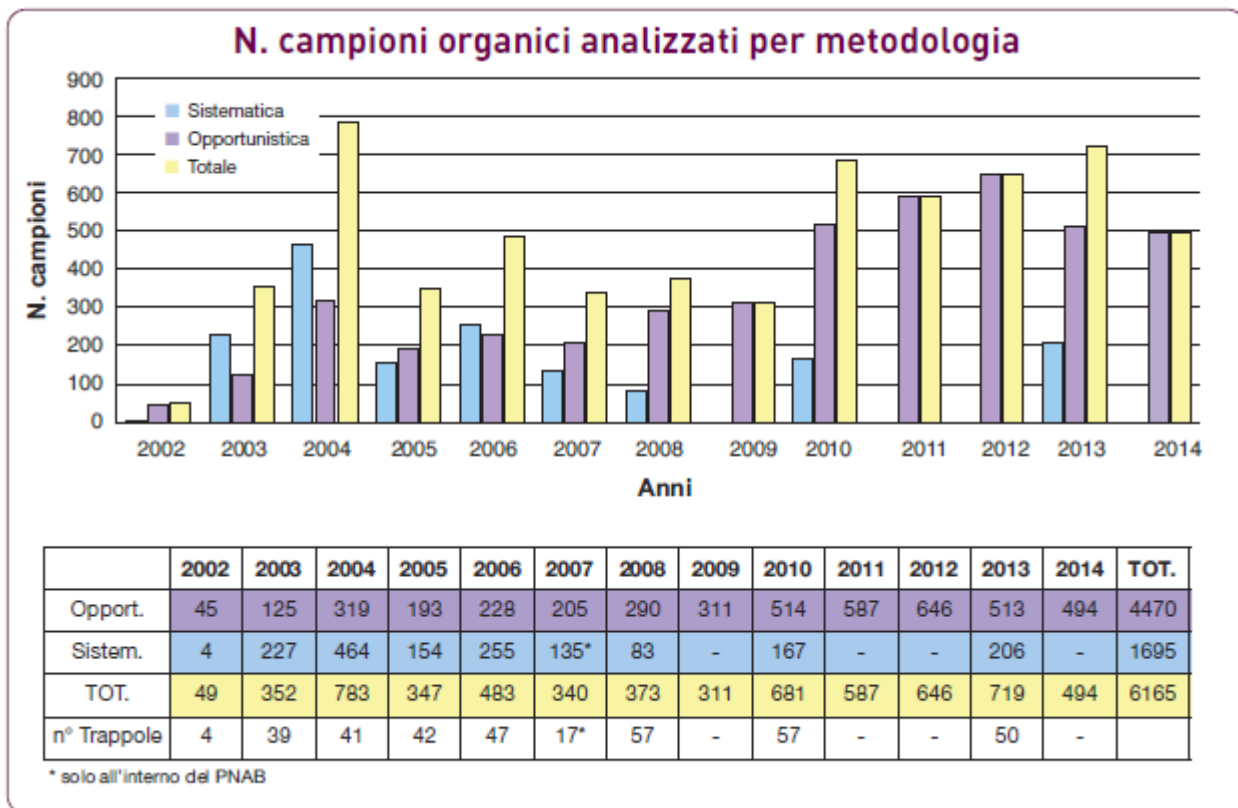


Figura 3.3.1 – Trend del numero di campioni riferibili a orso raccolti e analizzati dal 2002 al 2014 (Groff *et al.*, 2015).

Vengono inoltre monitorati anche i cosiddetti grattatoi (*rub trees*), piante sulle quali gli orsi marciano la loro presenza lasciando sulla corteccia il proprio odore e del pelo (Groff *et al.*, 2015). Infine, il monitoraggio mediante la telemetria satellitare consente di localizzare in tempo reale l'orso problematico al quale è stato applicato il collare GPS (*Global Position System*), permettendo l'immediata attivazione di Squadre di Emergenza e facilitando quindi la gestione dell'animale. In questa fase si rende necessaria la cattura dell'orso, sul quale vengono eseguite tutte le misure biometriche necessarie.

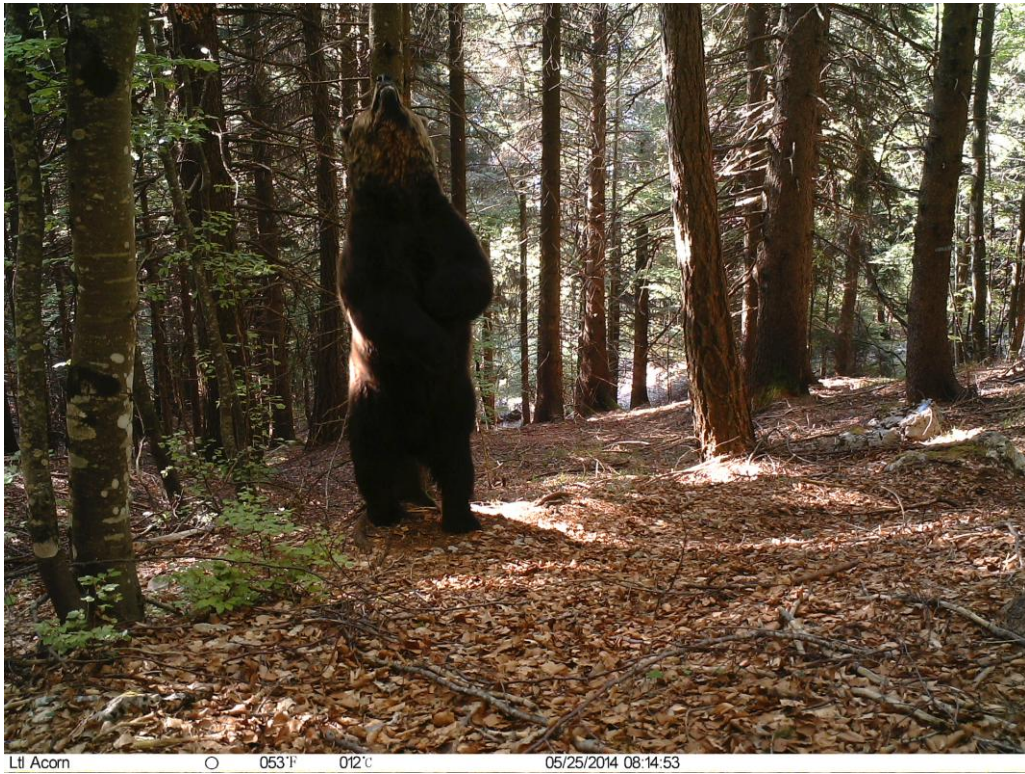


Figura 3.3.2 – Orso fototrappolato mentre si “gratta” su un *rub trees* (C. Sartori, 2014).

4. MATERIALE E METODI

4.1. Area di studio

L'area di studio corrisponde al Trentino occidentale i cui gruppi montuosi principali sono:

- ✓ Adamello-Presanella: gruppo caratterizzato da ghiacciai e vette piuttosto elevate; si estende in Val di Sole, Rendena, Giudicarie Interiori e parzialmente in Provincia di Brescia;
- ✓ Dolomiti di Brenta: Unico gruppo di calcare dolomitico posto a occidente dell'Adige, delimitato a nord dalla Val di Sole, ad occidente dalla Val Rendena, a sud dai paesi del Bleggio;
- ✓ Cevedale: Cima che assieme all'Ortles costituisce il settore più elevato dell'intero Trentino-Alto Adige, con ampi ghiacciai; i migliori accessi sono rappresentati dalla Valle di Pejo e dalla Val di Rabbi;
- ✓ Paganella e Bondone: la Paganella è un piccolo altopiano compreso tra la Valle dell'Adige, la Valle dei Laghi, Andalo e Molveno; il Monte Bondone separa la Valle dell'Adige dalla bassa Valle del Sarca.

Il Gruppo Adamello – Presanella e il Gruppo di Brenta presentano una diversa natura geologica: ad Ovest troveremo rocce intrusive, mentre ad Est il substrato roccioso è composto da rocce sedimentarie e carbonatiche (AA.VV., 1992). La natura geologica di questi due massicci determina quindi una diversa distribuzione dei corsi d'acqua. Nel settore dell'Adamello – Presanella torrenti e laghi sono una costante grazie sia alla presenza di ghiacciai e nevai che alla scarsa permeabilità delle rocce granitiche. Nel Gruppo di Brenta, invece, l'acqua scarseggia soprattutto alle quote più elevate per via della natura calcarea delle rocce costituenti che è soggetta a processi di corrosioni chimiche, detti fenomeni carsici (Fronza e Tamanini, 1997).

Il clima si presenta con inverni rigidi e nevosi ed estati brevi, fresche e con temporali frequenti. Il regime pluviometrico varia da equinoziale - subequinoziale a solstiziale estivo (AA.VV., 1973). In media cadono oltre i 1000 mm l'anno di pioggia, fino a più di 1800 mm in alta quota (Farneti *et al.*, 1972).

Si possono distinguere diversi piani altitudinali (Pedrotti *et al.*, 1995): collinare (dal fondovalle a 800-900 m), montano (da 800-900 m a 1600 m), subalpino (da 1600 m a 2250 m), alpino (tra i 2200 m e i 3100 m) e nivale (oltre i 3100 m). In corrispondenza di questi piani la vegetazione subisce delle variazioni. Le formazioni principali sono i boschi di caducifoglie (orniello, carpino bianco e nero, frassino), boschi di conifere frammiste a latifoglie (abete rosso, abete bianco, pino silvestre, faggio), conifere d'alta quota (larice, pino cembro) e arbusti nani (pino mugo).

Per quanto riguarda la fauna risulta essere ricca e comprendente diverse specie di ungulati, mustelidi e micromammiferi. E' rappresentata inoltre da varie specie di rettili, anfibi, nonché da una numerosa presenza di avifauna.

4.2. Funzionamento di un collare GPS

I recenti progressi tecnologici in campi apparentemente non direttamente connessi alla gestione faunistica quali, ad esempio, la fotografia digitale e il posizionamento satellitare per la navigazione veicolare, hanno portato ad alcune “piccole rivoluzioni”, alcune attualmente in divenire, per quanto riguarda la strumentazione e, di conseguenza, le metodologie disponibili per il monitoraggio della fauna. L'innovazione dei GPS ha contribuito in modo fondamentale alla creazione dei radio-collari. A differenza del radiotracking convenzionale, basato sulla ricezione in tempo reale di segnali radio emessi sulla banda VHF (*Very High Frequency*), il radiotracking mediante rilevamento satellitare (GPS), demanda tutte le funzioni di determinazione della posizione all'apparecchiatura collocata sull'individuo oggetto di studio, svincolando, in parte o del tutto, il personale addetto al monitoraggio sul campo (Gagliardi & Tosi, 2012).

Il GPS è un sistema di individuazione di un punto grazie ad una rete di satelliti in orbita attorno alla Terra. Come un comunissimo GPS utilizzato per non perdersi in viaggio con l'automobile, il GPS del radio-collare riceve il segnale dei satelliti migliori posizionati geometricamente e, agganciandosi ad essi, permette l'acquisizione di coordinate tridimensionali relative alla posizione. Per un posizionamento in due dimensioni, possono bastare tre satelliti. Quando si cerca la tridimensionalità (latitudine, longitudine e altezza) sono invece necessari almeno quattro satelliti (Andreoli, 2003).

Un orso munito di collare GPS permette all'utente di conoscere i suoi spostamenti e il tipo di vita che esso segue. L'aspetto interessante del radio-collare sta nella capacità di trasmettere e ricevere i dati mediante SMS (*Short Messaging System*), utilizzando la rete telefonica cellulare GSM (*Global System for Mobile Communications*), ad una stazione configurata con esso, detta *Ground Station*.

Il radio-collare non è altro che una cinghia alla quale è collegata una batteria che fa funzionare tutte le sue componenti. Questo strumento viene allacciato al collo dell'animale, mediante cattura, e successivamente lasciato su esso per il periodo di monitoraggio o fino ad esaurimento della batteria. Sul territorio della Provincia di Trento la tecnologia GPS applicata alla localizzazione della fauna selvatica viene utilizzata non solo per monitorare esemplari di orso bruno, ma anche per cervi, stambecchi e mufloni. Questa tecnica, detta telemetria satellitare, consente di tenere traccia degli spostamenti che l'animale compie, ma permette anche di conoscere meglio la specie dal punto di vista etologico. Ogni modello di radio-collare può inoltre essere munito di optional aggiuntivi. I

modelli in dotazione alla PAT sono distribuiti dalla società *VECTRONIC Aerospace GmbH*, con sede a Berlino in Germania, e presentano le seguenti componenti:

- ✓ batteria: componente limitante il funzionamento dell'intera apparecchiatura. Essa ha durata variabile a seconda del numero di localizzazioni giornaliere effettuate dal collare, dopo la quale potrà essere rigenerata. A seconda del peso corporeo dell'animale che si vuole monitorare e del numero di posizioni che si vogliono ottenere, la batteria varia di dimensioni. Soggetti di grossa taglia come l'orso possono essere muniti di batterie più pesanti e che di conseguenza sono più durature rispetto a batterie più leggere, adatte alla loro stazza, viceversa per individui di taglia piccola. I modelli usati sugli orsi in Trentino presentano batterie 3D o 4D (dal peso intorno al chilo);
- ✓ antenna: consente una miglior ricezione del segnale;
- ✓ sistema di emissione in VHF: questo sistema è indipendente. Infatti possiede una propria batteria e una propria frequenza del segnale (con un *range* tra i 130 MHz e i 260 Mhz). Ciò permette di poter localizzare l'animale anche su campo (appositamente muniti di radio e antenna). Inoltre invia un segnale di mortalità (se non si registra attività per un tempo determinato) e un altro segnale d'emergenza di scaricamento batteria;
- ✓ meccanismo di *drop-off*: questa funzione permette di poter sganciare il radio-collare dal collo dell'animale automaticamente alla fine del periodo di monitoraggio, dopo il quale può essere rigenerato;
- ✓ comunicazione GSM: è la rete che usano i telefoni cellulari per inviare o ricevere SMS. Per permetterne il funzionamento è necessario dotare il radio-collare di una SIM (*Subscriber Identity Module*) e collegare il computer ad una *Ground Station*. Questo sistema consente all'utente, comodamente seduto in ufficio, di comunicare con il radio-collare, ricevendo ed inviando informazioni attraverso il computer con un apposito *software* (GPS Plus 3.11.0). In sostanza è ciò che permette l'archiviazione dei dati, poi utilizzati con appositi database;
- ✓ sensori interni: la posizione dell'animale è rappresentata da coordinate WGS84. Ogni singolo dato (fix o posizione) è archiviato con diverse informazioni: data (formato gg/mm/aa) e ora del rilevamento (sia UTC, data e ora locale, sia in LMT, data e ora solare), coordinate X, Y, Z (latitudine, longitudine e altezza), valore DOP, numero di satelliti usati e loro relativa validità (2D, 3D, 3D non validati), canali dei satelliti usati, voltaggio della batteria principale e di quella usata dal sistema VHF e temperatura;
- ✓ collare: è una cinghia di materiale resistente all'acqua, duraturo e liscio per evitare che lo sporco si infiltri e vada a rovinare le componenti. Può essere di diverse circonferenze, a seconda delle dimensioni dell'animale. Di base il collare presenta un cavo di corrente,

l'antenna UHF (*Ultra High Frequency*)/VHF per il trasferimento dati e l'antenna VHF (VECTRONIC Aerospace GmbH, 2014).

