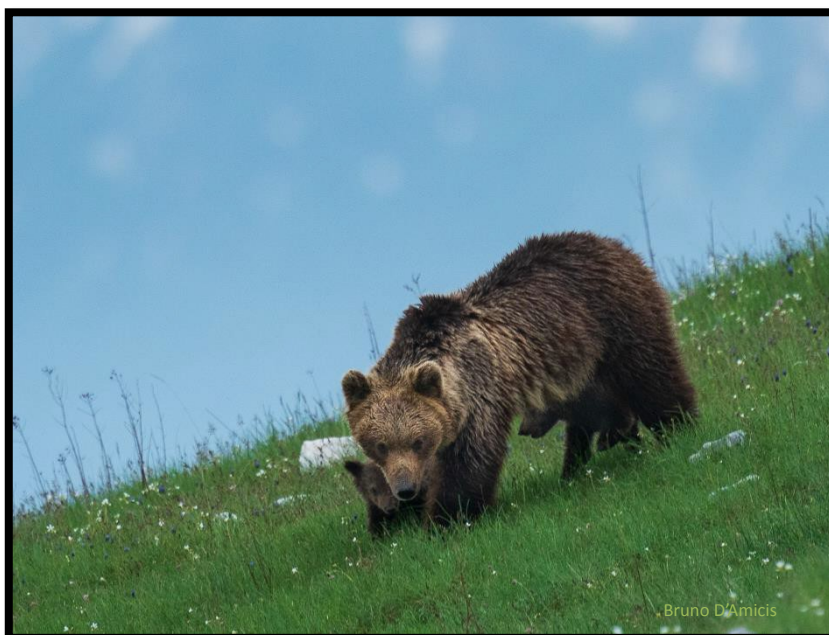


Conta cumulativa delle unità familiari di orso bruno marsicano per la stima della produttività della popolazione nel Parco Nazionale d’Abruzzo Lazio e Molise e Area contigua (Anno 2023)



Servizio Scientifico, Ente Parco Nazionale d’Abruzzo, Lazio e Molise

Roberta Latini, Daniela Gentile, Venusta Petroncini, Elisabetta Tosoni

1. METODI	2
1.1. Strategia	2
1.2. Conteggi e analisi dei dati	3
2. RISULTATI sulla base delle matrici spazio temporali	4
2.1. Sforzo e resa	4
2.1.1. Osservazioni dirette	4
2.1.2. Videotrappolaggio.....	5
2.2. Conta unica delle femmine con piccoli	5
2.3. Stima Chao2 e dinamica di popolazione	7
2.4. Altre informazioni acquisite nel corso delle attività	7
3. DISCUSSIONE	9
3.1. Esito delle conte e dinamica negli ultimi 18 anni	9
3.2. Criticità gestionali	13
3.3. Aspetti metodologici	14
3.3.1. Raccolta di campo	14
3.3.2. Analisi dei dati.....	15
4. BIBLIOGRAFIA	16

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti coloro che hanno collaborato alla realizzazione delle attività. In particolare: il Servizio Sorveglianza del PNALM, il Servizio Civile del PNALM, il personale del Reparto Carabinieri PNALM; l’Ufficio Territoriale Carabinieri per la Biodiversità di Castel di Sangro; A. Mugnari per la consulenza.

1. METODI

1.1.Strategia

La tecnica utilizzata per la conta delle femmine con i piccoli, così come impiegata negli anni precedenti (Ciucci et al. (2009), Tosoni et al. (2017a;) e Latini et al. (2016, 2017, 2018, 2019, 2021 e 2022), prevede una strategia di raccolta dati derivanti da più tecniche: 3-4 repliche annuali di osservazioni in simultanea da più postazioni tra agosto e settembre; osservazioni mirate e monitoraggio fotografico da maggio fino a settembre e raccolta e verifica di osservazioni da parte di terzi tutti l'anno. Tuttavia, come riscontrato negli ultimi anni, l'impiego maggiore di personale di istituto e volontario ricade in un periodo, il mese di agosto, molto impegnativo per l'Ente Parco. Per questa ragione, già a partire dal 2021, si è provveduto ad elaborare una strategia di raccolta dati finalizzata a mantenere uno sforzo confrontabile con quello degli anni precedenti, ma maggiormente ridistribuito nella stagione e sostenibile da un punto di vista operativo. Già nel 2015, l'anno in cui si era cercato di intensificare il monitoraggio tramite l'ausilio di fototrappole, era stato osservato che mantenendo uno sforzo costante di micro osservazioni in simultanea durante la stagione di agosto e settembre, era possibile raggiungere un risultato confrontabile con quello delle sessioni simultanee complete. Sulla base di queste considerazioni, e sulle esperienze pregresse, dal 2021 è stata adottata la seguente strategia:

1. riduzione delle sessioni in simultanea da 4 a 2;
2. realizzazione delle simultanee solo nel settore centro Nord del Parco e copertura del settore Sud esclusivamente con micro-sessioni in simultanea a cadenza settimanale;
3. intensificazione dello sforzo mirato sotto forma di micro-sessioni in simultanea nelle aree a maggiore probabilità di osservare femmine con piccoli (3-4 aree osservate simultaneamente per settore) al Sud e al Nord;
4. eliminazione delle albe, considerando la resa minore osservata negli anni passati rispetto allo sforzo;
5. intensificazione dello sforzo di monitoraggio fotografico (30 - 40 fototrappole) a copertura di tutto il territorio, e soprattutto nelle aree con minore possibilità di osservare orsi e oltre il mese di settembre per massimizzare la probabilità di avvistare nuovi nuclei familiari.

Due criticità sono emerse negli ultimi due anni di monitoraggio: 1) le condizioni meteorologiche (pioggia, grandine e siccità) tardo estive che hanno ridotto non solo le occasioni di avvistamento degli orsi, ma anche l'attrattiva delle aree di presenza del ranno, causando la caduta anticipata delle bacche; 2) il numero esiguo di femmine riconoscibili tramite marcature artificiali che ha limitato le capacità discriminanti della matrice, in assenza di condizioni di simultaneità tra gli avvistamenti.

Alla luce di quanto sopra nel corso del 2023, è stato stabilito il seguente calendario per massimizzare la probabilità di individuare le unità riproduttive:

- **da maggio alla penultima settimana di luglio:** almeno 2-4 mirate settimanali per ambito territoriale di competenza (Alto Sangro/ Giovenco; Marsica; Lago; Volturno e Lazio);

- **da agosto alla prima o seconda settimana di settembre** (in funzione della maturazione del ramno): 2 repliche settimanali in simultanea per settore (almeno 32 operatori nel settore Nord e 12 operatori nel settore Sud in simultanea in giorni alterni e sequenziali);
- **agosto**: anticipazione delle due sessioni in simultanea di almeno una settimana rispetto agli anni precedenti;
- **da maggio a ottobre**: mantenimento di uno sforzo costante da 30 a 40 foto trappole uniformemente distribuite nel territorio in siti noti e ricorrenti di passaggio di femmine con piccoli.

1.2. Conteggi e analisi dei dati

Per i dettagli sulle metodologie adottate si rimanda a Ciucci et al. (2009), Tosoni et al. (2017a) e Latini et al. (2016, 2017, 2018, 2019, 2021 e 2022). In generale, al fine di distinguere le singole unità familiari in maniera univoca e ridurre la possibilità di errore di assegnazione (i.e., classificazione di uno stesso individuo come più individui o classificazione di individui diversi come unico individuo; Keating et al., 2002), sono stati adottati dei criteri specifici. Le unità familiari non sono state distinte in base alla differenza nel numero di piccoli associati, poiché è lecito attendersi variazioni nel tempo nel grado di coesione sociale e nella sopravvivenza dei piccoli all'interno del gruppo. Inoltre, le unità non sono state distinte basandosi su variazioni di colorazioni del manto o di dimensioni, perché entrambe suscettibili a variazioni in funzione della prospettiva, delle condizioni di luce e della crescita (Knight et al. 1995). Le unità sono state distinte, invece, utilizzando i seguenti criteri gerarchici: 1) simultaneità tra gli avvistamenti; 2) presenza all'interno dei gruppi familiari d'individui riconoscibili per la presenza di marcature naturali (i.e., cicatrici, amputazioni) o strumentali (i.e., marche auricolari e/o collare), e 3) criteri spazio-temporali ad hoc. Questi ultimi sono stati elaborati analizzando e validando matematicamente (Tosoni et al., 2017a) la relazione (i.e., modelli di regressione) che intercorre tra la distanza percorsa (i.e., distanza lineare o Euclidea, corrispondente alla distanza spaziale tra due avvistamenti) e il tempo che intercorre tra due localizzazioni successive (i.e., corrispondente al tempo che intercorre tra due avvistamenti) su base stagionale, utilizzando le localizzazioni satellitari ottenute dal monitoraggio di 11 femmine adulte di orso dal 2006 al 2010 (Tosoni et al., 2017a). Per ogni intervallo temporale (i.e., distanza temporale fra due avvistamenti), il valore superiore dell'intervallo fiduciale all'80% della distanza spaziale predetta è stato utilizzato come valore soglia massimo oltre il quale due avvistamenti possono essere attribuiti con buona probabilità a femmine diverse. Al di sotto di questa soglia, due avvistamenti sono stati assegnati alla stessa unità familiare. Nel caso di avvistamenti di unità familiari in aree fuori Parco, per tenere conto della possibile maggiore mobilità delle femmine in aree a bassa densità, come criterio spazio-temporale di distinzione è stato riportato il doppio del valore utilizzato in Tosoni et al. (2017a).