4.3. Raccolta dati

La raccolta dei dati così ricevuti dai radio-collari e la relativa archiviazione è stata effettuata attraverso uno specifico *software* di gestione dei collari fornito dall'azienda produttrice Vectronic Aerospace (GPS Plus 3.11.0). Il *software* permette l'esportazione dei dati geografici in diversi formati tra i quali .dbf, .kml, .txt, ecc. I dati utilizzati per il presente lavoro di tesi corrispondono alle localizzazioni GPS di 11 orsi catturati dal personale del SFf della PAT nel periodo compreso tra 2006 e 2014.

4.4. Archiviazione dei dati raccolti

I dati ricavati da ogni collare sono stati esportati in formato .dbf e successivamente convertiti in .xls per consentirne una migliore manipolazione. Per i collari sono quindi disponibili le seguenti informazioni, salvo alcune eccezioni:

- ✓ UTC DATE: data riferita al meridiano di Greenwich ed espressa in formato gg/mm/aa.;
- ✓ UTC TIME: ora riferita al meridiano di Greenwich;
- ✓ LMT DATE: data riferita all'ora solare media al meridiano locale espressa in formato gg/mm/aa;
- ✓ LMT TIME: ora riferita al meridiano locale;
- ✓ ECEF X: valore della coordinata geografica riferita all'asse X del piano equatoriale con direzione di longitudine 0°;
- ✓ ECEF Y: valore della coordinata geografica riferita all'asse Y del piano equatoriale con direzione di longitudine 90°;
- ✓ ECEF Z: valore della coordinata geografica riferita all'asse Z del piano equatoriale con direzione al Polo Nord;
- ✓ LATITUDE N: valore di latitudine Nord del punto geografico;
- ✓ LONGITUDE N: valore di longitudine N del punto geografico;
- ✓ HEIGHT: valore di altezza del punto geografico;
- ✓ DOP: Per descrivere il contributo della configurazione geometrica dei satelliti all'accuratezza del posizionamento, in un determinato punto, è stato definito l'indice DOP (*Dilution Of Precision*): tanto minore è il suo valore tanto migliore sarà la configurazione satellitare ai fini del posizionamento. Il grado di precisione della localizzazione, esso può essere usato come mezzo per la selezione del dato di radiotelemetria GPS e ridurre gli errori

di posizione cancellando quelle localizzazioni che si pensa possano essere imprecise (Jess S. Lewis, 2007). La precisione complessiva dipende, oltre che dalla precisione delle misure sulle osservabili, anche dalla configurazione che, rispetto al punto di stazione, assumono i satelliti da esso “visibili”;

- ✓ NAV: navigazione 2D: modalità di navigazione in cui il valore di altitudine è usato come valore fisso, mentre la posizione orizzontale (longitudine e latitudine) può variare liberamente sulla base di misure GPS: richiede un minimo di tre satelliti visibili. Navigazione 3D: modalità di navigazione in cui l'altitudine e la posizione orizzontale (longitudine e latitudine) sono determinati sulla base di misure GPS: richiede un minimo di quattro satelliti visibili. Viene espresso anche il valore *No* come variabile ed esprime una localizzazione non riuscita;
- ✓ VALIDATED: validità del dato espresso tramite *Si* o *No*. E' una validazione intrinseca del collare. La validità o meno dei dati è data dalla potenza del segnale attraverso cui il GPS comunica con i satelliti. Se un segnale viene debolmente rilevato a tal punto da non risultare sufficiente ad una corretta localizzazione, il collare identifica quel dato come non validato;
- ✓ SATS USED: numero di satelliti agganciati dal collare in fase di localizzazione del collare, per un massimo di 11;
- ✓ CHx: x indica un numero che va da 1 a 12. Permettono di identificare quali satelliti che sono stati agganciati al momento della localizzazione;
- ✓ MAIN VOL: valore del voltaggio della batteria principale;
- ✓ BU VOL: valore del voltaggio della batteria secondaria;
- ✓ TEMP: temperatura ambiente rilevata in un determinato momento;

Nella tabella sottostante sono riassunte le informazioni inerenti i collari utilizzati:

Nome orso	ID collare	Modello collare	Periodo funzionamento	Info DOP	Info VALIDATED	Info SAT
Jurka	2048	GPS PRO PLUS 3D	da 23/08/2006 a 28/06/2007	si	si	si
Daniza (1°)	2046	GPS PRO PLUS 3D	da 02/07/2007 a 05/05/2008	si	si	si
DJ3 (1°)	2047	GPS PRO LIGHT 3 3D	da 14/07/2008 a 23/06/2010	si	si	si
KJ1G1	2046	GPS PRO PLUS 3D	da 27/09/2008 a 05/04/2009	si	si	no
M5	7174	GPS PRO PLUS 3D	da 15/10/2009 a 13/05/2010	si	si	no
DJ3 (2°)	7173	GPS PRO LIGHT 4 3D	da 22/10/2010 a 17/05/2011	si	si	si
Daniza (2°)	2047	GPS PRO LIGHT 3 3D	da 16/05/2011 a 22/05/2013	si	si	si
M2	9825	GPS PRO LIGHT 3 4D	da 31/07/2012 a 28/09/2013	si	si	si
Daniza (3°)	7173	GPS PRO LIGHT 3 4D	da 23/05/2013 a 10/09/2014	si	si	si
M6	12149	GPS PRO PLUS 4D	da 27/09/2013 a 28/03/2015	si	si	si
M25	9767	GPS PRO LIGHT 3 3D	da 12/02/2014 a 29/03/2015	si	si	no

Tabella 4.4.1 – Tabella che riporta le principali informazioni dei collari analizzati.

4.5. Analisi dei dati

Il settaggio di ciascun collare è stato effettuato da un funzionario del SFf e prevede:

- ✓ la quantità di *fix* che si vogliono ottenere in base alle diverse situazioni:
 - monitoraggio post rilascio: frequenza di *fix* intensificata per permettere agli operatori di tenere sotto controllo l'animale nel periodo successivo al rilascio. Risulta maggiore di 7 *fix* al giorno (uno ogni 20-30 minuti solitamente);
 - monitoraggio ordinario: frequenza di *fix* ordinaria. Al giorno vengono impostati 7 *fix* distanti l'uno dall'altro 3 ore;
 - monitoraggio invernale: frequenza di *fix* minima per evitare uno spreco di batteria inutile visto che in questo periodo l'orso sverna in tana e di conseguenza le localizzazioni risultano fortemente compromesse. Viene impostato un *fix* al giorno
 - monitoraggio d'emergenza: frequenza di *fix* intensificata in casi di eccessiva vicinanza a nuclei abitati o ad attività zootecniche e quindi per permettere agli operatori di conoscere la posizione dell'animale in modo quasi simultaneo (uno ogni 15-20 min solitamente).

La frequenza di *fix* che si vuole impostare può essere modificata, senza dover catturare nuovamente l'animale, attraverso la tecnologia GSM;

- ✓ meccanismo di *drop-off*, che ha durata standard di 104 settimane, dopo le quali si attiva e fa sganciare il collare.

Il *dataset* di ogni collare è stato inizialmente ripulito dalle localizzazioni non ritenute idonee per valutare la funzionalità dei collari, ovvero i *fix* relativi ad accensioni del collare prima della sua applicazione sull'animale e quelli relativi al periodo del letargo, poiché la ricezione dei satelliti è notevolmente compromessa dalla tana nella quale il plantigrado trascorre il periodo di svernamento. Successivamente sono state conteggiate quante localizzazioni, per ciascun collare, presentano le coordinate X/Y, ovvero il dato riferito a "NAV" (escludendo quei dati contrassegnati con "No"). Una successiva distinzione dei dati è stata effettuata su *fix* con coordinate 2D e quelli con coordinate 3D. Di questi ultimi viene effettuata un'ulteriore suddivisione in *fix* 3D non validati, cioè localizzazioni che il collare non ritiene attendibili, e *fix* 3D ritenuti invece attendibili.

Un'ulteriore parametro analizzato è il DOP, ritenuto valido per valori ≤ 10 , e la sua frequenza in relazione ai criteri di coordinata e validità dei dati. A questo scopo, sempre nell'ambito di ciascun collare, è stata creata una tabella Pivot (funzione di *Excel-2000*) che permette di selezionare determinati parametri all'interno del *dataset*. Come variabili sono stati selezionati i campi con NAV=3D e con VALIDATED=Yes (localizzazioni avvenute con l'uso di almeno quattro satelliti e che il GPS ha ritenuto positive per la qualità buona del segnale), mentre sono stati scartati quei *fix*

risultanti vuoti (privi di coordinate dovuti ad ostacoli nell'aggancio di satelliti). Su questi dati così ottenuti si è calcolata la percentuale con la relativa funzione. E' stato quindi creato un grafico a linee che riporta la percentuale e il valore del DOP.

Per quanto concerne i satelliti agganciati in fase di localizzazione del collare, sempre con la funzione della tabella Pivot, si è analizzata la variazione di numero e relativa frequenza in relazione a tutti i parametri forniti dal sistema di campi, senza alcuna distinzione. Dopodiché ne è stata calcolata la percentuale e, con il numero di satelliti agganciati, inserita all'interno di un grafico a istogrammi.

Valutazioni in merito ai parametri sopra elencati sono state effettuate anche in funzione del modello di collare adottato. Come primo passaggio è stato necessario accorpare i collari che presentano lo stesso modello. Successivamente, sempre con l'utilizzo di *Excel-2000*, per ogni modello sono state sommate tutte le frequenze dei *fix* relative a ciascun valore di DOP ed infine calcolata la percentuale. E' stato quindi generato un grafico a linee comprendente tutti i modelli e che riporta la percentuale e il valore di DOP.

Un'ulteriore parametro analizzato relativo al DOP è la sua frequenza distribuita nell'arco della giornata. Sono stati presi in considerazione i *fix* disposti in fasce orarie crescenti dall'1 al 24. Successivamente, tramite la tabella Pivot, sono stati selezionati i parametri riferiti alle coordinate e validità dei dati. Il valore medio di DOP è stato inserito in un grafico riportante le ore del giorno.

In funzione del modello dei collari è stato analizzato anche il variare del numero dei satelliti agganciati. Come nel procedimento precedente, sono state sommate le frequenze di tutti i *fix* relative al numero di satelliti agganciati delle quali ne è stata successivamente calcolata la percentuale e riportata nel grafico a istogrammi.

Inoltre si è voluto osservare se la frequenza dei satelliti agganciati fosse correlata all'ora. Di conseguenza è stata creata una tabella Pivot in relazione ai criteri di coordinate e validità. Dopo aver eseguito la media dei valori DOP risultanti, la si è inserita in un grafico a linee in relazione all'ora del giorno.

5. RISULTATI

I risultati ottenuti dalle elaborazioni precedentemente illustrate sono stati riportati in specifiche schede differenziate per ogni collare. Gli elementi rappresentativi delle schede sono:

- ✓ **Sezione A):** rappresenta le informazioni inerenti il soggetto monitorato, la sua cattura e i parametri dei dati esaminati:
 - **Nome orso:** nome dell'orso monitorato;
 - **Mod. Collare:** modello del collare applicato all'orso;
 - **F/M:** sesso dell'orso (F-Femmina, M-Maschio);
 - **Presenza cucciolata:** presenza di cuccioli al momento della cattura dell'animale. Espressa come Si (in caso il numero di cuccioli) o No;
 - **Peso (kg):** peso dell'animale misurato al momento della cattura ed espresso in chilogrammi. (*) indica che non è stato possibile effettuare la misura del peso e di conseguenza lo si è stimato;
 - **Crf. Collare (cm):** circonferenza in centimetri del collare applicato all'orso;
 - **Crf. Collo (cm):** circonferenza in centimetri del collo dell'orso;
 - **n° fix tot:** numero di *fix* generati dal collare in tutto il periodo del monitoraggio. Questo valore non tiene conto di quei *fix* generati dai collari di soggetti che hanno svernato;
 - **n° fix vuoti:** numero di *fix* privi di coordinate spaziali;
 - **% fix vuoti:** esprime un rapporto percentuale tra il numero di *fix* vuoti e quello totale;
 - **n° fix con coordinate:** numero di *fix* che presentano coordinate spaziali;
 - **n° fix con coordinate 2D:** numero di *fix* che presentano solo coordinate in 2D (longitudine e latitudine);
 - **n° fix con coordinate 3D non validati:** numero di *fix* che presentano coordinate 3D, non validati dal GPS;
 - **n° fix con coordinate 3D validati:** numero di *fix* che presentano coordinate 3D e validati dal GPS.
- ✓ **Sezione B):** è riportata una “linea del tempo” che mostra la programmazione del collare (numero di *fix* giornalieri) e la motivazione;
- ✓ **Sezione C):** rappresenta due home range del collare, realizzati attraverso la tecnica del Minimum Convex Polygon (MCP) e distinti in localizzazioni 3D validate e localizzazioni 3D validate e non validate;

- ✓ Sezione **D**): grafico che esprime la frequenza del DOP in relazione alla percentuale relativa ai *fix* 3D validati. Sull'asse delle ascisse è riportato il valore di DOP, mentre l'ordinata esprime la frequenza in percentuale;
- ✓ Sezione **E**): grafico che esprime la frequenza dei satelliti che il collare ha agganciato. Sull'asse delle ascisse è riportato il numero di satelliti disponibili, mentre l'ordinata esprime la frequenza in percentuale. In questa sezione potrebbero essere mancanti alcuni grafici, causa della perdita (motivi sconosciuti) di dati relativa al numero di satelliti.

A)

Daniza 1

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	Daniza
Mod. Collare	GPS PRO PLUS 3D
F/M	F
Età (anni)	12
Presenza cucciolata	no
Peso (kg)	106
Crf. Collare (cm)	64
Crf. Collo (cm)	60
n° fix tot	3645
n° fix vuoti	1854
% fix vuoti	51
n° fix con coordinate	1791
n° fix con coordinate 2D	790
n° fix con coordinate 3D non validati	364
n° fix con coordinate 3D validati	637



Figura 5.1 – Prima cattura di Daniza.