La frequenza degli avvistamenti delle singole FWC è stata utilizzata per stimare su base annuale il numero effettivo di FWC a partire da quelle avvistate attraverso l'applicazione dello stimatore Chao2 (Chao 1989, Wilson and Collins 1992, Keating et al. 2002, Cherry et al. 2007), usando il programma SpadeR (<https://chao.shinyapps.io/SpadeR/>; Chao et al.

2016). Lo stimatore, basandosi sulla frequenza di avvistamento delle unità rare (i.e., avvistate 1 o 2 volte), stima le unità familiari non osservate presenti nella popolazione, e restituisce un intervallo di incertezza intorno alla stima (i.e., intervallo fiduciale al 95%). Nel calcolo sono state incluse soltanto le femmine con piccoli osservate all'interno dell'areale di presenza stabile delle femmine o nei territori immediatamente limitrofi come da mappa di distribuzione elaborata in Ciucci et al. (2017). Inoltre, per ogni anno, è stato calcolato il numero di femmine adulte riproduttive presenti nella popolazione, sommando il numero di femmine che si sono riprodotte nei due anni precedenti a quelle dell'anno in corso, considerando che le femmine si riproducono ogni tre anni (Knight et al. 1995). Assumendo una popolazione stabile in classi di età e struttura, l'andamento delle femmine riproduttive rappresenta un indice del cambiamento della popolazione (IGBST 2006, Harris et al. 2007). Non essendo stato effettuato il conteggio per l'annualità 2020, per quell'anno si è inserita la media delle femmine conteggiate negli anni di assenza di pasciona compresi tra il 2006 e il 2019. Per stimare l'andamento e il relativo tasso di cambiamento del numero delle femmine con piccoli e di femmine riproduttive negli anni è stato utilizzato un modello di regressione lineare basandosi sul logaritmo naturale delle stime annuali.

Per quanto riguarda l'aggiornamento della distribuzione delle femmine e delle femmine con piccoli (vedi in discussione) è stata utilizzata una procedura in linea con Ciucci et al. (2017), aggiungendo ai dati pregressi utilizzati in Ciucci et al. (2017), tutte le localizzazioni di femmine raccolte dal 2015 ad oggi, compresi dati telemetrici, campioni genetici e osservazioni dirette. Nel caso della distribuzione delle femmine con piccoli sono stati esclusi i dati relativi a femmine non in età riproduttiva, ovvero < 3 anni. Inizialmente, è stata sovrapposta una griglia di 3×3 km su tutta l'area contenente segnalazioni di orso verificate dal 2015 al 2023 ($n=1123$ avvistamenti e segni indiretti di presenza e $n= 49141$ localizzazioni GPS; $n= 32$ genotipi e/orsi noti; $n= 647$ avvistamenti di unità familiari). La distanza della griglia si è basata sulla distanza media di spostamento di un orso utilizzata in Ciucci et al (2017). Per ridurre l'eterogeneità dei dati risultanti da diverse strategie di campionamento, i dati grezzi sono stati trasformati utilizzando una Analisi Zonale (Bjornlie et al., 2014). È stato assegnato un valore di 1 ad ogni cella contenente >1 localizzazione e 0 alle celle non occupate e, per ogni cella, sono stati sommati i valori di 8 celle adiacente. Pertanto, ogni cella ha assunto un valore variabile da 0 a 9. Successivamente ogni cella è stata assegnata ad un centroide ed è stato usato il Kriging ordinario per sviluppare una superficie, includendo solo le aree con un valore predittivo di presenza maggiori >1.0 (Bjornlie et al., 2014). I parametri del semiogramma e il modello sono stati selezionati utilizzando una procedura automatizzata (Support Vector Machine - SVM) e la bontà del modello è stata validata usando l'errore quadratico medio (RMSE). Tutte le analisi sono state realizzate utilizzando il programma Ordinary Kriging e il plug in Smart-Map plugin contenuti in QGIS Version 3.

2. RISULTATI sulla base delle matrici spazio temporali

2.1. Sforzo e resa

2.1.1. Osservazioni dirette

Dal 7 aprile fino al 7 settembre, sono stati realizzati 145 turni di osservazioni dirette per un numero complessivo di 397 ore di appostamento organizzati in sessioni mirate e/o micro-simultanee e/o simultanee al tramonto. Da maggio a luglio, sono stati realizzati soltanto il 20-36% dei turni attesi, considerando che molte delle risorse del personale sono state dirottate nel monitoraggio intensivo di due unità riproduttive: la femmina F17 (Amarena) e la femmina F21 (Bambina). I turni di osservazioni risultati positivi sono stati il 26% (n=38). Sono stati realizzati 47 avvistamenti di orsi, incluse le doppie conte, di cui 5 corrispondenti a gruppi familiari, ovvero ad 1 femmina con 3 piccoli dell'anno (sessioni mirate) nella zona dell'Aremogna, 1 femmina con 3 piccoli dell'anno su Monte Serrone (sessioni in simultanea; n=2) e 1 femmina con un piccolo dell'anno su Monte Ortella (sessioni in simultanea). L'indice di avvistamento finale risulta pertanto di 11.8 orsi avvistati ogni 100 ore di osservazione e di 1.3 femmine con piccoli. A questi si aggiungono 36 avvistamenti casuali di femmine con piccoli effettuati tra maggio e agosto da personale esperto o da terzi (in questo caso gli avvistamenti sono stati verificati e i risultati ritenuti attendibili solo dopo aver visionato la documentazione foto-video.) e 53 avvistamenti effettuati durante i turni di controllo mirati agli orsi confidenti effettuati dal personale del Servizio di Sorveglianza.

2.1.2. Videotrappolaggio

Le attività di videotrappolaggio sono state svolte sistematicamente a partire dal 18 febbraio fino al 20 ottobre 2023. Complessivamente sono state attivate 49 fototrappole/sessioni di cui 37 all'interno dell'Area Contigua e 12 nell'ambito delle attività della Rete di Monitoraggio Abruzzo e Molise in aree immediatamente esterne all'Area Contigua. Le sessioni di videotrappolaggio hanno avuto una durata media (\pm DS) di 98 (\pm 75) giorni, variabile da un minimo di 1 ad un massimo di 254 giorni. I siti di fototrappolaggio che hanno dato esito positivo sono stati il 51 % (n=25) con 253 eventi di fototrappolaggio di orso. In 13 diversi siti (26%) gli eventi di fototrappolaggio riguardano con certezza femmine con piccoli dell'anno (n=24 eventi). La resa complessiva risulta dunque di 0.05 eventi orso/numero di giorni di monitoraggio e di 0.01 eventi per le femmine con piccoli dell'anno.

2.2. Conta unica delle femmine con piccoli

Unificando i risultati delle diverse tecniche sono stati realizzati 92 avvistamenti/filmati di unità familiari associate a piccoli dell'anno (FWC) tra il 21/05/2023 e il 28/09/2023 nell'area del PNALM, Area Contigua e zone immediatamente adiacenti. A questi si aggiungono altri 19 avvistamenti realizzati da inizio ottobre e fino al 26 dicembre (Tabella 1 e Figura 1). Inoltre, si riportano 3 avvistamenti di femmine con piccoli dell'anno precedente tra il comune di Collarmele e Ortona dei Marsi, fatti ricondurre ad un'unica unità familiare e l'avvistamento di due cuccioli dell'anno precedente nel settore Laziale. Integrando i risultati acquisiti, e considerando esclusivamente gli avvistamenti realizzati nel periodo in cui vengono applicati i criteri di distinzione (marzo-settembre), è stato conteggiato un numero minimo di 6 FWC, per un totale di 13 cuccioli nati, per 11 dei quali è stata accertata la sopravvivenza alla stagione autunnale. A questi si aggiunge l'avvistamento di una settima unità verificata nel mese di novembre nella zona di Castel di Sangro, per un totale di 16 nuovi nati (14 sopravvissuti). La matrice è stata effettuata anche includendo le segnalazioni autunnali, riportando risultati invariati. Tutte le unità familiari sono state distinte in base ai criteri spazio – temporali, tranne la femmina FWCo07-2023 (Castel di Sangro) che si è distinta dalla femmina FWCo02-2023 (F21; Bambina) esclusivamente per il numero dei piccoli, avendo la seconda perso 2 piccoli nel mese di giugno. Complessivamente, includendo tutte le segnalazioni di unità familiari (n=113), è da considerare che il 52% (n=59) degli

avvistamenti sono stati realizzati durante mirate o servizi di controllo del personale di sorveglianza, il 24% (n=28) su segnalazioni verificate da parte di terzi, il 21% (n=24) durante il monitoraggio fotografico e soltanto in due occasioni durante le osservazioni simultanee. È da segnalare che la matrice ha potenzialmente restituito una sovrastima delle unità familiari, conteggiando due unità in più, una nel Fucino e una a Barrea. La prima, per essere conservativi, è stata ricondotta alla femmina F17 e la seconda alla femmina F21, sebbene poi l'avvistamento di un'unità riproduttiva a novembre nell'area di Castel di Sangro, ha confermato la presenza di una sesta femmina nell'area di studio. Di seguito si riporta la cronistoria degli avvistamenti delle singole unità familiari:

- **FWC001-2023 (PNALM e Area contigua)** - Femmina priva di marche e collare avvistata la prima volta in data 21/05/2023 in località Villalago e monitorata fino al giorno della sua uccisione avvenuta in data 31 agosto nella Marsica Fucense. L'area utilizzata dalla femmina è risultata compresa tra i centri abitati di Villalago, Ortona dei Marsi, Casale d'Aschi, Pescina, Venere e San Benedetto dei Marsi. Nel primo avvistamento la femmina è risultata associata con certezza a 2 piccoli dell'anno. L'unità è stata osservata in 53 occasioni nel periodo suddetto, casualmente o durante attività di controllo mirate organizzate dal personale del Servizio di Sorveglianza del PNALM. Dopo l'uccisione della femmina, è seguito il monitoraggio dei piccoli, tuttora in atto, la cui sopravvivenza è stata verificata a gennaio 2024. Per il suo comportamento, utilizzo del territorio e successivo riscontro genetico, la femmina è stata identificata con l'orsa F17 o Amarena.
- **FWC002-2023 (PNALM, Area contigua e Fuori PNALM)** - Femmina dotata di marche e priva di collare avvistata la prima volta in data 07 giugno nel territorio comunale di Rivisondoli associata a 3 piccoli dell'anno, identificata come la femmina nota F21 (Bambina). L'unità è stata osservata casualmente in 17 occasioni tra l'area della Aremogna, Piano delle Cinquemiglia e i centri abitati di Roccacinquemiglia, Castel di Sangro, Barrea e Civitella Alfedena. Tutti gli avvistamenti sono avvenuti casualmente (da parte di terzi e successivamente verificati) o durante monitoraggi mirati del Servizio di Sorveglianza (Tabella 4). L'associazione del gruppo familiare è stata confermata con certezza fino alla data del 27 giugno, da questa data in poi la femmina è stata osservata associata esclusivamente ad un piccolo. Ad oggi non è stato possibile stabilire le cause relative alla scomparsa dei piccoli, non essendo la femmina dotata di radiocollare. Pur rimanendo nell'ambito delle ipotesi, la perdita, che è stata documentata durante la stagione riproduttiva, potrebbe essere ricondotta ad un caso di infanticidio. L'infanticidio è una delle principali cause di mortalità dei cuccioli al primo anno di vita. Inoltre, va anche detto che l'avvistamento è avvenuto in un'area frequentata da persone e quindi non si può escludere che qualche fattore di disturbo possa aver determinato la separazione del gruppo familiare. L'ultimo avvistamento attribuibile alla femmina, in base alla localizzazione e al numero di piccoli, è stato confermato in data 26/12/ 2023 attraverso una ripresa video su strada da parte di terzi tra Castel di Sangro e Roccaraso.
- **FWC003-2023 (Fuori PNALM)** – Femmina priva di marche e collare avvistata la prima volta in data 23 luglio nel comune di Civitella Roveto associata a 1 piccolo dell'anno, grazie al video rilevato da una camera di video sorveglianza all'interno di una proprietà privata. L'unità è stata osservata in 16 occasioni, di cui 11 durante il monitoraggio fotografico attivato dal PNALM e le rimanenti sempre tramite l'ausilio della telecamera di video sorveglianza o video trappole da terzi. L'ultima segnalazione risale al 5 novembre, sempre associata ad un piccolo dell'anno.
- **FWC004-2023 (Area Contigua e Fuori PNALM)** – Femmina priva di marche e collare avvistata la prima volta in data 24 settembre nel comune di Civita d'Antino associata a 3 piccoli dell'anno. L'unità è stata osservata in 8 occasioni, di cui 4 accidentali e le restanti durante il monitoraggio fotografico attivato dal PNALM. L'ultima segnalazione risale al 25 ottobre, sempre associata ad 3 piccoli dell'anno Nella Riserva di Monte Salviano nel Comune di Avezzano.
- **FWC005-2023 (PNALM)** – Femmina priva di marche e collare, ma priva dell'orecchio destro, avvistata la prima volta in data 14 agosto nel comune di Gioia dei Marsi, in località

Cicerana. L'unità è stata osservata in 7 occasioni, sia durante il monitoraggio fotografico, sia durante la sessione di osservazione in simultanea, muovendosi in un'area compresa tra i comuni di Pescasseroli e Ortona dei Marsi. L'ultima segnalazione risale all'11 settembre.

- **FWC006-2023 (PNALM e Area Contigua)** – Femmina priva di marche e collare avvistata la prima volta in data 23 agosto sul comprensorio del Monte Serrone, nel Comune di Campoli Appennino associata a 3 piccoli dell'anno, in occasione della sessione di osservazione in simultanea. L'unità è stata osservata in 8 occasioni, di cui 2 accidentali, e le altre durante il monitoraggio fotografico. La femmina ha frequentato un'area compresa tra i Comuni di Villavallelonga e Campoli Appennino. L'ultima segnalazione dell'unità completa, ovvero un video verificato da parte di terzi, risale al 10 ottobre, nell'area dei Prati d'Angro (Villavallelonga).
- **FWC007-2023 (Area Contigua e Fuori Parco)** – Femmina priva di collare avvistata la prima volta in data 8 novembre sulla statale 17 tra Castel di Sangro e Roccaraso, grazie ad una ripresa video da cellulare effettuata da un veicolo in transito. La femmina è risultata associata a 3 piccoli dell'anno.

Al conteggio di cui sopra, si aggiunge un'ottava unità familiare associata a 2 piccoli dell'anno osservata nella Riserva Naturale del Monte Genzana, da parte del personale della Riserva, tra il 19 e il 28 settembre in occasione del monitoraggio fotografico. Gli avvistamenti relativi a questa unità familiare, classificata come **FWC008-2023**, sono stati inseriti in questa relazione per stabilire o meno l'unicità di questa segnalazione rispetto a quelle effettuate nell'area del PNALM/Area Contigua adiacente. La femmina è risultata distinguibile in base ai criteri spazio temporali da tutte le altre femmine.

2.3. Stima Chao2 e dinamica di popolazione

Escludendo avvistamenti incompleti e osservazioni autocorrelate, sono stati inclusi nelle analisi 60 avvistamenti relativi a 7 unità familiari. I risultati dell'applicazione dello stimatore Chao2 sono risultati uguali alle conte minime, ovvero 7 (7-8.5) FWC, in linea con quanto osservato nei precedenti anni di ricerca, essendo la maggiore parte delle femmine avvistate con una frequenza maggiore di 3 occasioni. Le stime del Chao2 del numero di femmine con piccoli non mostrano nessuna tendenza significativa. Tuttavia, emerge una crescita statisticamente significativa del numero di femmine riproduttive secondo un modello di regressione semplice ($P < 0.005$; Figura 2).

2.4. Altre informazioni acquisite nel corso delle attività

In data 16 settembre 2023, a seguito del posizionamento di una fototrappola nei pressi di una carcassa di animale domestico nell'area delle Mainarde, sono stati filmati 3 individui: 1 maschio e 2 femmine. In entrambe le femmine è stata constatata la mancanza di riflesso della luce infrarossa su occhi diversi, indicando qualche anomalia agli occhi. Nel corso del 2021 era stata documentata la frequentazione di un'unità riproduttiva priva di marche e collare che frequentava un'area compresa tra Cappello del Prete, Casone del Medico e Quattro strade. Il primo avvistamento si era verificato in data 16/06/2021, rilevando la presenza di 3 piccoli dell'anno. Successivamente a partire dal 4 agosto e fino al 18 novembre,

erano stati effettuati avvistamenti di una femmina con 2 piccoli dell'anno il che ha fatto ipotizzare che 1 dei 3 cuccioli fosse deceduto. In diverse occasioni, in orari notturni, era stata più volte filmata una femmina adulta associata a 2 piccoli, in cui gli occhi, alternativamente (anche a distanza di pochi giorni), non avevano riflesso la luce infrarossa della fototrappola. La frequentazione ai siti, per un periodo piuttosto lungo di una femmina con 2 piccoli nelle medesime aree con problematiche ad occhi diversi aveva fatto ipotizzare che si potesse trattare di 2 gruppi familiari diversi. Tuttavia, dal punto di vista sanitario, non potendo definire la causa del perché gli occhi non riflettevano la luce e sapendo che negli occhi molte patologie possono essere bilaterali, non si esclude che nello stesso individuo una problematica potesse aver interessato prima un occhio poi l'altro anche a distanza di pochi giorni. Per questo motivo nel 2021 è stata considerata in maniera prudenziale e conservativa una sola unità familiare. Il dato del 2023 consente però di poter confermare la presenza nel 2021 di due unità riproduttive distinte sulla base della problematica agli occhi.

Tabella 1. Lista delle Unità riproduttive avvistate o filmate nel 2023.

^a AC = Dentro Area contigua; FA= fuori Area Contigua

Nu m. pro gr.	Codi ce FW C	N avv.	SIM	MI R	MF	CAS .	Data primo avvistamento (n. piccoli)	Data ultimo avvistamento (n. piccoli)	Località	Contest o ^a
1	FWCo 01-2023	53	no	si	no	si	21/05/2023 (n=2)	31/08/2023 (n=2)	Villalago, Pescina, Ortona dei Marsi, Venere	AC/FA
2	FWCo 02-2023	17	no	si	si	si	07/06/2023 (n=3)	26/12/2023 (n=1)	Barrea, Civitella Alfedena, Roccacinquemiglia, Roccaraso	AC/FA
3	FWCo 03-2023	16	no	no	si	si	23/07/2023 (n=1)	05/11/2023 (n=1)	Civitella	AC
4	FWCo 04-2023	8	no	no	si	si	24/09/2023 (n=3)	25/10/2023 (n=3)	Civita d'Antino e Riserva Monte Salviano	AC
5	FWCoo 5-2023	7	si	no	si	si	14/08/2023 (n=1)	11/09/2023 (n=1)	Gioia dei Marsi, Pescasseroli, Ortona dei Marsi	AC
6	FWCo 06-2023	8	si	no	si	si	23/08/2023 (n=3)	10/10/2023 (n=3)	Campoli Appenninico, Villavallelonga	AC
7	FWCo 07-2023	1	no	no	no	si	08/11/2023 (n=3)	08/11/2023 (n=3)	Castel di Sangro/Roccaraso	AC/FA
8	FWCo 08-2023	3	no	no	si	no	19/09/2023 (n=2)	28/09/2023 (n=2)	Riserva Naturale Regionale Monte Genzana e Alto Gizio	FA

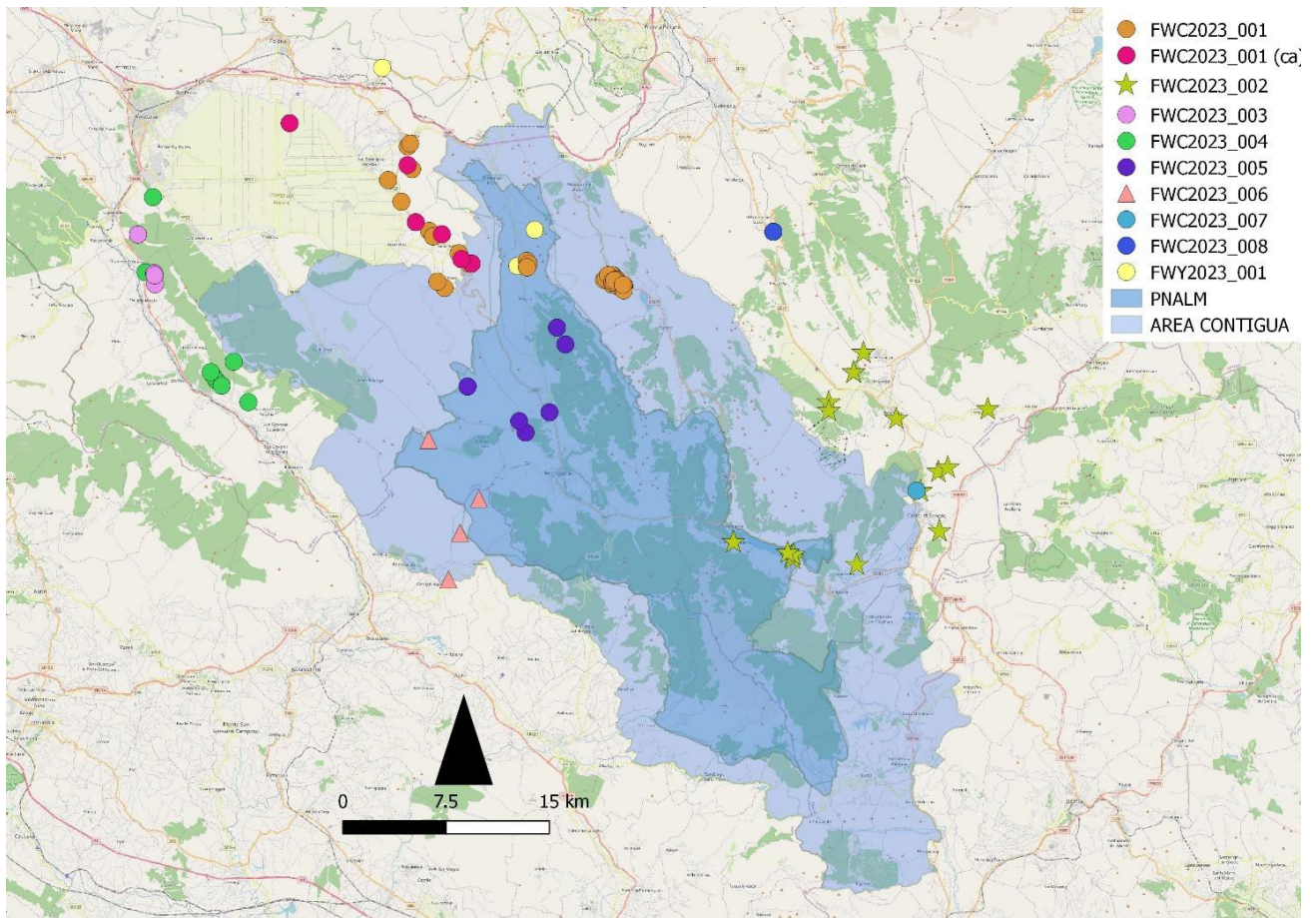


Figura 1. Distribuzione degli avvistamenti delle 8 unità familiari conteggiate nel PNALM, Area contigua e fuori Parco nel 2023.

3. DISCUSSIONE

3.1. Esito delle conte e dinamica negli ultimi 18 anni

In base alle stime condotte su base genetica all'interno del territorio del PNALM e Area Contigua tra il 2008 e il 2014, la popolazione di orsi si assesta a circa 50 orsi (IF 95% = 45-69; Ciucci et al. 2015). Dal 2006 al 2023 si sta assistendo nel PNALM a livelli di produzione (numero di unità familiari) e produttività annuale (numero di cuccioli nati) compatibili con le massime capacità riproduttive per questa popolazione (Tosoni et al. 2017a e b). Ogni anno si osservano in media 4 femmine con piccoli (min 1-max 9) e 8 nuovi nati (min 3 – max 16), valori in linea con le massime capacità riproduttive per una popolazione stimata di 50-60 orsi (Tosoni et al. 2017a e b; AA.VV. a2017-2023). Infatti, assumendo che la proporzione di femmine adulte sia simile a quella osservata in altre popolazioni protette (i.e., 0.274–0.280; Eberhard and Knight 1996; Nawaz et al. 2008), in una popolazione così stimata numericamente, dovremmo attenderci in media circa 14-15 femmine adulte, valori in linea con quelli stimati in questa popolazione. Considerando che nel PNALM le femmine di orso si riproducono ogni 3-4 anni (Tosoni et al. 2017 a e b), non dovremmo attenderci, quindi, più di 4-5 femmine con piccoli ogni anno. Osservando la serie temporale degli ultimi 18 anni, l'andamento annuale delle unità familiari e il numero dei cuccioli risulta stabile, ovvero non aumentano o diminuiscono. Tuttavia, si rileva un aumento dell'indice del numero di femmine adulte riproduttive presenti nella popolazione, indicativo di un costante reclutamento di nuove