B)

periodo	programmazione	attività
02/07/07	24 fix/gg	monitoraggio post rilascio
15/09/07	14 fix/gg	monitoraggio d'emergenza
14/11/07	1 fix/gg	letargo
07/03/08	14 fix/gg	monitoraggio d'emergenza
05/05/08	/	cavo di alimentazione danneggiato

C)

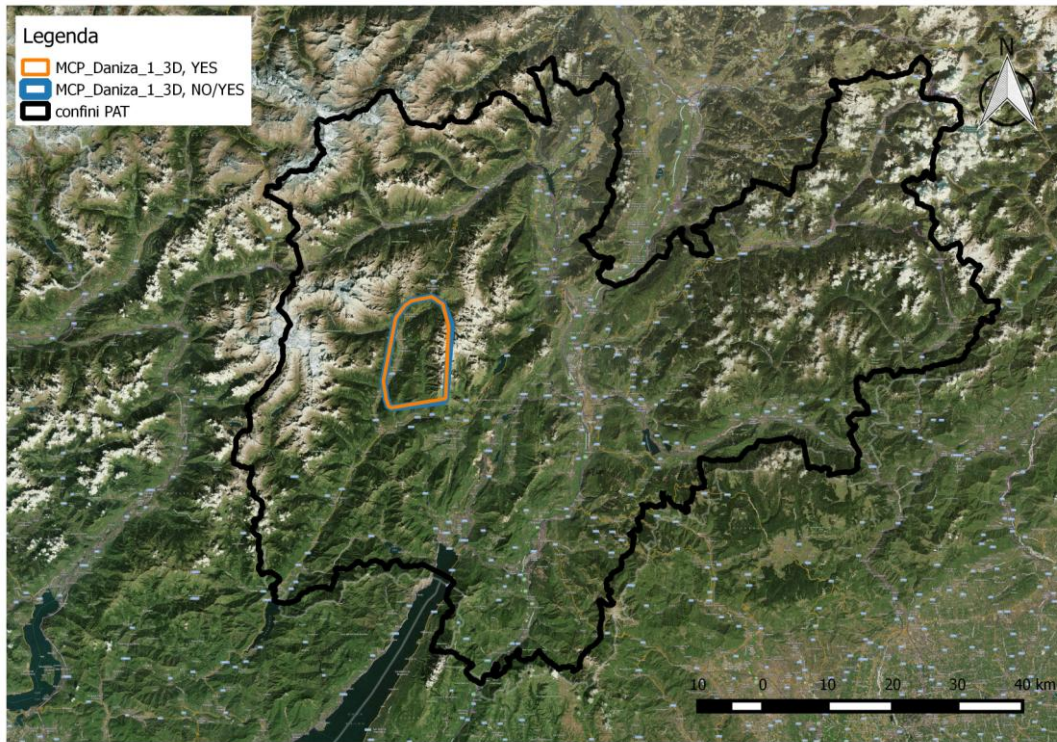
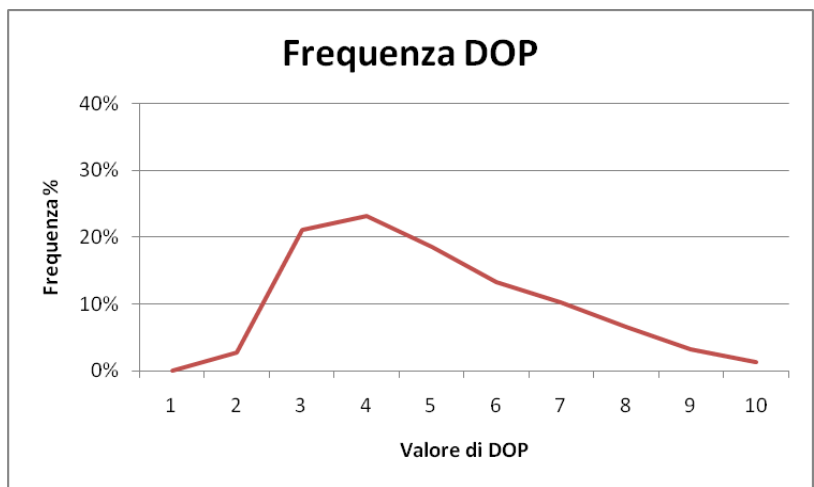


Figura 5.2 – Home range di Daniza 1 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.1

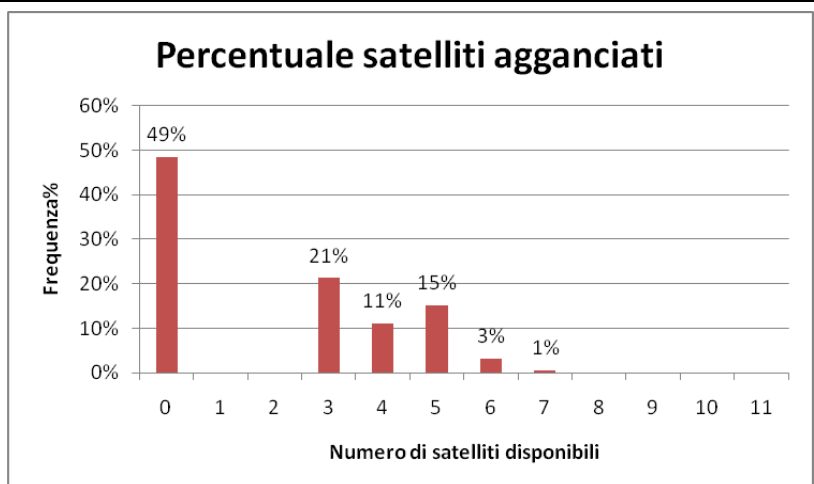
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di Daniza 1.



E)

Grafico 5.2

Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di Daniza 1.



A)

Daniza 2

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	Daniza
Mod. Collare	GPS PRO LIGHT 3D
F/M	F
Età (anni)	15
Presenza cucciolata	
Peso (kg)	80*
Crf. Collare (cm)	
Crf. Collo (cm)	55
n° fix tot	3470
n° fix vuoti	1642
% fix vuoti	47,3
n° fix con coordinate	1828
n° fix con coordinate 2D	698
n° fix con coordinate 3D non validati	371
n° fix con coordinate 3D validati	759



Figura 5.3 – Seconda cattura di Daniza.

B)

periodo	programmazione	attività
16/05/11	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
31/10/11	1 fix/gg	monitoraggio pre-letargo
26/11/11	1 fix/gg	letargo
14/03/12	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
22/11/12	1 fix/gg	letargo
11/03/13	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
22/05/13	/	ricattura

C)

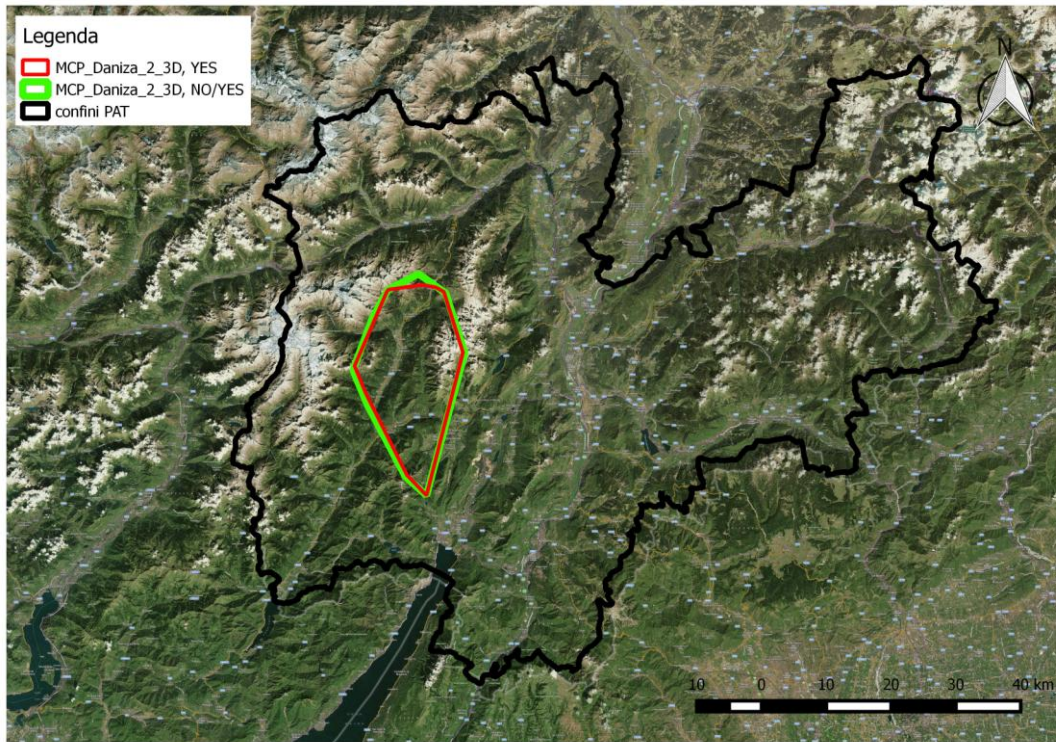
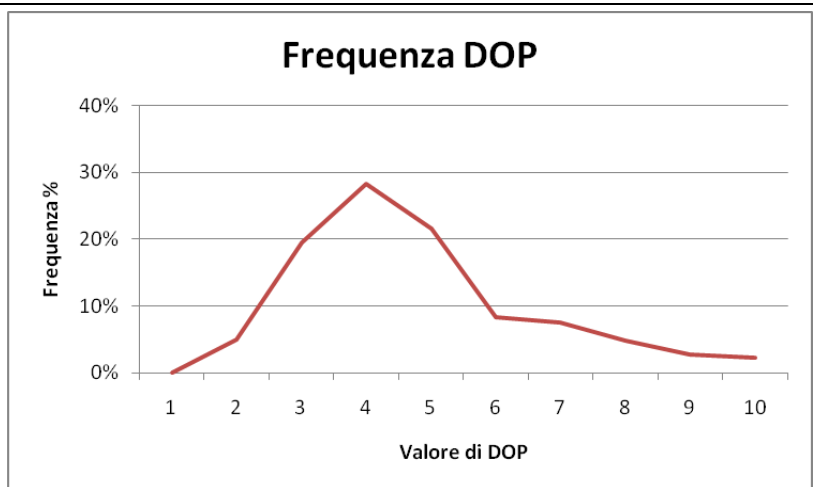


Figura 5.4 - Home range di Daniza 2 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.3

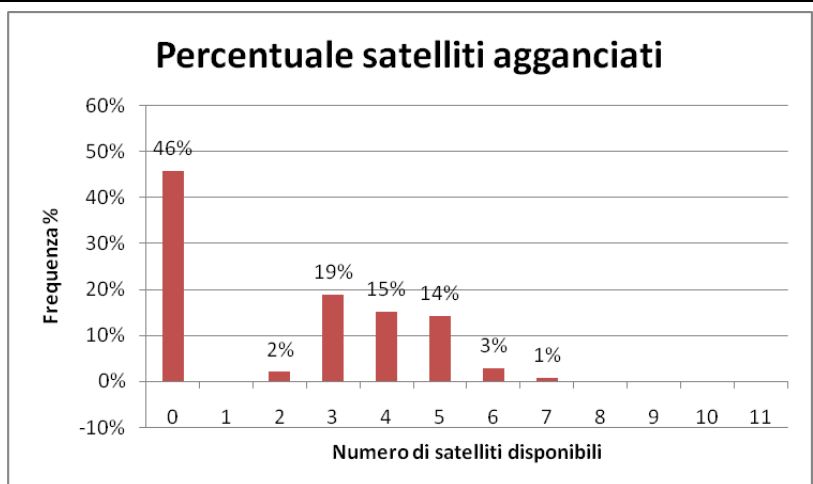
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di Daniza 2.



E)

Grafico 5.4

Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di Daniza 2.



A)

Daniza 3

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	Daniza
Mod. Collare	GPS PRO LIGHT 4 3D
F/M	F
Età (anni)	18
Presenza cucciolata	no
Peso (kg)	90
Crf. Collare (cm)	
Crf. Collo (cm)	55
n° fix tot	1781
n° fix vuoti	416
% fix vuoti	23,4
n° fix con coordinate	1353
n° fix con coordinate 2D	249
n° fix con coordinate 3D non validati	257
n° fix con coordinate 3D validati	847



Figura 5.5 – Terza cattura di Daniza.

B)

periodo	programmazione	attività
23/05/13	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
26/10/13	1 fix/gg	letargo
19/03/14	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
10/09/14	/	deceduta durante la ricattura

C)

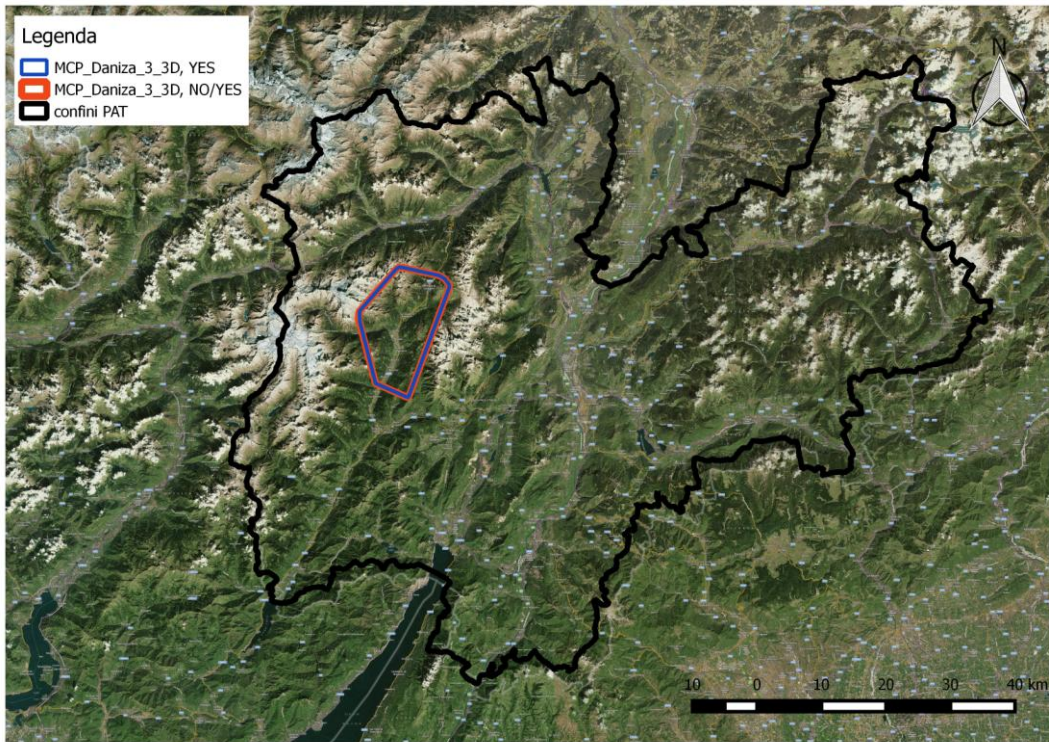
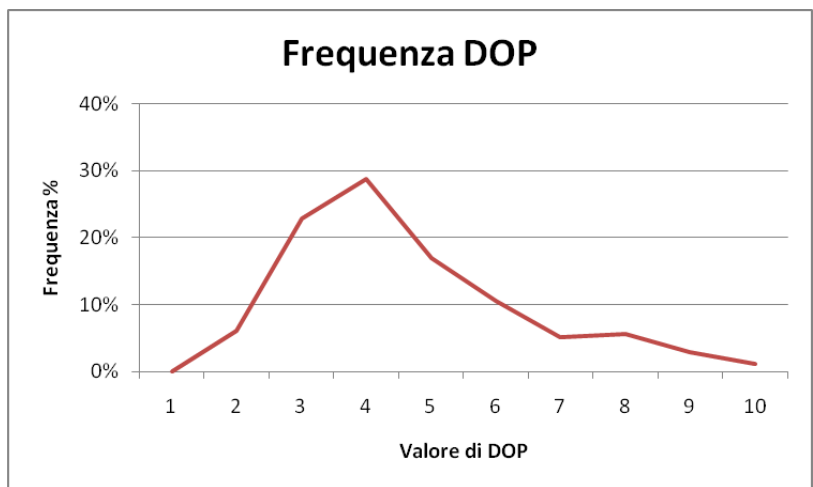


Figura 5.6 - Home range di Daniza 3 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.5

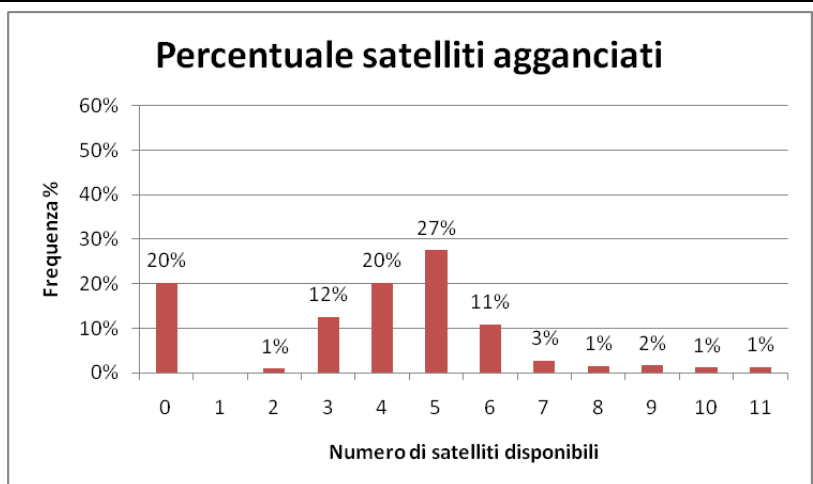
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di Daniza 3.



E)

Grafico 5.6

Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di Daniza 3.



A)

DJ3 1

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	DJ3
Mod. Collare	GPS PRO LIGHT 3D
F/M	F
Età (anni)	5
Presenza cucciolata	no
Peso (kg)	95
Crf. Collare (cm)	58
Crf. Collo (cm)	54
n° fix tot	5739
n° fix vuoti	2522
% fix vuoti	43,9
n° fix con coordinate	3217
n° fix con coordinate 2D	904
n° fix con coordinate 3D non validati	570
n° fix con coordinate 3D validati	1743



Figura 5.7 – Prima cattura di DJ3.

B)

periodo	programmazione	attività
14/07/08	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
23/09/08	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
14/11/08	6 fix/gg	letargo
04/04/09	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
13/05/09	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
01/12/09	1 fix/gg	letargo
02/03/10	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
23/06/10	/	cavo di alimentazione danneggiato

C)

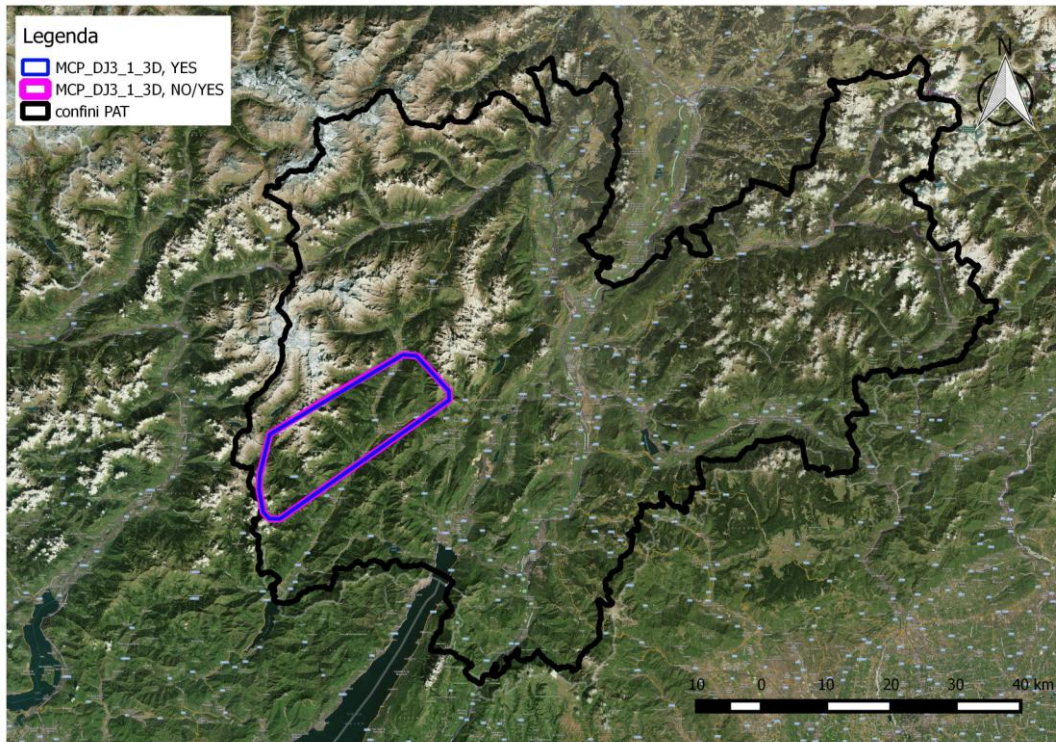
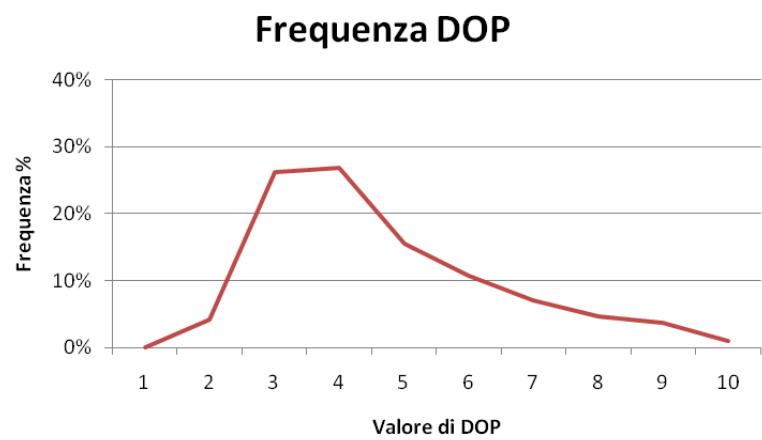


Figura 5.8 - Home range di DJ3 1 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.7

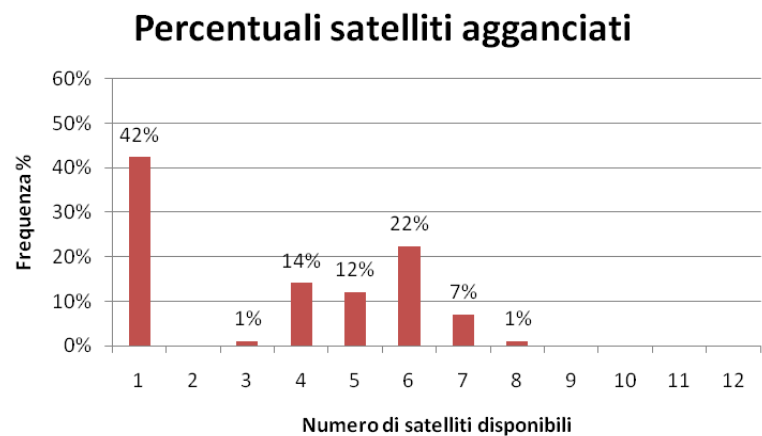
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di DJ3 1.



E)

Grafico 5.8

Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di DJ3 1.



A)

DJ3 2

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	DJ3
Mod. Collare	GPS PRO LIGHT 4 3D
F/M	F
Età (anni)	7
Presenza cucciolata	no
Peso (kg)	130
Crf. Collare (cm)	61
Crf. Collo (cm)	58
n° fix tot	699
n° fix vuoti	51
% fix vuoti	7,3
n° fix con coordinate	648
n° fix con coordinate 2D	77
n° fix con coordinate 3D non validati	100
n° fix con coordinate 3D validati	471

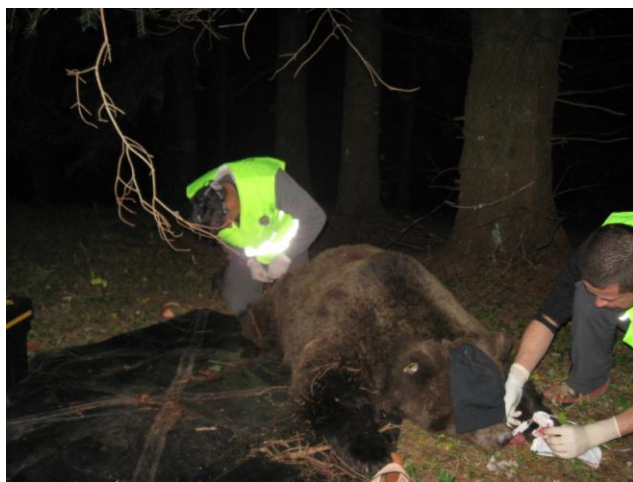


Figura 5.9 – Seconda cattura di DJ3.

B)

periodo	programmazione	attività
22/10/10	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
11/11/10	1 fix/gg	letargo
01/03/11	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
17/05/11	/	

C)

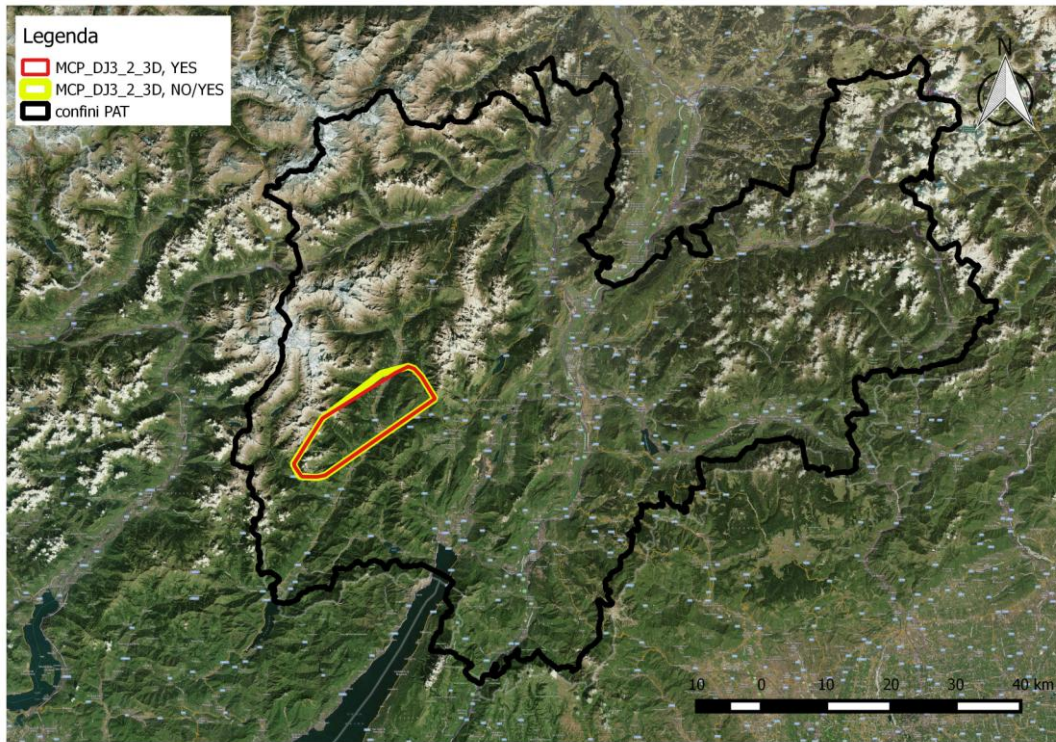
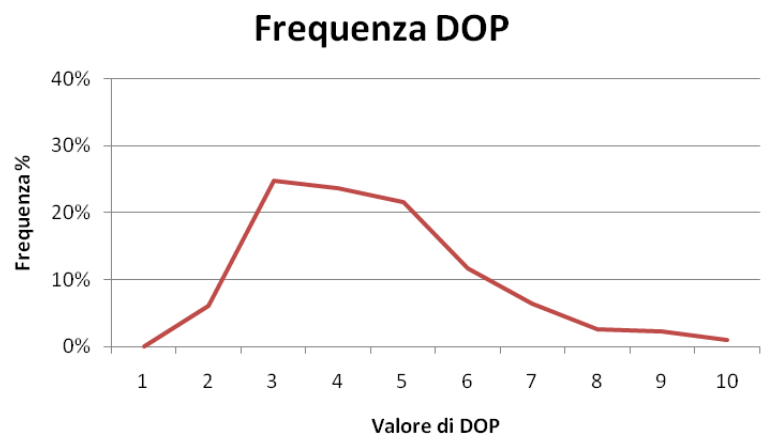


Figura 5.10 - Home range di DJ3 2 con *fix* 3D Yes e 3D No e Yes.

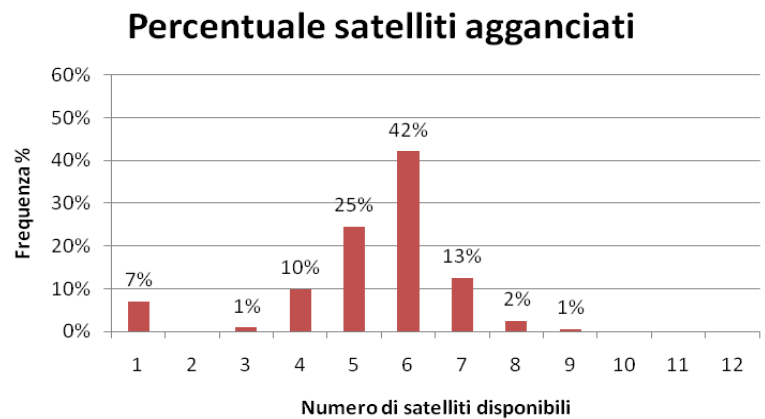
D)

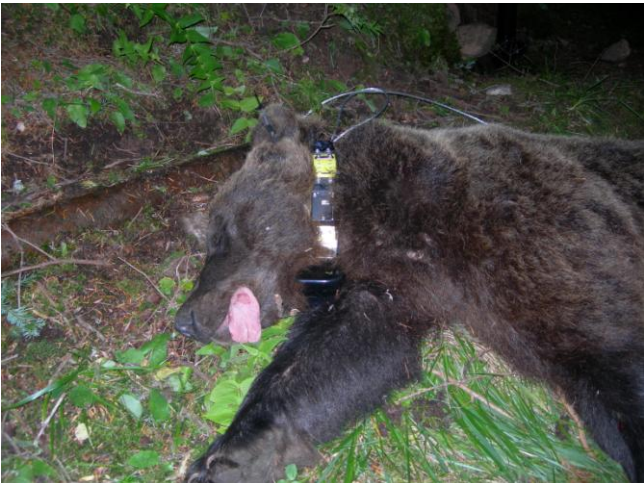
Grafico 5.9
 Frequenza del valore di DOP relativa al collare di DJ3 2.