femmine che contribuiscono alla nascita di cuccioli e che potrebbe suggerire una ripresa della popolazione. Inoltre, dal 2015 ad oggi, sono stati osservati dei picchi di riproduzione non solo negli anni successivi a quelli di abbondanza di frutti calorici come quelli del faggio (i.e. pasciona), fenomeno osservato anche nel decennio precedente, ma anche al di fuori di questi che in genere si verificano con una ciclicità di 3-5 anni in Appennino: fattore che evidenzia gli ancora ottimali livelli di produttività trofica dell'area di studio (Figura 2). Dal 2006 al 2022 sono nati almeno 144 individui e considerando una mortalità del 50% al primo anno, come stimata dai più recenti modelli pubblicati (Gervasi et al. 2017), almeno 72 sono i cuccioli sopravvissuti al primo anno di vita. Considerando la probabilità di sopravvivenza per orsi maggiori di 1 anno (0.85-0.92, rispettivamente per maschi e femmine; Gervasi et al. 2017), è possibile che un numero atteso di circa 61-66 orsi potrebbe essere sopravvissuto alla età adulta. È da considerare, inoltre, che in base all'ultima stima di popolazione del 2014, la densità degli orsi per il PNALM e la sua Area Contigua è stata stimata di circa 4 orsi/100 km², un valore medio-alto se confrontato con altre popolazioni di orsi bruni in ambienti montani simili. Questo dato, insieme all'elevato grado di sovrapposizione delle aree vitali degli orsi dotati di radio collare e monitorati nel Parco (Tosoni, 2010) rende ad oggi plausibile ipotizzare che sia stata raggiunta (o sia prossima) la capacità portante del Parco. Nonostante i buoni conteggi annuali, il numero medio di piccoli per femmina che una madre riesce ad allevare ogni anno, detto anche tasso riproduttivo, è pari soltanto a 0.18-0.23, a seconda del metodo utilizzato, risultando tra i più bassi noti in Europa e non solo (Tosoni et al. 2017a). Il tasso riproduttivo dipende da molti fattori quali: l'età di prima riproduzione, la dimensione della cucciolata, la sopravvivenza dei cuccioli e l'intervallo tra i parti. Le femmine di orso marsicano si riproducono con successo ogni 3 e 4 anni ed è raro che lo facciano prima di avere compiuto 6-8 anni (Tosoni et al. 2017a). Inoltre, alcune femmine nell'area del PNALM non si sono mai apparentemente riprodotte anche per dieci anni consecutivi. D'altra parte, le valutazioni dello stato riproduttivo degli orsi si basano su osservazioni che avvengono dopo l'uscita dalla tana, spesso anche a primavera o estate inoltrata. Pertanto, non è possibile escludere che ci sia stata riproduzione ma con la morte prematura di cuccioli (Schwartz et al. 2006). Numerosi sono i fattori che possono influire sulla mancata riproduzione di una femmina e spiegare, quindi, i bassi tassi riproduttivi osservati (Tosoni et al. 2017 a e 2017b). In popolazioni a media - alta densità, come quella del PNALM, potrebbero intervenire anche dei fattori di autoregolazione densità dipendenti che potrebbero incidere sul successo riproduttivo delle femmine, con un ritardo dell'età di primo parto (anche di 8-10 anni), un allungamento degli intervalli tra i parti, attraverso meccanismi di inibizione sociale da parte di femmine dominanti, e ridotta sopravvivenza dei cuccioli a causa infanticidio dei maschi adulti (Miller et al. 2003, Gende and Quin 2004, McLellan 2005, STØEN et al. 2006, Steyaert et al. 2013). La popolazione appenninica è anche caratterizzata da una bassa diversità genetica e da alti livelli di consanguineità (Lorenzini et al. 2004; Benazzo et al. 2017), fattori che potrebbero favorire l'insorgenza di effetti depressivi, come :1) una ridotta massa corporea dei giovani alla nascita e quindi bassa sopravvivenza e 2) una ridotta fecondità delle femmine adulte (Keller e Waller 2002). Secondo alcuni autori un basso tasso riproduttivo potrebbe dipendere anche dalla scarsità di cibo, in particolare per le femmine (Hilderbrand et al. 1999, Ferguson and McLoughlin 2000). Per quanto riguarda il PNALM, ad oggi, tutta una serie di elementi oggettivi sembrano confermare il buono stato di salute degli orsi e l'assenza di stress nutrizionali, confermando il territorio del Parco come un ecosistema ancora produttivo. Questi sono relativi a: 1. le indicazioni di uso delle risorse desunte dagli orsi muniti di collari

satellitari e dagli studi sulla dieta condotti tra il 2004 e il 2014 (Ciucci et al. 2014; Tosoni et al. 2017c; Careddu et al. 2021) 2. le condizioni fisiche e gli indici di biomassa degli animali catturati a scopo di studio e dai loro profili metabolici (dati PNALM); 3. le dimensioni medie alte delle cucciolate (70% delle femmine fa nascere da 2-3 cuccioli) e la frequenza di riproduzione delle femmine di orso (Tosoni et al. 2017 a e 2017b); 4. valutazioni qualitative di abbondanza e qualità delle risorse trofiche (Tosoni 2010; Ciucci et al. 2014; Tosoni et al. 2017a e 2017b; AA.VV. 2017-2022).

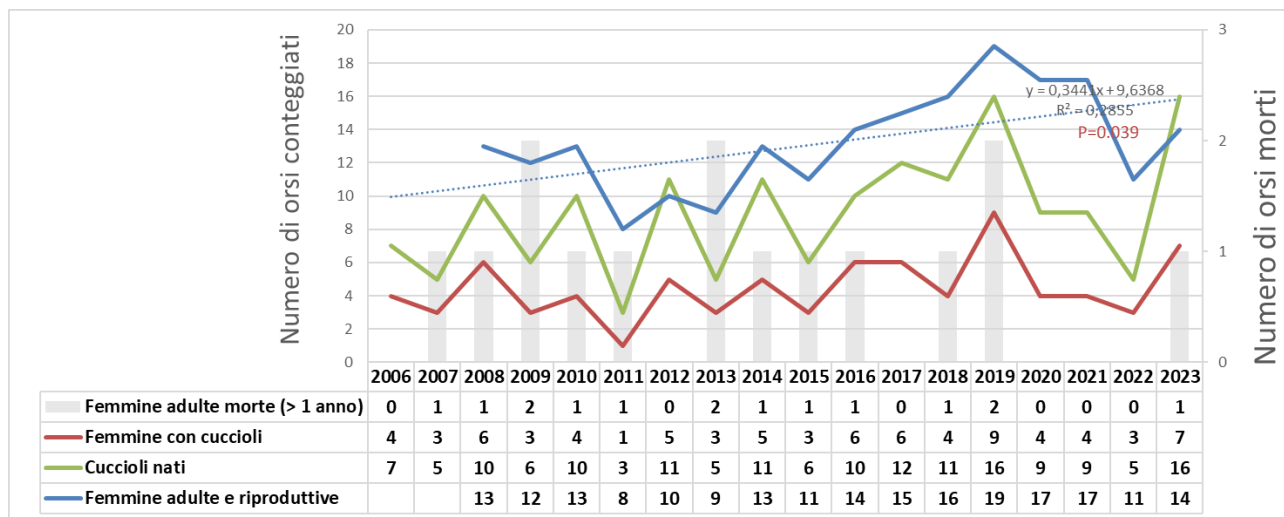


Figura 2. Andamento del numero di femmine adulte, gruppi familiari e numero di piccoli nati nel corso degli anni 2006-2023 nel PNALM e Area Contigua (asse di sinistra). È riportato anche il numero di femmine adulte rinvenute morte (asse di destra). Sono anni di pasciona di faggio il 2007, il 2011, 2013 e 2018. Eventuali variazioni nei conteggi per le annualità 2010 sono riconducibili all'applicazione dei nuovi criteri spaziotemporali elaborati nel 2017 (Tosoni et al. 2007a). Per quanto riguarda il 2020 le conte in simultanea non sono state realizzate a causa della pandemia e il numero minimo di gruppi familiari accertati, in base agli avvistamenti di femmine con piccoli dell'anno precedente avvenuti nel 2021 è stato di 2. Nel grafico, tuttavia è stato riportato un valore medio in base alle annualità precedenti. Un'altra variazione, rispetto ai grafici delle annualità precedenti riguarda l'anno 2021, con l'aggiunta di un'unità familiare osservata in Molise e associata a due piccoli dell'anno. Per ogni anno, il numero di femmine adulte è ottenuto sommando le unità riproduttive nei 2 anni precedenti, includendo quelle dell'anno in corso, in considerazione del fatto che le femmine si riproducono ogni 3 anni (Knight et al.1995).