E)

Grafico 5.10
 Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di DJ3 2.



A)		B)		
Jurka				
Scheda informativa dell'orso		periodo	programmazione	attività
Nome Orso	Jurka	23/08/06	24 fix/gg	monitoraggio post rilascio
Mod. Collare	GPS PRO PLUS 3D	31/08/06	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
F/M	F			
Età (anni)	9			
Presenza cucciolata	Si, 3			
Peso (kg)	140*	31/12/06	4 fix/gg	letargo
Crf. Collare (cm)				
n° fix tot	6372			
n° fix vuoti	3585	14/03/07	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
% fix vuoti	56,3	17/04/07	38 fix/gg	Monitoraggio d'emergenza
n° fix con coordinate	2787			
n° fix con coordinate 2D	1292			
n° fix con coordinate 3D non validati	524			
n° fix con coordinate 3D validati	971	28/06/07	/	riduzione in cattività
				
Figura 5.11 – Cattura di Jurka.				

C)

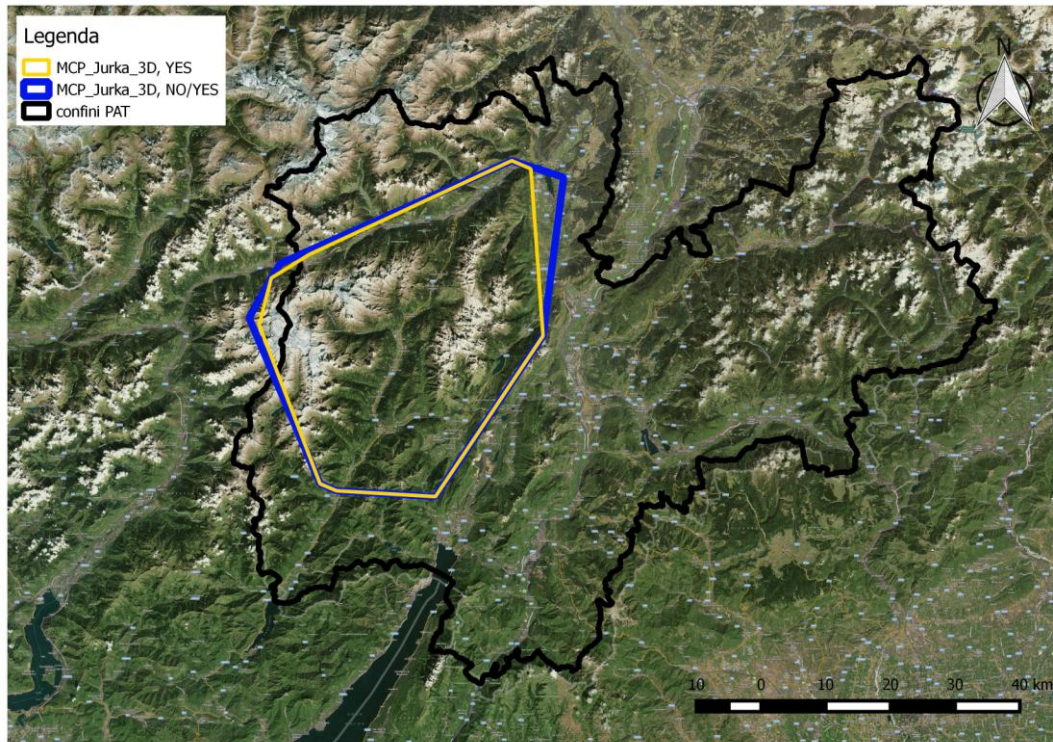
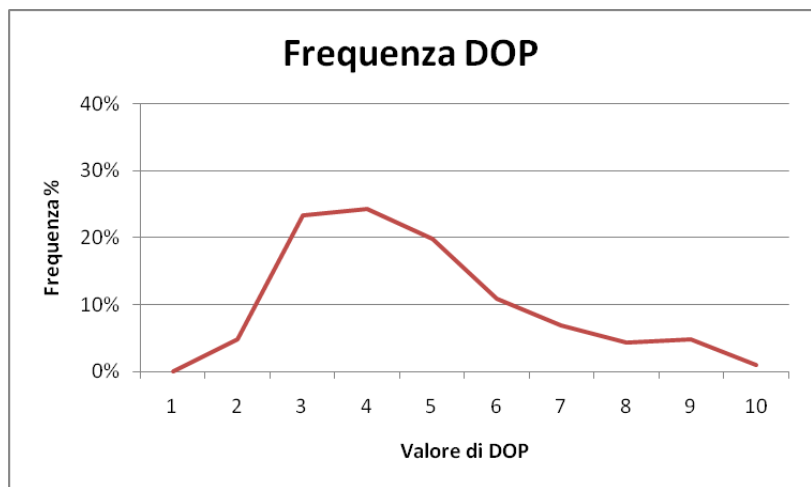


Figura 5.12 - Home range di Jurka con *fix* 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.11

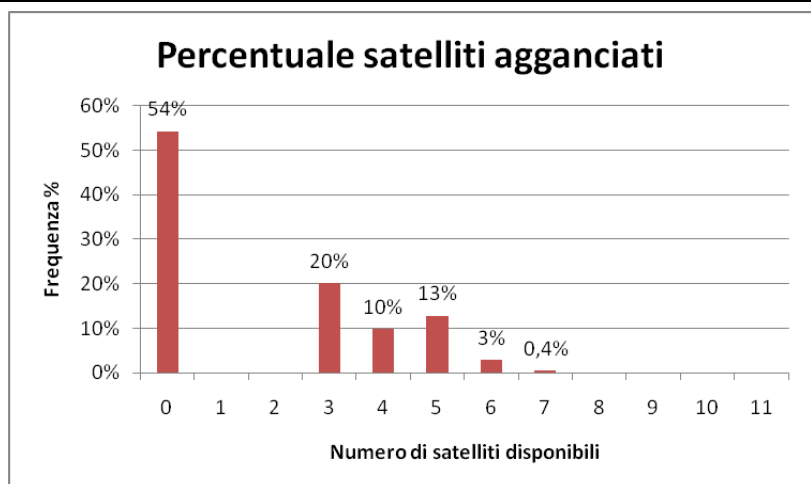
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di Jurka.



E)

Grafico 5.12

Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di Jurka.



A)		B)		
KJ1G1				
Scheda informativa dell'orso		periodo	programmazione	attività
Nome Orso	KJ1G1	26/09/08	7 fix/gg	monitoraggio post rilascio
Mod. Collare	GPS PRO PLUS 3D	23/10/08	/	collare perso
F/M	F			
Età (anni)	3			
Presenza cucciolata	no			
Peso (kg)	130			
Crf. Collare (cm)				
Crf. Collo (cm)	86			
n° fix tot	735			
n° fix vuoti	377			
% fix vuoti	51,3			
n° fix con coordinate	358			
n° fix con coordinate 2D	162			
n° fix con coordinate 3D non validati	65			
n° fix con coordinate 3D validati	131			

C)

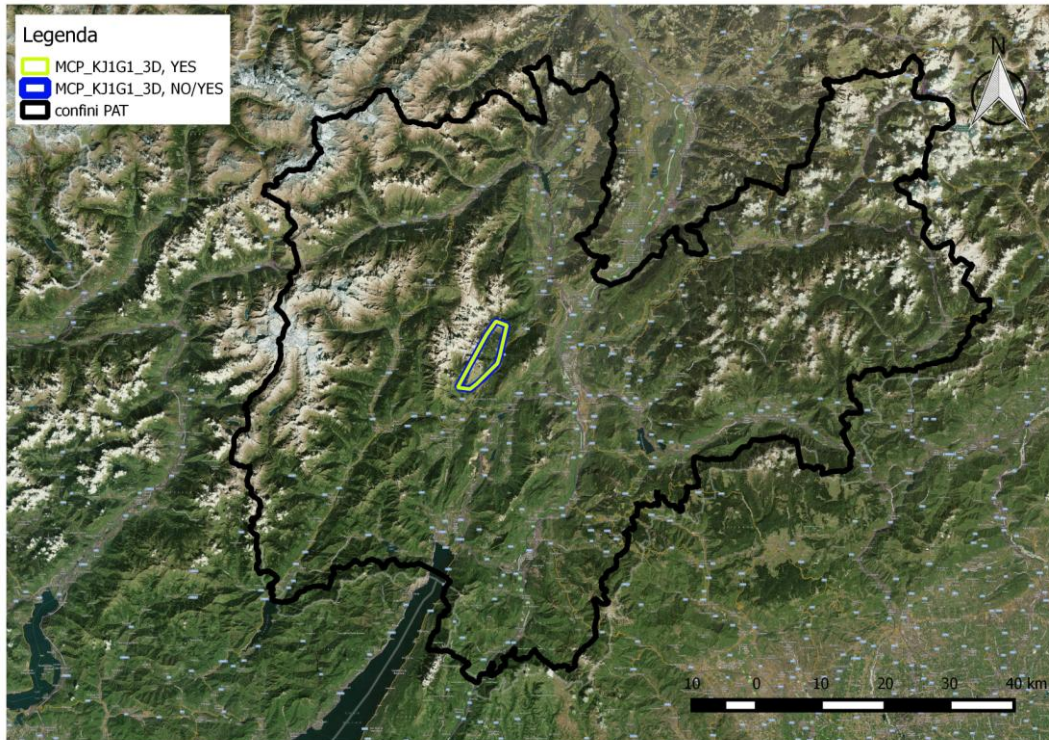
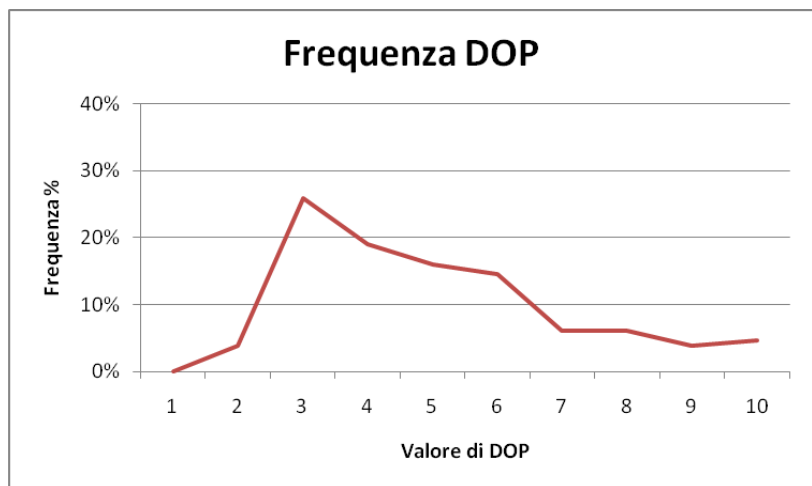



Figura 5.13 - Home range di KJ1G1 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.13

Frequenza del valore di DOP
relativa al collare di KJ1G1.



A)		B)		
M2				
Scheda informativa dell'orso		periodo	programmazione	attività
Nome Orso	M2	31/07/12	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
Mod. Collare	GPS PRO LIGHT 4 3D	25/11/12	1 fix/gg	letargo
F/M	M	16/03/13	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
Età (anni)	5	21/09/13	/	deceduto
Presenza cucciolata	no			
Peso (kg)	210			
Crf. Collare (cm)	72			
Crf. Collo (cm)	70			
n° fix tot	2155			
n° fix vuoti	337			
% fix vuoti	15,6			
n° fix con coordinate	1818			
n° fix con coordinate 2D	422			
n° fix con coordinate 3D non validati	245			
n° fix con coordinate 3D validati	1151			
				
Figura 5.14 - Cattura di M2.				

C)

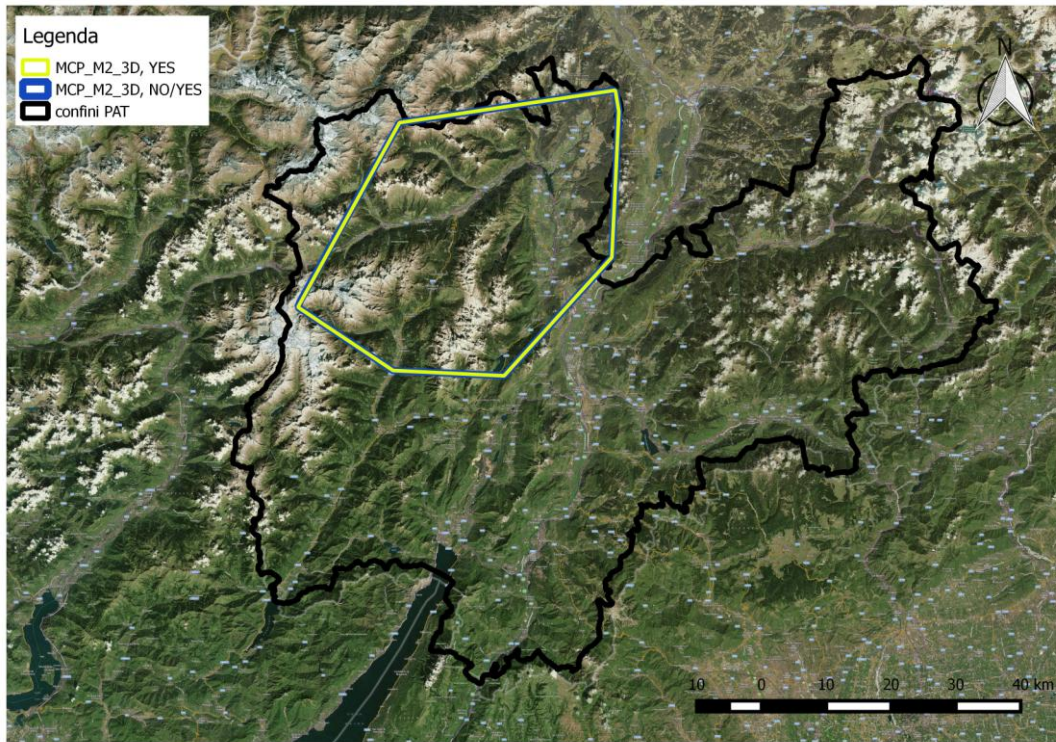
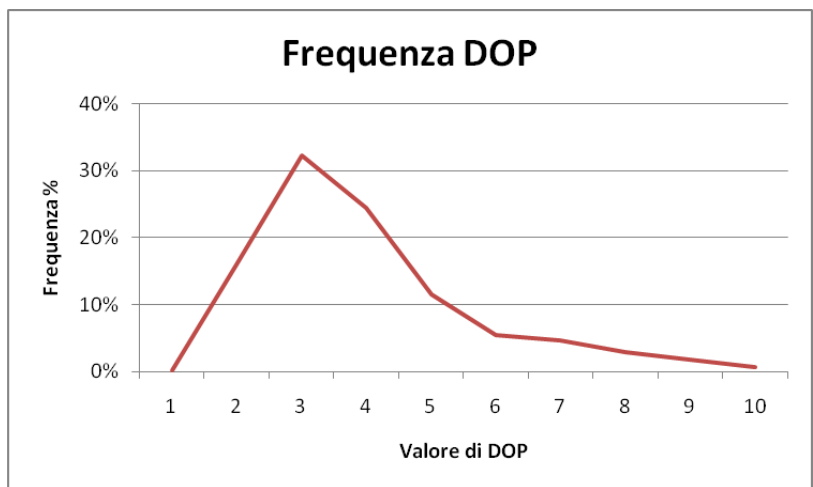


Figura 5.15 - Home range di M2 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

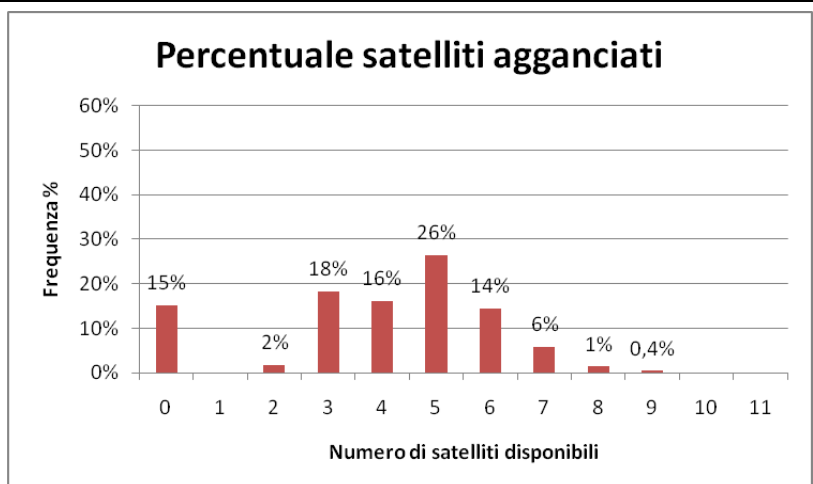
D)

Grafico 5.14
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di M2.



E)

Grafico 5.15
Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di M2.



A)

M5

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	M5
Mod. Collare	GPS PRO PLUS 3D
F/M	M
Età (anni)	3-5
Presenza cucciolata	no
Peso (kg)	175
Crf. Collare (cm)	
Crf. Collo (cm)	86
n° fix tot	785
n° fix vuoti	190
% fix vuoti	24,2
n° fix con coordinate	595
n° fix con coordinate 2D	107
n° fix con coordinate 3D non validati	89
n° fix con coordinate 3D validati	399



Figura 5.16 – Cattura di M5.

B)

periodo	programmazione	attività
15/10/09	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
27/11/09	7 fix/gg	letargo
25/02/10	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
13/05/10	/	

C)

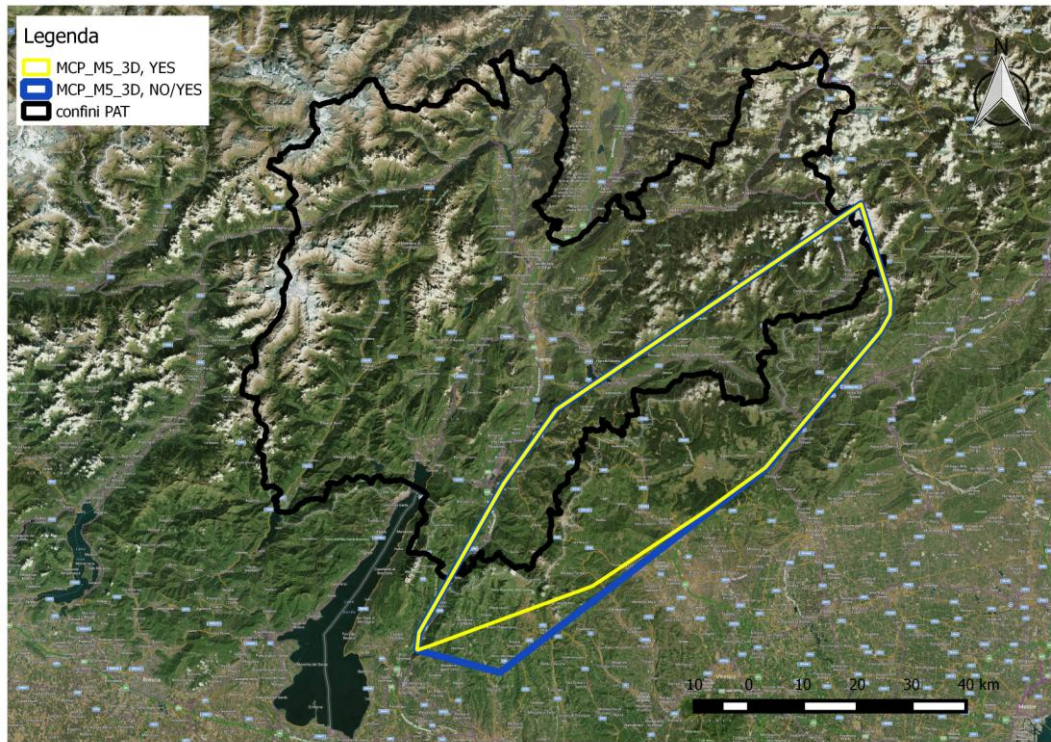
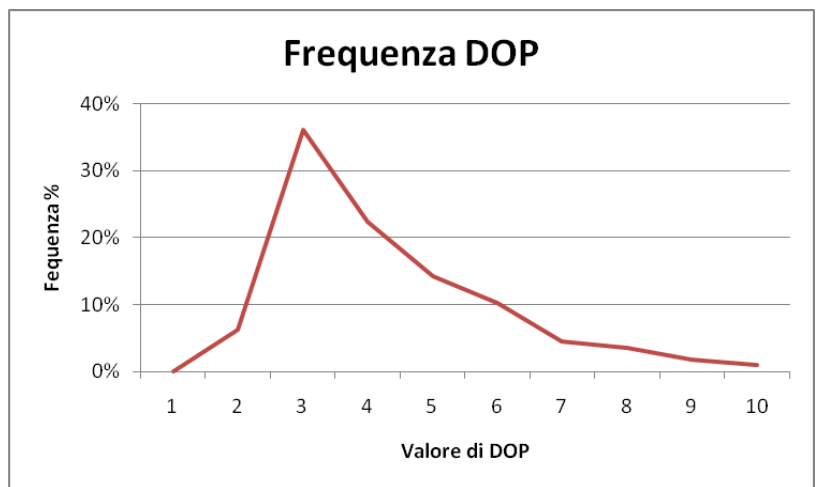


Figura 5.17 - Home range di M5 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.16

Frequenza del valore di DOP relativa al collare di M5.



A)

M6

Scheda informativa dell'orso	
Nome Orso	M6
Mod. Collare	GPS PRO PLUS 3D
F/M	M
Età (anni)	6
Presenza cucciolata	no
Peso (kg)	207
Crf. Collare (cm)	
Crf. Collo (cm)	79
n° fix tot	3221
n° fix vuoti	322
% fix vuoti	10,0
n° fix con coordinate	2899
n° fix con coordinate 2D	207
n° fix con coordinate 3D non validati	392
n° fix con coordinate 3D validati	2300



Figura 5.18 – Cattura di M6.

B)

periodo	programmazione	attività
27/09/13	24 fix/gg	monitoraggio post-rilascio
26/11/13	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
03/12/13	1 fix/gg	letargo
20/02/14	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
01/12/14	1 fix/gg	letargo
22/02/15	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
28/03/15	/	deceduto

C)

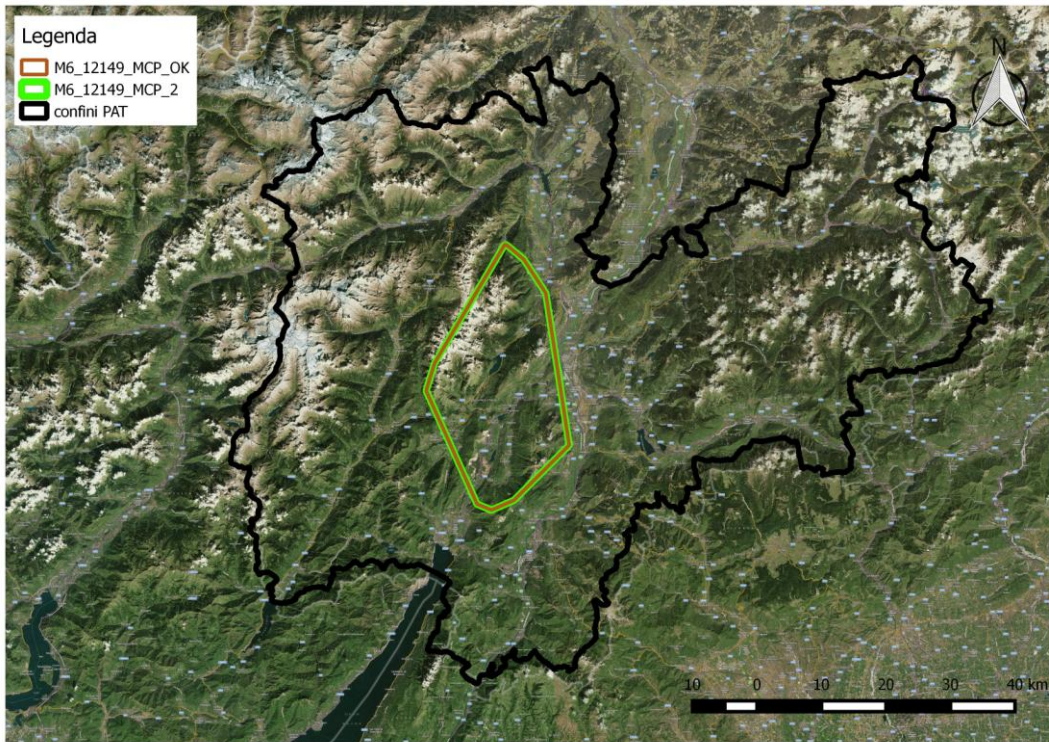
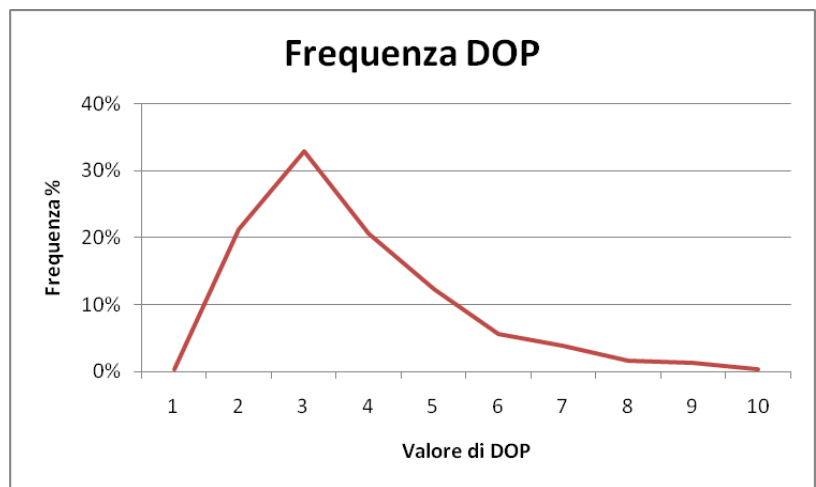


Figura 5.19 - Home range di M6 con fix 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.17

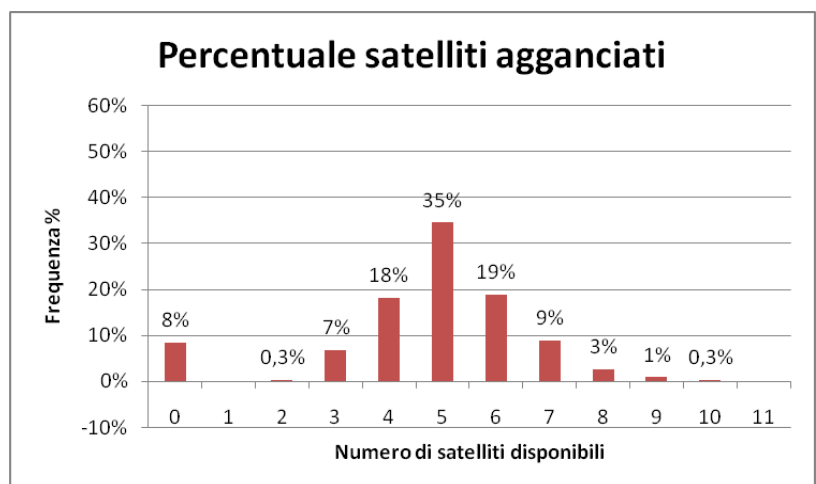
Frequenza del valore di DOP relativa al collare di M6.

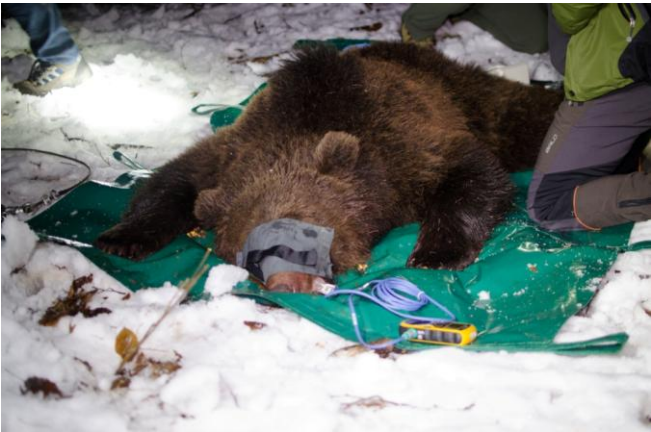


E)

Grafico 5.18

Percentuale del numero di satelliti agganciati relativa al collare di M6.



A)		B)		
M25				
Scheda informativa dell'orso		periodo	programmazione	attività
Nome Orso	M25	12/02/14	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
Mod. Collare	GPS PRO LIGHT 3D			
F/M	M			
Età (anni)	2			
Presenza cucciolata				
Peso (kg)	125			
Crf. Collare (cm)				
Crf. Collo (cm)				
n° fix tot	1996			
n° fix vuoti	535			
% fix vuoti	26,8			
n° fix con coordinate	1461	01/12/14	7 fix/gg	letargo
n° fix con coordinate 2D	403			
n° fix con coordinate 3D non validati	179	21/02/15	7 fix/gg	monitoraggio ordinario
n° fix con coordinate 3D validati	879	29/03/15	/	
				
Figura 5.20 – Cattura di M25.				