Complessivamente i dati degli ultimi anni sembrerebbero essere compatibili con uno scenario di stabilità della presenza delle femmine nell'area del PNALM, ma anche di ripresa ed espansione della popolazione (Figura 3). Nell'ambito delle attività delle Reti di Monitoraggio (Rete Abruzzo e Molise e Rete Lazio), nel solo 2021 è stata documentata la frequentazione di aree esterne dal Parco da parte di 45 esemplari di orso campionati geneticamente, compresi individui di sesso femminile (AA.VV. 2022). Dal 2014 ad oggi è stata documentata la presenza in aree fuori parco di oltre 20 femmine e di gruppi familiari: da un minimo di 0 esemplari nel 2015 e nel 2017, fino a 7 gruppi nel 2023. Le segnalazioni delle femmine hanno interessato prevalentemente le aree a Nord Ovest, Nord Est e Sud Est del PNALM e, osservando l'attuale mappa di distribuzione, l'area utilizzata dalle femmine e/o femmine con piccoli risulta quasi raddoppiata rispetto a quella del 2014 (Figura 3). È stata verificata non solo la presenza di femmine in aree prima apparentemente occupate da individui di sesso maschile (Ciucci et al. 2017), ma il potenziale inizio di micro-popolazioni al di fuori del PNALM. Tutte le femmine sono state campionate in un raggio massimo di

circa 30 km dalla *core area* (AA.VV. b2019, 2021). La dispersione verso nuove aree è un comportamento naturale nel mondo animale e nell'orso può essere influenzata da numerosi fattori ambientali (i.e. disponibilità di territori nelle aree periferiche di presenza della specie) e sociali (i.e. valori di densità, capacità portante dell'area di studio) e comportamentali (i.e. filopatria delle femmine) (McLellan and Hovey 2001; Støen et al. 2016). È l'unica strategia che gli animali mettono in atto per evitare di accoppiarsi con consanguinei o di competere per il cibo, e soprattutto per avere occasioni di riprodursi. Come evidenziano recenti modelli di simulazione (Gervasi & Ciucci 2018) e come discusso in Penteriani et al. (2020), il fattore principale che incide sul futuro di questa specie è la mortalità, in particolare quella a carico delle femmine adulte. I livelli di mortalità persistenti, ovvero pari ad un numero minimo di 2-3 orsi morti/anno di cui più dell'85% è attribuibile all'uomo (Gervasi & Ciucci 2018), è uno dei fattori che contribuisce maggiormente sulla lenta crescita numerica ed espansione di questa popolazione. In base ai risultati di modelli di simulazioni demografici elaborati in Gervasi & Ciucci (2018), emerge che allo stato attuale, ovvero in base ai parametri riproduttivi osservati e ai livelli di mortalità riscontrati, il rischio di estinzione per questa popolazione nei prossimi 100 anni non è trascurabile (probabilità del 11-21%), con una possibile riduzione significativa della popolazione stessa nella *core area* (i.e., 25 orsi). Considerando che sono necessari 12 anni per rimpiazzare una femmina adulta morta nella popolazione, non sorprende che sia la sopravvivenza delle femmine adulte, e in minore misura quella dei cuccioli, a determinare nel lungo termine la dinamica della popolazione. In base agli stessi modelli, con una crescita numerica della popolazione anche di una decina di individui e/o un incremento della sopravvivenza delle femmine del 2-4%, la probabilità di estinzione si potrebbe dimezzare o addirittura azzerare. Tuttavia, gli orsi continuano ad avere difficoltà a muoversi dentro e fuori Parco. In base ai modelli di idoneità esistono oltre 5000 km² di area idonea in tutto l'Appennino, che potrebbe ospitare oltre 200 orsi (Maiorano et al. 2019). In base ai modelli di rischio, in media il 24% delle aree idonee è caratterizzata da un rischio di mortalità medio-alto (trappole ecologiche). Inoltre, la maggior parte delle aree di connessione tra il Parco e le aree di futura espansione, risultano non idonee alla presenza dell'orso o a fortissimo rischio di mortalità (Maiorano et al. 2019). I fattori di rischio che maggiormente incidono sulla sopravvivenza degli orsi sia dentro, sia fuori Area Contigua sono: incidenti stradali, bracconaggio, strutture pericolose (i.e. pozzi per abbeveraggio domestici) ferimento o uccisione non intenzionale durante le battute di caccia, aggressione da cani vaganti, diffusione di patologie trasmesse da ungulati domestici e cani, dipendenza alimentare da fonti trofiche di origine antropica disseminate nelle aree di connessione tra aree protette (discariche abusive di resti alimentari, punti di alimentazione per ungulati domestici) e spesso a ridosso di strade ad alto scorrimento. Sono da considerare, non da ultimo, due criticità emerse da una serie di studi condotti nel campo delle scienze sociali nel PNALM e fuori Parco: 1) nelle aree di recente espansione, il basso grado di accettazione per questa specie; 2) in aree protette storiche come il PNALM, una resistenza in alcune categorie di interesse, a mettere in atto buone pratiche per ridurre i conflitti, nonostante una generale percezione positiva della presenza del plantigrado (Glikman et al. 2023; Mayer et al. 2023).

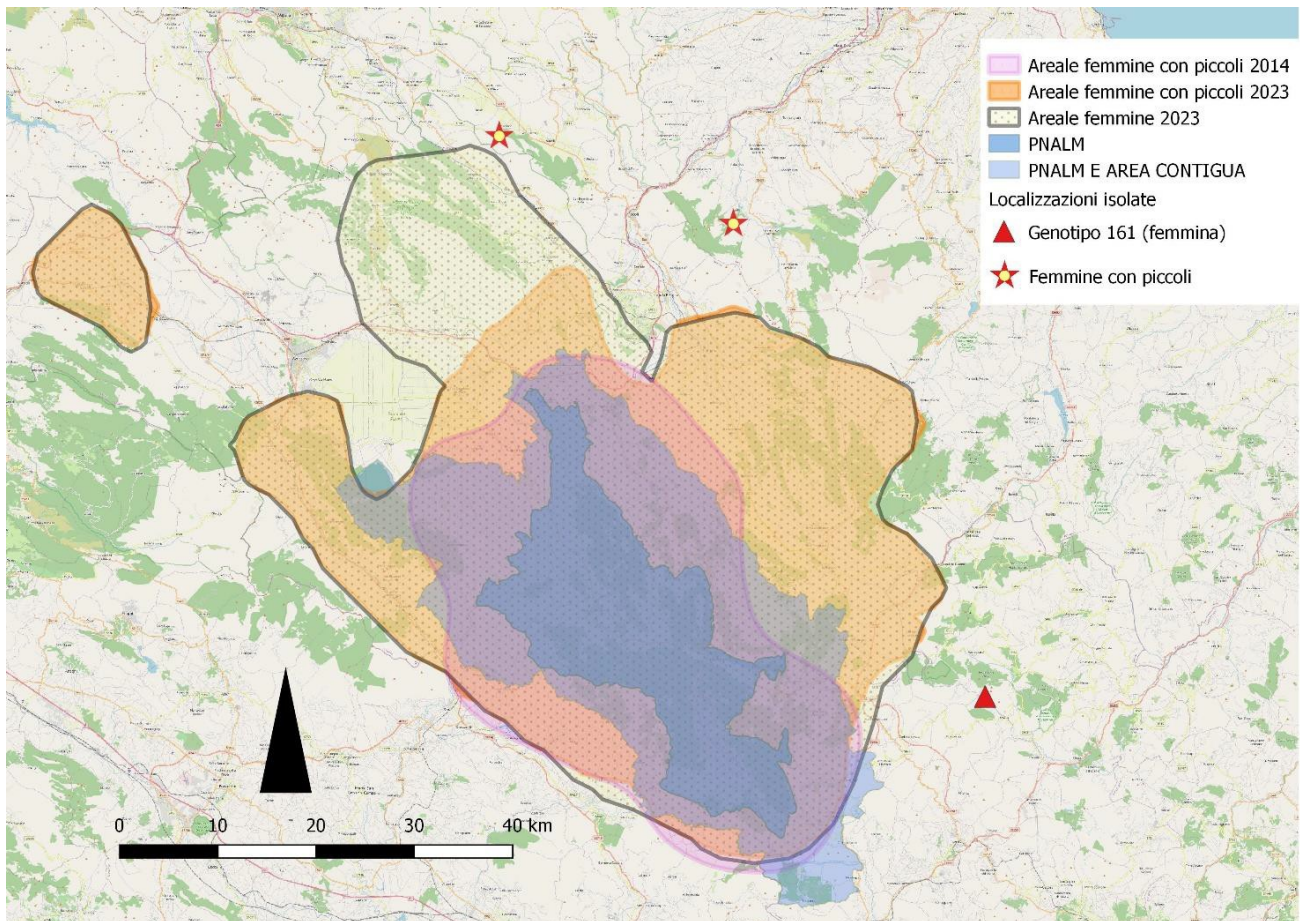


Figura 3. Mappa di distribuzione delle Femmine con piccoli e delle femmine aggiornata al 2023 e confronto con la distribuzione del 2014. Sono riportate i dati di FWC e/o femmine non rientrate del modello perché troppo isolate.