C)

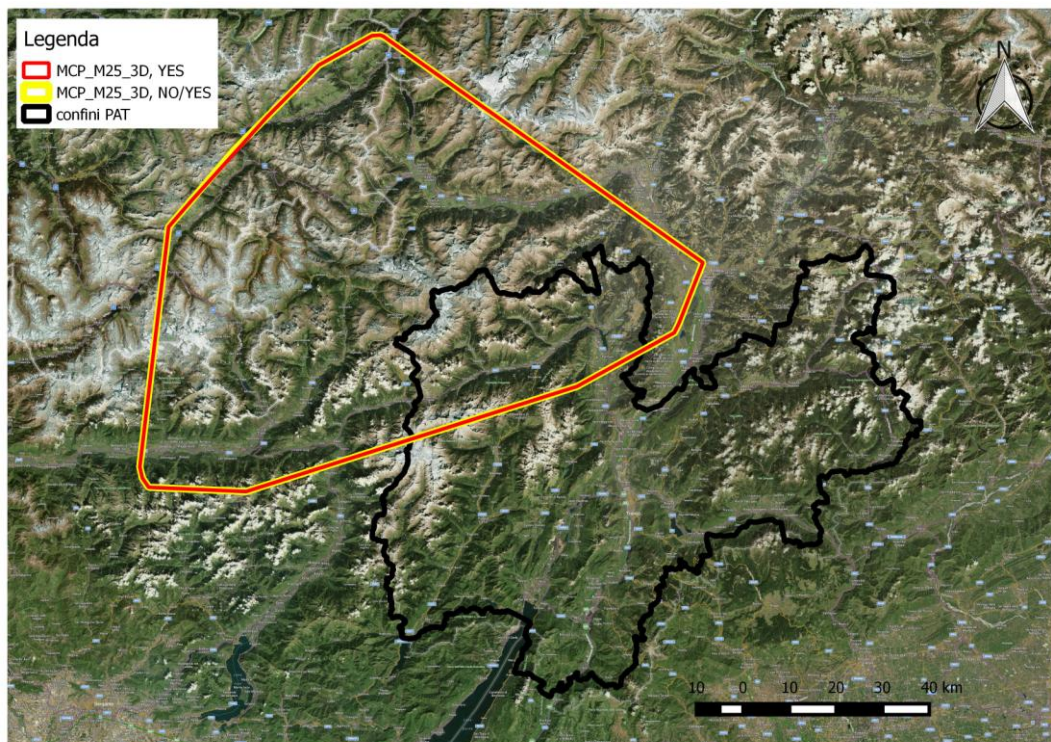
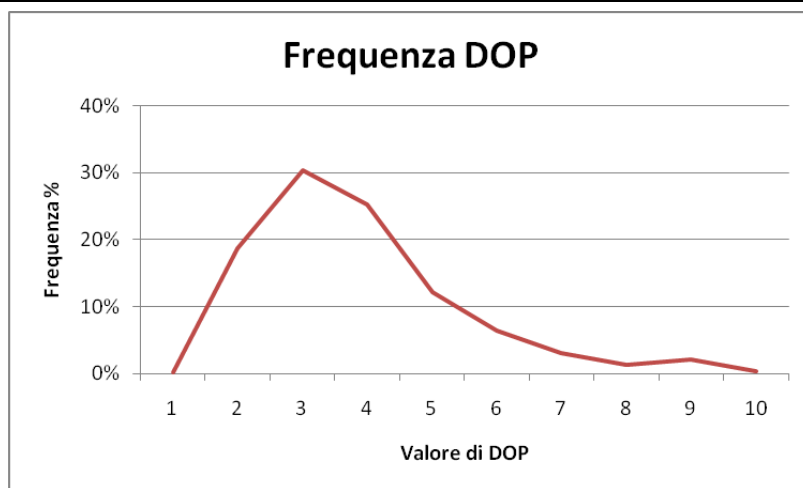


Figura 5.21 - Home range di M25 con *fix* 3D Yes e 3D No e Yes.

D)

Grafico 5.19
Frequenza del valore di DOP
relativa al collare di M25.



La tabella sottostante riporta, per i diversi modelli di collare, la percentuale di fix validati e quella di fix vuoti.

Modello collare	fix validi	fix vuoti
GPS PRO PLUS 3D	53%	42%
GPS PRO LIGHT 3 3D	52%	42%
GPS PRO LIGHT 4 3D	65%	17%

Tabella 5.1 – Percentuale di *fix* validi e vuoti relativa a ciascun modello.

I due grafici seguenti evidenziano le diverse frequenze percentuali per ciascun valore di DOP e ciascun satellite agganciato, relative a diversi modelli di collare GPS. Sono stati utilizzati i *fix* relativi al valore di DOP e al numero di satelliti agganciati già elaborati nella fase precedente per ogni singolo collare [Grafico 5.20 e Grafico 5.21].

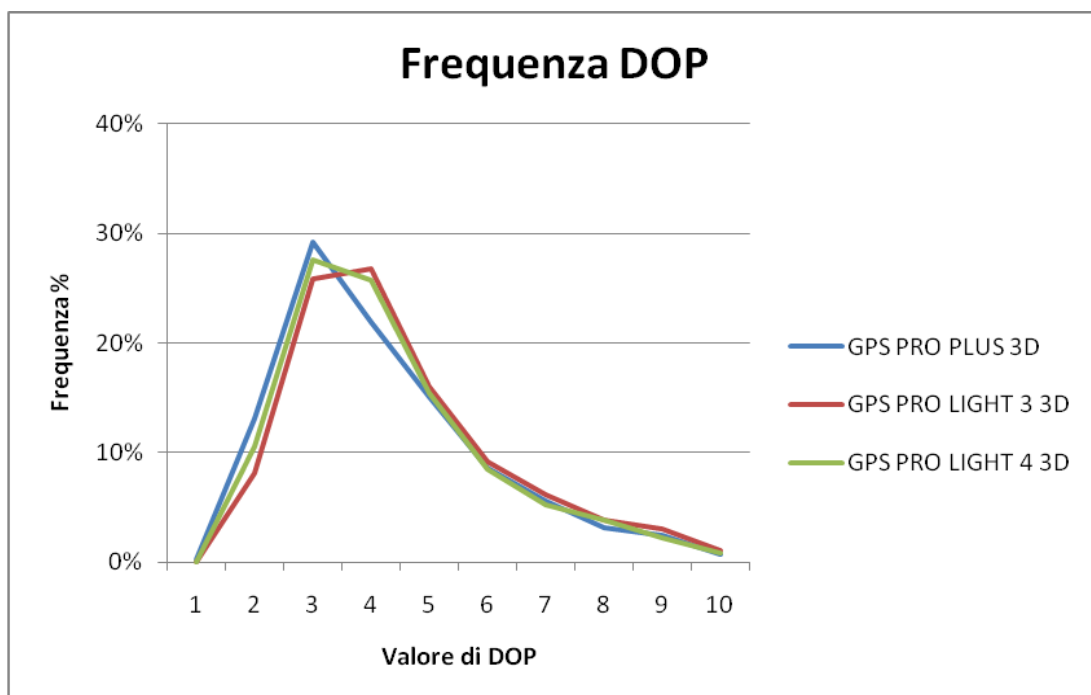


Grafico 5.20 – Frequenza del valore di DOP riferita a ciascun modello di collare GPS.

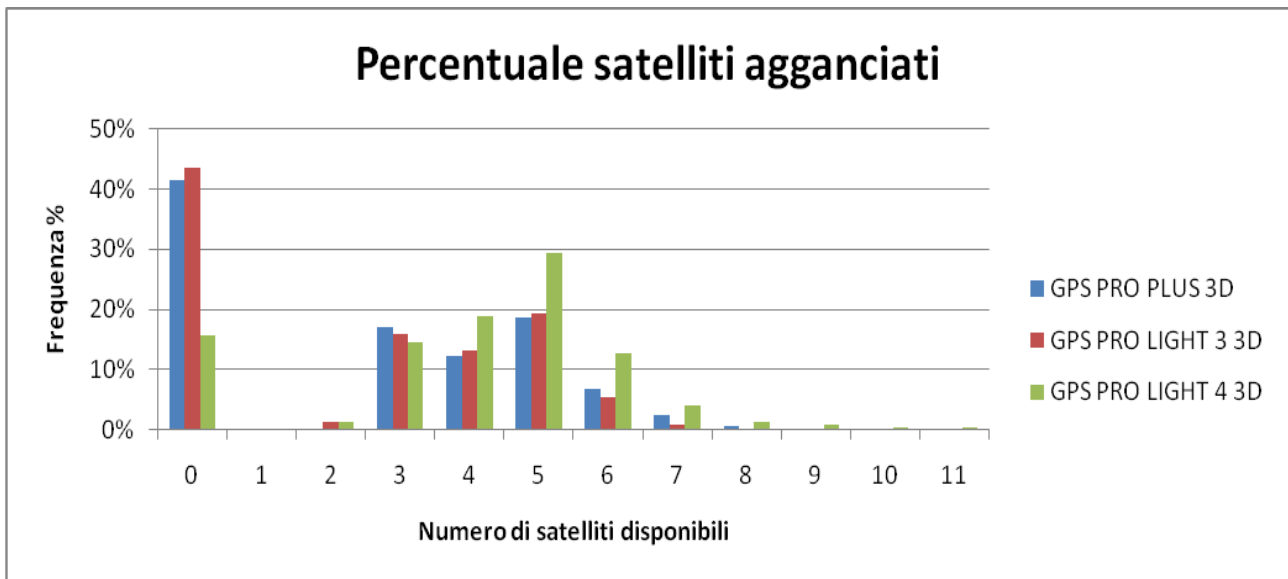


Grafico 5.21 – Frequenza dei satelliti agganciati riferita a ciascun modello di collare GPS.

Infine, per i due grafici rappresentanti le frequenze del DOP e il numero di satelliti agganciati nell'arco di una giornata, sono stati presi in considerazione i *fix* con coordinate 3D validati e successivamente ne è stata calcolata la media. Viene riportato anche il valore di R^2 [Grafico 5.22 e Grafico 5.23].

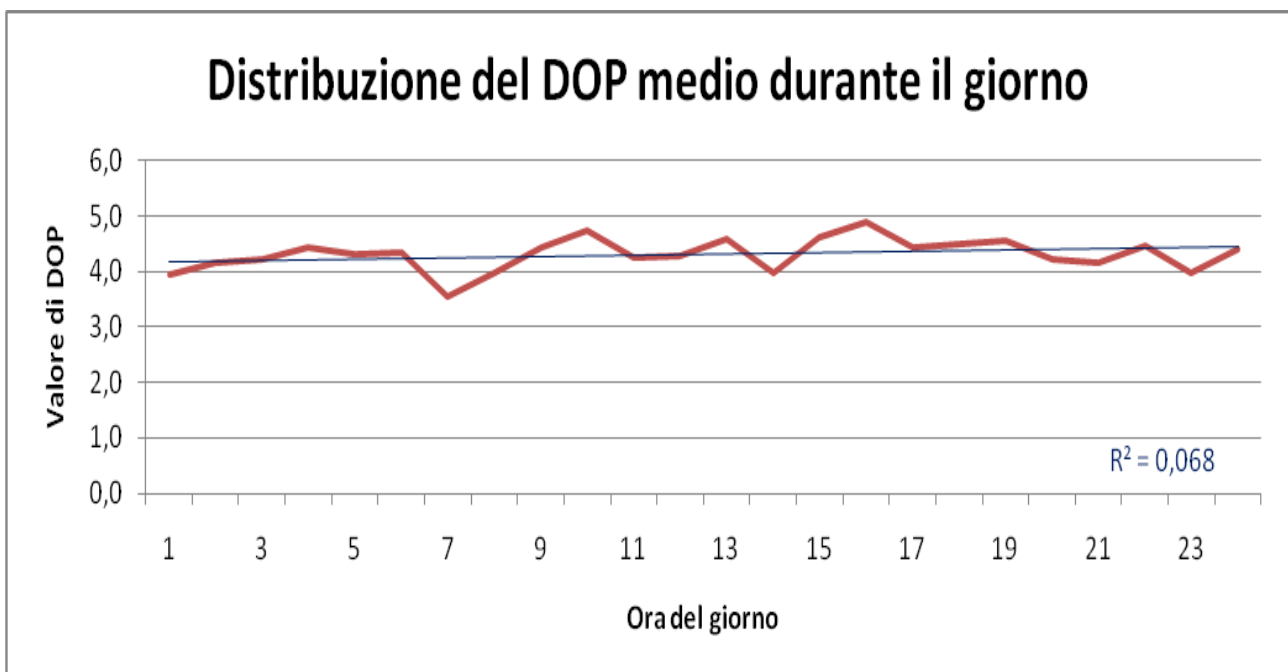


Grafico 5.22 – Distribuzione del valore di DOP medio nell'arco della giornata.

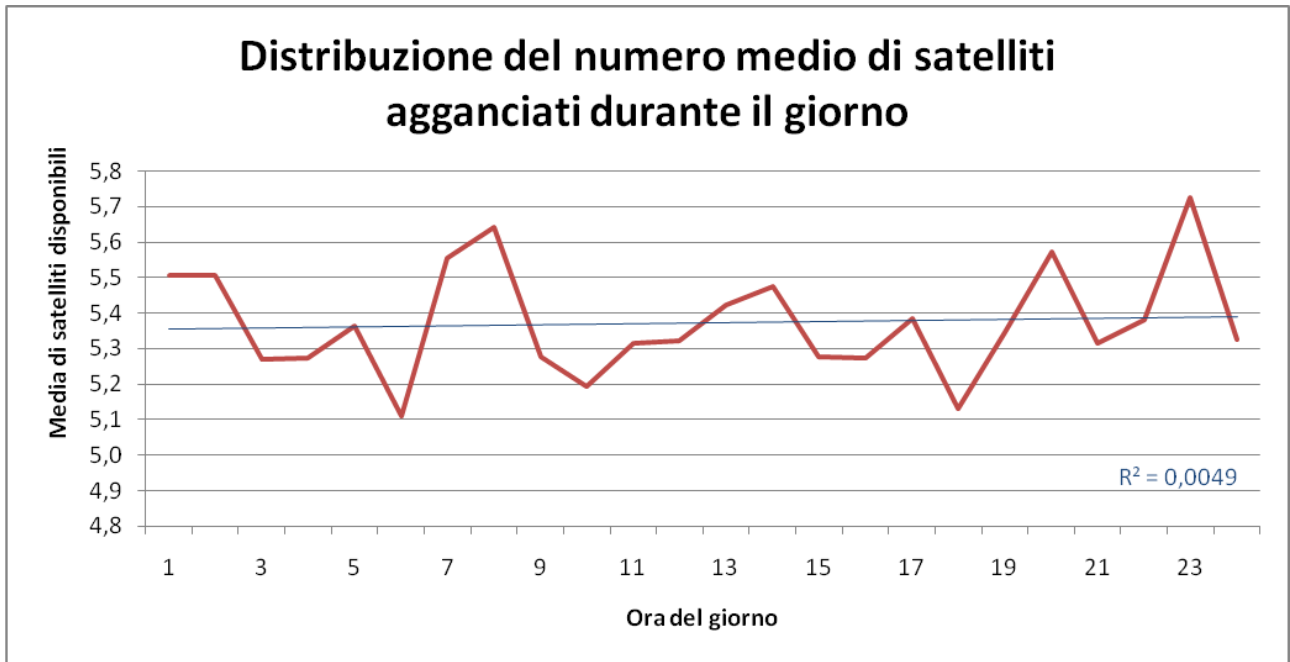


Grafico 5.23 – Distribuzione del numero medio di satelliti agganciati nell’arco della giornata.

6. DISCUSSIONE

Gli elementi analizzati nel presente lavoro di tesi forniscono le prime indicazioni inerenti l'impiego dei collari GPS sulla popolazione di orsi che gravita nel territorio della provincia di Trento.

Il territorio provinciale è caratterizzato da ambienti alpini e prealpini, ne consegue che la ricezione dei satelliti è spesso influenzata dalle peculiarità geomorfologiche e vegetazionali dell'area: solchi vallivi, pareti fortemente inclinate e fitta copertura boscosa sono gli elementi che influenzano principalmente la qualità dei dati, registrando in media nel 34% dei casi fix privi di coordinate.

La particolare biologia della specie inoltre rende inapplicabile l'impiego della telemetria satellitare durante il periodo invernale, poiché il plantigrado è in tana per il "letargo" e la ricezione dei satelliti e l'invio delle localizzazioni sono in buona parte compromesse dal sito di svernamento chiuso. Sebbene sia possibile economizzare sull'impiego delle batterie durante la stagione invernale spegnendo il collare prima del letargo e facendolo riaccendere al risveglio dell'animale, nel caso di soggetti problematici (ovvero la maggior parte dei soggetti collarati) tale accorgimento non è applicabile. Per impostare lo spegnimento e la successiva accensione del localizzatore, il collare deve essere in una zona in grado di ricevere il segnale GSM attraverso il quale modifica il precedente settaggio. È pertanto necessario mandare l'input di spegnimento quando ancora l'orso non è in tana rischiando di perdere informazioni importanti sulla sua posizione e non potendo pertanto intervenire in situazioni di emergenza. Lo stesso problema si verifica per l'accensione: va ipotizzata una data di risveglio che potrebbe essere successiva al reale momento in cui il soggetto esce dalla tana.

Due sono i fattori limitanti del collare inerenti la gestione delle situazioni di emergenza: la durata della batteria e il ritardo con il quale gli operatori ricevono il dato sulla posizione dell'animale. La frequenza con la quale vengono effettuate le localizzazioni è proporzionale alla durata della batteria; è di notevole importanza pertanto tenere monitorato il suo consumo al fine di evitare che si scarichi per l'eccessivo numero di localizzazioni richiesto a collare. A tale proposito è bene ricordare che solitamente gli orsi dotati di radio-collare non indossano l'apparecchiatura GPS per più di due anni, affinché si scongiuri il problema dello strangolamento dei soggetti che oltre i due anni possono incrementare anche notevolmente le dimensioni corporee. Questi collari, di notevoli dimensioni e quindi con batterie importanti, possono essere pertanto sfruttati in modo considerevole: nessuno dei collari posizionati sugli orsi trentini ha mai smesso di funzionare per carica insufficiente della batteria. Per quanto riguarda il ritardo con il quale gli operatori ricevono l'informazione inerente la posizione del plantigrado, è possibile ovviare in situazioni di emergenza tramite l'impiego della telemetria VHF.

Analisi di dettaglio sarebbero importanti per valutare quei fix ritenuti dal sistema 3D; ad esempio nelle mappe degli *home range* dei vari soggetti, diversificate tra 3D validati e 3D validati e non validati, si evince come in realtà l'areale occupato dai vari individui sostanzialmente non cambi. Approfondimenti in merito aiuterebbero a chiarire se i *fix* 3D non validati possono essere utilizzati anche per studi sulla selezione dell'habitat o altre variabili che richiedono una localizzazione precisa.

Dall'analisi dei tre modelli utilizzati si evince come la frequenza dei DOP presenti livelli massimi pressoché costanti tra le diverse tipologie, con percentuali tra il 25% e il 30% di *fix* che hanno un valore di DOP pari a 3-4. E' pertanto ipotizzabile che il modello del collare non influenza la qualità del dato. Diverso invece è il valore che esprime i satelliti agganciati: il modello più recente, il GPS PRO LIGHT 4, risulta essere il più efficiente, con solo il 17% di dati riferiti a localizzazioni prive di coordinate. Tale differenza si nota anche per una maggior quantità di *fix* agganciati ad un numero maggiore di satelliti (il 19% hanno agganciati 4 satelliti, il 29% con 5 satelliti).

Indipendentemente dal collare, la qualità delle localizzazioni resta costante durante le ore della giornata (lo dimostra il valore di R^2 che indica una variazione dei dati quasi nulla). Tale informazione è importante soprattutto per quanto riguarda le ore dal crepuscolo all'alba, ovvero quelle in cui gli orsi problematici sono più attivi e pertanto sono necessarie buone informazioni sulla loro posizione. Un'ulteriore analisi sarebbe stata quella di considerare anche i *fix* 2D, ma per una miglior gestione sono stati trattati solamente i *fix* 3D validati, così da poter avere una precisione elevata nella localizzazione dell'animale.

Un altro elemento di criticità rappresentato dai collari GPS è il costo, decisamente superiore a quello di un collare VHF (oltre i 4.000 € rispetto a 300 €). Per una specie come l'orso, dotato di grande mobilità ed in grado di compiere grandi spostamenti, la spesa di un collare GPS è ampiamente ammortizzata dai costi di personale e di ulteriori mezzi (ad esempio veicoli per lo spostamento) indispensabili per effettuare telemetria VHF. Inoltre va evidenziato come i collari GPS possono essere rigenerati una volta scarichi e la spesa per farli tornare funzionanti è meno della metà rispetto a quella da sostenere per l'acquisto di un nuovo strumento.

7. CONCLUSIONI

Il collare GPS, applicato all'orso bruno per la sua gestione, presenta dei difetti, quali:

- ✓ la durata della batteria che dipende dalla frequenza con la quale vengono effettuate le localizzazioni. Essendo il collare tenuto sull'animale per un periodo non superiore ai due anni (su un massimo di quattro anni), può essere sfruttato notevolmente, e di conseguenza supportare le uscite in campo delle squadre di emergenza con frequenza di *fix* molto elevata per consentire una localizzazione continua del soggetto;
- ✓ valore del dato non sempre preciso collegato alla possibilità, non sempre certa, di usare un numero sufficiente di satelliti (valori scartati con DOP maggiore a 10 in quanto trasmettono un dato impreciso e non utile alla localizzazione dell'animale). Questo difetto è legato più che altro alla morfologia del territorio alpino e alla biologia dell'orso;
- ✓ costi che, grazie al meccanismo di *drop off* e quindi alla possibilità di recupero dello strumento e della sua rigenerazione e grazie anche al minore impiego di personale sul campo, possono essere ammortizzati nel tempo.

Secondo quanto viene dimostrato dallo studio riguardo i modelli, i collari GPS che meglio si prestano all'impiego nella gestione dell'orso bruno sono quelli appartenenti al modello più recente (GPS PRO LIGHT 4), con una percentuale di localizzazioni non riuscite pari al 17%, nettamente inferiore agli altri modelli.

Inoltre è possibile disporre di una buona qualità di dati nelle prime e ultime ore della giornata (quando l'attività degli orsi risulta intensificata) per consentire un maggior controllo dei soggetti problematici.

In conclusione si può quindi affermare che la tecnologia GPS applicata ai radio-collari, sebbene sia meno efficace in ambiente alpino rispetto ad altri ambienti, è attualmente, viste le previsioni di incremento della popolazione nei prossimi anni, da considerarsi indispensabile nella gestione degli orsi problematici,

8. BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1973 – “L’ambiente naturale e umano dei parchi del Trentino.” Ed. Manfrini, Calliano (TN).

AA.VV., 1992 – Incontri con il Parco. Ed. Arca, Trento.

AA.VV., 2002 - “La reintroduzione dell’orso bruno nel Parco Naturale Adamello Brenta: attività di ricerca scientifica e Tesi di Laurea.” Documenti Parco n. 15. Parco Naturale Adamello Brenta Ed. Strembo, 254pp. Citato da: A. Mustoni, 2004 - “L’orso bruno sulle Alpi. Biologia comportamento e rapporti con l’uomo.” Nitida immagine Ed., Cles (TN), 236 pp.

AA.VV., 2010 - Piano d’Azione interregionale per la Conservazione dell’Orso bruno nelle Alpi centro-orientali – PACOBACE. Quad. Cons. Natura, 33, Min. Ambiente - ISPRA.

Andreoli R. A., 2003 - “Il libro del GPS.” Ed. Nistri-Lischi (PI).

Castelli G., 1935 - “L’orso bruno nella Venezia Tridentina.” Ed. Ass. Prov. Cacciatori Trento, 173 pp. Citato da: F. Osti - “L’orso bruno nel Trentino. Distribuzione, biologia, ecologia e protezione della specie.” Ed. Arca, Gardolo (TN), 25 pp.

Couturier M.J., 1954 - “L’ours brun (Ursus arctos L.)” Impr. Allier, Grenoble, 904 pp. Citato da: A. Mustoni, 2004 - “L’orso bruno sulle Alpi. Biologia comportamento e rapporti con l’uomo.” Nitida immagine Ed., Cles (TN), 236 pp.

Daldoss G., 1976 - “Notizie e osservazioni sugli esemplari di Orso bruno ancora viventi nel Trentino occidentale.” In: S.O.S. Fauna. “Animali in pericolo in Italia”. Pedrotti F. Ed. WWF, Camerino, 127-164 pp.

Daldoss G., 1981 - “Sulle orme dell’orso.” Ed. Temi, (TN), 252 pp. Citato da: A. Mustoni, 2004 - “L’orso bruno sulle Alpi. Biologia comportamento e rapporti con l’uomo.” Nitida immagine Ed., Cles (TN), 236 pp.

Farneti G., Malatesta S. & Pedrotti F., 1972 – “Guida alla natura della Lombardia e del Trentino Alto Adige.” Arnoldo Mondadori Editore, Milano.

Finocchi D. e Mussi A., 2002 - “Sulla pelle dell’orso. - La caccia nei documenti del passato e nelle memorie ottocentesche di Luigi Fantoma.” Ed. Il Sommolago, Arco (TN).

Fronza F. e Tamanini M., 1997 – “Nei parchi del Trentino - Guida naturalistica escursionistica alle aree protette” - Adamello-Brenta, Paneveggio, Pale di San Martino, Stelvio, Riserve naturali e biotopi. Ed. Panorama, Trento.

Gagliardi A. e Tosi G. (a cura di), 2012 – “Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento.” Regione Lombardia, Università degli Studi dell’Insubria, Istituto Oikos.

Groff C., Bragalanti N., Rizzoli R., Zanghellini P. (a cura di), 2015 - Rapporto Orso 2014 del Servizio Foreste e fauna della Provincia Autonoma di Trento.

Lewis J.S., Rachlow J.L., Garton E.O. and Vierling L.A. (a cura di), 2007 – “Effects of habitat on GPS collar performance: using data screening to reduce location error.” *Journal of Applied Ecology*, Volume 44, Issue 3, 663–671 pp.

Meriggi A., Milanesi P., Crotti C. e Mazzoleni L. (a cura di), 2011 – “Monitoraggio dei grandi predatori nelle Orobie Bergamasche.” Parco Regionale delle Orobie Bergamasche - Dipartimento di Biologia Animale - Università di Pavia

Mustoni A., 2004 - “L'orso bruno sulle Alpi. Biologia comportamento e rapporti con l'uomo.” Nitida immagine Ed., Cles (TN), 236 pp.

Osti F., 1999 - “L'orso bruno nel Trentino. Distribuzione, biologia, ecologia e protezione della specie.” Ed. Arca, Gardolo (TN), 25 pp.

Pedrotti F., 1972 - Elenco di orsi bruni (*Ursus arctos* L., 1853) uccisi in Trentino dal 1935 al 1971. Una vita per la natura. Ed. Savini-Mercuri, Camerino, 225-240 pp. Citato da: G. Daldoss, 1976 - “Notizie e osservazioni sugli esemplari di Orso bruno ancora viventi nel Trentino occidentale.” In: S.O.S. Fauna. “Animali in pericolo in Italia”. Pedrotti F. Ed. WWF, Camerino, 127-164 pp.

Pedrotti L., Tosi G., Facoetti R. & Piccinini S., 1995 – “Organizzazione di uno studio mediante radio-tracking e analisi degli home range: applicazione agli ungulati alpini.” In: “Applicazioni del radio-tracking per lo studio e la conservazione dei Vertebrati.” Spagnesi M. & Randi E. (eds.). *Suppl. Ric. Biol. Selv.*, XXIII: pp. 3-100.

Pedrotti L., Tosi G., Facoetti R. e Piccinini S. (a cura di), 1995 – “Organizzazione di uno studio mediante radio-tracking e analisi degli home range: applicazione agli ungulati alpini.” Citato da: AA.VV., 2002 - “La reintroduzione dell'orso bruno nel Parco Naturale Adamello Brenta: attività di

ricerca scientifica e Tesi di Laurea.” Documenti Parco n. 15. Parco Naturale Adamello Brenta Ed. Strembo, 254pp.

Tosi G., Chirichella R., Zibordi F., Mustoni A., Giovannini R., Groff C., Zanin M., Apollonio M. (a cura di), 2015 – “Brown bear reintroduction in the Southern Alps: To what extent are expectations being met?” *Journal for Nature Conservation* 26 (2015). 9–19pp.

9. SITOGRAFIA

Parco Naturale Adamello Brenta, 2015 - <http://www.pnab.it/natura-e-territorio/orso/lorso-sulle-alpi.html>

Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige, 2015 - <http://www.provincia.bz.it/foreste/fauna-caccia/2653.asp>

Riserva della Duchessa, 2004 - http://www.riservadelladuchessa.it/mammiferischede.php?pagina=fauna/Orso_Bruno

Servizio Foreste e fauna, 2011 - http://www.orso.provincia.tn.it/biologia_habitat_distribuzione/distribuzione/pagina24.html

VECTRONIC Aerospace GmbH, 2014 - <http://www.vectronic-aerospace.com/>