3.2. Criticità gestionali

L'anno 2023 si è caratterizzato per una serie di criticità legate alla presenza di femmine con piccoli in aree periferiche al PNALM. Il primo ha riguardato l'uccisione con una fucilata dell'orsa F17 o Amarena, associata a due piccoli dell'anno, nella Marsica Fucense, dove l'orsa aveva preso l'abitudine di alimentarsi in orti, frutteti e accumuli di carote lasciati per animali domestici. Amarena rientra nei 12 orsi che negli ultimi 20 anni hanno attivamente cercato cibo anche all'interno dei centri abitati (AA.VV.c 2017-2022). A questa si aggiungono nel 2023 diverse segnalazioni in zone abitate e danni a colture e/o piccoli allevamenti, dell'orsa F21 (Bambina), associata a 1 piccolo dell'anno (inizialmente la femmina era accompagnata da 3 cuccioli dell'anno, due dei quali però persi all'inizio della stagione, quando la stessa frequentava un'area di montagna) nonché diverse segnalazioni di questa femmina e di una seconda unità familiare, associata a 3 piccoli, sulla SS17 nei pressi di Castel di Sangro. Le altre criticità hanno riguardato la segnalazione di unità familiari in zone molto periferiche ad alcuni centri abitati della Val Roveto, esterni all'Area Contigua. Il fenomeno di orsi che si avvicinano alle zone urbane è estremamente variabile a livello annuale e in genere si acuisce tra agosto e settembre, ovvero all'inizio del periodo di "iperfagia", ma rientra nelle casistiche osservate anche in altre popolazioni di orsi che vivono in aree antropizzate, come lo è il PNALM (Baruch-Mordo et al. 2014; Elfström et al. 2014; Steyaert et al. 2016). Secondo

quanto riportato dagli studi in materia, ed è quello che emerge anche nel PNALM, questo fenomeno potrebbe essere causato da una moltitudine di fattori che spesso interagiscono tra loro (età, sesso, indole dell'animale, gerarchia sociale, fluttuazione stagionale e annuale delle fonti di cibo naturali, disponibilità e accessibilità di fonti di cibo di origine antropica, densità di popolazione) (Baruch-Mordo et al. 2014; Elfström et al. 2014; Steyaert et al. 2016). Da molti studi emerge che le aree urbane possono fare da “scudo di protezione” per giovani e femmine con piccoli, che fuggono dai maschi adulti potenzialmente aggressivi e competitivi. Per un orso che deve ingrassare di decine di chilogrammi in pochi mesi, inoltre, qualsiasi cibo di origine antropica è equivalente a cibo da *fast food*, ovvero nutriente, appetitoso, abbondante e acquisibile con poca fatica. A queste condizioni, alcuni animali, soprattutto in un'area protetta dove sono tutelati, possono prendere l'abitudine di frequentare zone abitate, dove le competizioni con altri orsi è pressoché minima. Rientrano in questo potere attrattivo anche gli accumuli di carote lasciati in enormi quantità per mucche e cavalli al pascolo nelle aree a Nord del Parco, con particolare concentrazione nella Marsica fucense. Questa risorsa, oltre a creare dipendenza (tonnellate di carote disponibili in tutta la stagione estiva e autunnale), è stata associata all'insorgenza di comportamenti confidenti (perdita di diffidenza nei confronti dell'uomo e frequentazione di centri abitati) e problematici (danni cronici ad attività antropiche). La criticità per la gestione dei conflitti con l'orso, soprattutto in aree marginali o fuori Parco, risiede quindi nella presenza diffusa e non gestita, in un contesto fortemente antropizzato, di fonti di cibo molto attrattivo, altamente calorico e facilmente accessibile, dentro e fuori i centri abitati. Per una trattazione di maggiore dettaglio della problematica si rimanda alla relazione del 2023, relativa al monitoraggio delle femmine F27 (Licia) e F26 (Petra). Tali criticità si possono acuire in anni di minore disponibilità di risorse naturali, come risultato di cambiamenti climatici osservati stagionalmente e soprattutto in primavera, che potrebbero indurre in alcuni orsi una riorganizzazione dell'utilizzo nel territorio e un avanzamento in zone di fondo valle a maggiore rischio di conflitto con le attività antropiche, soprattutto in animali che frequentano zone periferiche (Zarzo-Arias et al. 2021). Ai fini di promuovere la coesistenza con questa specie e quindi ridurre i conflitti, risulta pertanto prioritario su tutto rimuovere o rendere inaccessibili tutte le potenziali risorse trofiche (carotai, alberi da frutta e rifiuti) e mettere in sicurezza (recinzioni, cancelli/porte idonee) specialmente all'interno di contesti urbani e periurbani e pianificare interventi selvicolturali mirati a mantenere la produttività elevata dell'area di studio (Penteriani et al. 2020).

3.3. Aspetti metodologici

3.3.1. Raccolta di campo

La raccolta dati del 2023 conferma l'importanza di : 1) assicurare uno sforzo costante e capillare di monitoraggio fotografico e tempestivo intervento in caso di avvistamenti da parte di terzi da maggio fino alla stagione autunnale; 2) mantenere uno sforzo mirato più costante e sistematico da parte del personale del Servizio di Sorveglianza e Carabinieri Forestali da maggio a luglio per favorire l'osservazione e la distinzione delle FWC nei periodi di maggiore sovrapposizione fra le medesime, cioè al di fuori della stagione del ramno; 3) mantenere uno sforzo di osservazioni in simultanea per ambito e su base settimanale nei periodi di maggiore osservabilità delle unità familiari ai ramneti, cioè nel mese di agosto e

eventualmente settembre in base alla maturazione del ramno; 4) anticipare le sessioni in simultanea o comunque mantenere un'elasticità nella loro programmazione in base al monitoraggio dello stato di maturazione delle bacche e delle condizioni climatiche stagionali.

3.3.2. Analisi dei dati

Da un punto di vista analitico, al fine di distinguere e conteggiare in maniera univoca il numero di femmine con piccoli è stata applicata, a partire dal 2006 la procedura riportata in Tosoni et al. (2017a). La procedura consiste nel costruire una matrice di avvistamenti, nell'effettuare confronti a coppie tra gli avvistamenti e nell'ordinarli in base al numero di differenze con tutti gli altri. Successivamente si procede a un confronto a coppie a rango decrescente, fino a raggiungere una conta minima del numero di unità familiari. Il metodo applicato come riportato in Tosoni et al. (2017a), produce stime conservative, ovvero che hanno una maggiore probabilità di sottostimare che sovrastimare i conteggi annuali. Negli ultimi anni, nella *core area* di presenza delle femmine con piccoli, si è potuto constatare una minore capacità discriminante della matrice che avrebbe portato una sottostima ulteriore, ovvero casi in cui femmine viste simultaneamente (e quindi realmente differenti) non sono emerse come diverse applicando la suddetta procedura. In altre circostanze, pur risultando alcune unità differenti (in base ai criteri spazio-temporali), la ricorrenza di occasioni in cui le unità sono invece risultate le stesse, ha fatto sì che la matrice le considerasse comunque uguali. Come già riscontrato negli anni precedenti, i rischi di sottostimare le unità FWC, ovvero che un'unità non emerga dall'analisi dei confronti multipli a coppie, aumenta nel caso di sovrapposizione territoriale di ≥ 3 FWC e soprattutto in presenza di numero ridotto di animali dotati di marche o collari, situazioni che si stanno verificando con più frequenza negli ultimi anni e che hanno richiesto l'applicazione di criteri meno conservativi. Negli ultimi anni sono anche aumentate le occasioni di avvistamento di femmine con piccoli da ottobre in poi (anche come conseguenza dell'aumentato sforzo di fototrappolaggio) e alcuni di questi avvistamenti sono risultati esclusivi, cioè hanno consentito di aggiungere femmine ai conteggi annuali. Tuttavia, in questa stagione una femmina nota ha effettuato degli spostamenti che, se analizzati con criteri estivi, avrebbero determinato il conteggio di un'ulteriore unità familiare. L'alta variabilità di spostamento degli orsi nella stagione autunnale, soprattutto nel caso delle femmine con piccoli, che potrebbero compiere spostamenti anche superiori a quelle delle femmine solitarie (Tosoni et al. 2017a), è la motivazione per cui questa stagione non era stata inclusa nell'elaborazione dei criteri. Tuttavia, per ottenere stime attendibili e che tengano conto della diversa mobilità ed avvistabilità delle femmine nel futuro, è fondamentale validare nuovi criteri per questa stagione. Infine, nel corso degli ultimi anni, l'aumento delle segnalazioni di gruppi familiari in aree esterne al PNALM o addirittura fuori core area, ha comportato un rischio di sovrastimare le unità familiari, ovvero di considerare diverse femmine che sono in realtà la stessa, come si è verificato nel 2023. Le femmine periferiche, sebbene il dato non sia stato analizzato con metodi statistici, mostrano delle modalità di spostamento più ampie rispetto a quelli misurati nel PNALM. Ciò è coerente con quanto riportato in letteratura, ovvero che in aree a bassa densità di orsi, come lo sono quelle di recente ricolonizzazione o in zone caratterizzate da frammentazione territoriale, come le aree fuori Parco, gli orsi possono ampliare i propri movimenti e anche le dimensioni dei propri home range. Risulta quindi

fondamentale per gli anni futuri aumentare il potere discriminante della matrice:

1) attraverso procedure automatizzate che tengano conto simultaneamente di più criteri e relativo rango di conservatività; 2) calcolando e calibrando nuovi *thresholds* stagionali integrando i dati telemetrici delle femmine monitorate nel PNALM dal 2014 ad oggi; 3) valutando la possibilità di calcolare e calibrare i *thresholds* per la stagione autunnale e le aree a bassa densità di orsi o marginali alla core area storica.

4. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 2017-2022. Rapporto Orso 2017-2022. Edizioni PNALM.
- AA.VV. 2018 -2022. Rete di monitoraggio per l'orso bruno marsicano in Abruzzo e Molise- Relazione 2017-2022. Edizioni PNALM.
- Baruch-Mordo, S., Wilson, K. R., Lewis, D. L., Broderick, J., Mao, J. S., & Breck, S. W. (2014). Stochasticity in natural forage production affects use of urban areas by black bears: implications to management of human-bear conflicts. *PloS one*, 9(1), e85122.
- Benazzo, A., Trucchi, E., Cahill, J. A., Delsler, P. M., Mona, S., Fumagalli, M., ... & Ometto, L. (2017). Survival and divergence in a small group: The extraordinary genomic history of the endangered Apennine brown bear stragglers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(45), E9589-E9597.
- Boscagli. 1999. Status and management of the brown bear in Central Italy (Abruzzo). Pages 81–84 in C. Servheen, S. Herrero, and B. Peyton, editors. *Bears. Status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups, IUCN, Gland, Switzerland.
- Careddu, G., Ciucci, P., Mondovì, S., Calizza, E., Rossi, L., & Costantini, M. L. (2021). Gaining insight into the assimilated diet of small bear populations by stable isotope analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 14118.
- Chao A. 1989. Estimating population size for sparse data in capture–recapture experiments. *Biometrics* 45:427–438.
- Chao A., Ma K.H., Hsieh T.J., H.C. CHIU. 2016. User's guide for online Program SPADE (Species-richness Prediction and Diversity Estimation in R). Online version March 2015; latest version September 2016. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/wpcontent/uploads/software/SpadeR_UserGuide.pdf. Accessed Jun 2017.
- Cherry S., White G.C., Keating K.A., Haroldson M.A., C.C. Schwartz. 2007. Evaluating estimators of the numbers of females with cubs-of-the-year in the Yellowstone grizzly bear population. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 12:195–215.
- Ciucci P., Tosoni, E., L. Boitani. 2009. Ricerca e conservazione dell'orso (*Ursus arctos marsicanus*) in Abruzzo: Conta delle femmine di orso con piccoli dell'anno (FCOY): tecnica e modalità di applicazione nel PNALM.
- Ciucci, P., Altea, T., Antonucci, A., Chiaverini, L., Di Croce, A., Fabrizio, M., ... & Morini, P. (2017). Distribution of the brown bear (*Ursus arctos marsicanus*) in the Central Apennines, Italy, 2005–2014. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 28(1), 86–91.
- Ciucci, P., and L. Boitani. 2008. The Apennine brown bear: A critical review of its status and conservation problems. *Ursus* 19:130–145.
- Ciucci, P., E. Tosoni, G. Di Domenico, F. Quattrociochi, and L. Boitani. 2014. Seasonal and annual variation in the food habits of Apennine brown bears, central Italy. *Journal of Mammalogy* 95:572–586.
- Ciucci, P., Gervasi, V., Boitani, L., Boulanger, J., Paetkau, D., Prive, R., & Tosoni, E. 2015. Estimating abundance of the remnant Apennine brown bear population using multiple noninvasive genetic data sources. *Journal of Mammalogy*, 96(1), 206–220.
- Ciucci, P., T. et al. 2017. Distribution of the brown bear (*Ursus arctos marsicanus*) in the central apennines, Italy, 2005–2014. *Hystrix* 28.
- Coogan, S. C. P., and D. Raubenheimer. 2016. Might macronutrient requirements influence grizzly bear-human conflict? Insights from nutritional geometry. *Ecosphere* 7:1–15.
- Elfström, M., Zedrosser, A., Støen, O. G., & Swenson, J. E. (2014). Ultimate and proximate mechanisms underlying the occurrence of bears close to human settlements: review and management implications. *Mammal Review*, 44(1), 5–18.
- Galluzzi, A., Donfrancesco, V., Mastrantonio, G., Sulli, C., & Ciucci, P. 2021. Cost of coexisting with a relict large carnivore population: Impact of Apennine brown bears, 2005–2015. *Animals*, 11(5), 1453.
- Gervasi, V., Boitani, L., Paetkau, D., Posillico, M., Randi, E., & Ciucci, P. (2017). Estimating survival in the Apennine brown bear accounting for uncertainty in age classification. *Population Ecology*, 59(2), 119–130.
- Gervasi, V., L. Boitani, D. Paetkau, M. Posillico, E. Randi, and P. Ciucci. 2017. Estimating survival in the Apennine brown bear accounting for uncertainty in age classification. *Population Ecology* 59:119–130.
- Keating K.A., Schwartz C.C., Haroldson M.A., and D. Moody. 2002. Estimating numbers of females with cubs-of-the-year in the Yellowstone grizzly bear population. *Ursus*, 161–174.
- Knight R.R., Blanchard B.M., L.L. Eberhardt. 1995. Appraising status of the Yellowstone grizzly bear population by counting females with cubs-of-the-year. *Wildlife Society Bulletin* 23:245–248.
- Krebs C. J., Cowcill K., Kenne A. J., R. Boonstra. 2009. Climatic determinants of berry crops in the boreal forest of the south-western Yukon. *Botany* 87:401–408.
- Maiorano, L., Chiaverini, L., Falco, M., & Ciucci, P. (2019). Combining multi-state species distribution models, mortality estimates, and landscape connectivity to model potential species distribution for endangered species in human dominated landscapes. *Biological Conservation*, 237, 19–27.
- Mattson D.J., Blanchard B.M., R.R. Knight. 1991. Food habits of Yellowstone grizzly bears, 1977–1987. *Canadian Journal of Zoology* 69:1619–1629.
- MCloughlin C.R., Matula JR. G.J., R.J. O'Connor. 1994. Synchronous reproduction by Maine black bears. *International Conference on Bear Research and Management* 9:471–479.
- McLellan, B. N., Mowat, G., & Lamb, C. T. (2018). Estimating unrecorded human-caused mortalities of grizzly bears in the Flathead Valley, British Columbia, Canada. *PeerJ*, 6, e5781.

- Mclellan, B. N., Mowat, G., Hamilton, T., & Hatter, I. (2017). Sustainability of the grizzly bear hunt in British Columbia, Canada. *The Journal of Wildlife Management*, 81(2), 218-229.
- Noyce, K. V., P. B. Kanno, and M. R. Riggs. 1997. Black bears as ant-eaters: Seasonal associations between bear myrmecophagy and ant ecology in north-central Minnesota. *Canadian Journal of Zoology* 75:1671-1686.
- Schwartz C.C., Haroldson M.A, Cherry S., K.A. Keating. 2008. Evaluation of rules to distinguish unique Female grizzly bears with cubs in Yellowstone. *Journal of Wildlife Management* 72:543-554.
- Steyaert, S. M. J. G., Leclerc, M., Pelletier, F., Kindberg, J., Brunberg, S., Swenson, J. E., & Zedrosser, A. (2016, June). Human shields mediate sexual conflict in a top predator. In *Proc. R. Soc. B*(Vol. 283, No. 1833, p. 20160906). The Royal Society.
- Tosoni E., Boitani L., Mastrantonio G, Latini R., P. Ciucci. 2017a. Unduplicated counts of females with cubs in the Apennine bear population, 2006-2014. *Ursus* 28:1-14.
- Tosoni E., Boitani E, Gentile L., Gervasi V., Latini R., P. Ciucci. 2017b. Assessment of key reproductive traits in the Apennine brown bear (*Ursus arctos marsicanus*) population: 2005-2014. *Ursus* 28:105-116.
- Tosoni, E. 2010. Indagini ecologiche relative alla popolazione di orso bruno (*Ursus arctos marsicanus*) nel territorio del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise. Tesi di Dottorato, Università "La Sapienza", Roma, IT.
- Tosoni, E., M. Mei, and P. Ciucci. 2018. Ants as food for Apennine brown bears. *The European Zoological Journal* 85:342-348.ⁱ
-