

LA FAUNA SELVATICA



estratto da

SEGNALI
DAL CLIMA

FVG

CAMBIAMENTI
IMPATTI
AZIONI

Settembre 2025

LA FAUNA SELVATICA

- 7 AUMENTA LA TEMPERATURA,
CAMBIANO CONDIZIONI DI VITA E
RISORSE PER LA FAUNA SELVATICA
- 13 IL BIANCO NON VA PIÙ DI MODA:
CAMBIA IL RAPPORTO TRA ANIMALI
E INVERNO
- 17 LA GRANDE CORSA VERSO IL NORD
E VERSO LA CIMA (MA LA CIMA
PRIMA O POI FINISCE)
- 23 PREDATORI SENZA FRIGORIFERO
- 27 COME SI STUDIANO GLI EFFETTI DEI
CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA
FAUNA

“Segnali dal Clima in FVG” è realizzato da:
ARPA FVG - Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente
del Friuli Venezia Giulia *nell’ambito dell’attività di coordinamento
e segreteria del “Gruppo di lavoro tecnico scientifico Clima
FVG” istituito dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia con
Decreto DC Difesa dell’ambiente, energia e sviluppo sostenibile,
n. 2137 del 04/05/2022*

Coordinamento editoriale:
Federica Flapp, Fulvio Stel

Elaborazione grafica:
Michela Mauro

“Segnali dal Clima in FVG” ospita articoli firmati da vari autori:
ciascun autore è responsabile per i contenuti (testi, dati e
immagini) dei propri articoli ed esclusivamente di essi.

ARPA FVG, gli altri enti del “Gruppo di lavoro tecnico scientifico
Clima FVG” e i singoli autori non sono responsabili per l’uso
che può essere fatto delle informazioni contenute in questa
pubblicazione.

Ove non diversamente specificato, le immagini sono state
fornite dagli autori dei diversi contributi, che se ne assumono la
responsabilità, o sono tratte da:

<https://pixabay.com/it/>
<https://www.google.com/maps>
<https://climatevisual.org>
<https://unsplash.com/it>
<https://www.pexels.com/it-it/>
<https://www.flickr.com>

La foto di copertina è di Emanuele Esposito

ARPA FVG
Via Cairoli, 14 - 33057 Palmanova (UD)
Tel +39 0432 922 611 - Fax +39 0432 922 626
www.arpa.fvg.it
<https://x.com/arpafvg>
<https://www.instagram.com/arpafvg/>
https://www.youtube.com/channel/UCd04ue_5J9nkZzuTet2ISrg
<https://www.linkedin.com/company/arpa-fvg/>
[posts/?feedView=all](https://www.facebook.com/arpafvg/)
<https://www.facebook.com/arpafvg/>

Questo prodotto è rilasciato con licenza Creative Commons -
Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0):
Può essere quindi utilizzato citando la fonte, nel rispetto delle
condizioni qui specificate:
informazioni generali [https://creativecommons.org/licenses/
by/4.0/deed.it](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.it)
licenza [https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
legalcode.it](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.it)



Come citare questa pubblicazione:
Segnali dal clima in FVG. Notizie dal Gruppo di lavoro tecnico-
scientifico Clima FVG. (ARPA FVG, 2025)

Segnali dal Clima

Come sta cambiando il clima in Friuli Venezia Giulia e come cambierà in futuro? Con quali effetti su ambiente, economia e società? Quali strumenti e conoscenze abbiamo a disposizione, nella nostra regione, per agire sulle cause dei cambiamenti climatici e per ridurre gli impatti? Come si stanno attivando le istituzioni, la società, gli enti scientifici e di ricerca?

A queste domande, anno dopo anno, cerca di rispondere *Segnali dal clima in FVG*, una pubblicazione divulgativa che racconta i cambiamenti climatici partendo da un'ottica locale e regionale e affrontando questo grande tema da tre prospettive: CAMBIAMENTI, IMPATTI, AZIONI.

Il 2024 è stato l'anno più caldo mai registrato in Friuli Venezia Giulia, come anche a livello globale: un record che si inserisce in una tendenza climatica ben evidenziata dai dati e che proseguirà in futuro. Per far fronte ai cambiamenti del clima e alle loro molteplici implicazioni, nel 2025 la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha avviato il percorso per elaborare LA STRATEGIA E IL PIANO CLIMA FVG: gli strumenti per pianificare, con un approccio integrato e innovativo, le azioni regionali per la mitigazione e per l'adattamento ai cambiamenti climatici. L'edizione 2025 dei *Segnali* si apre quindi con una sezione che illustra questo percorso, che si svilupperà con la partecipazione dei diversi attori del territorio e della cittadinanza. È quindi fondamentale promuovere la conoscenza e la consapevolezza di tutta la popolazione riguardo a questi temi.

Attraverso le pagine dei *Segnali*, gli esperti degli enti che compongono il Gruppo di lavoro tecnico-scientifico Clima FVG raccontano e spiegano i diversi eventi, fenomeni e attività collegati ai cambiamenti climatici, mettendo a disposizione le loro conoscenze con l'obiettivo di renderle accessibili e interessanti per tutta la cittadinanza. Come? Traducendo le informazioni tecnico-scientifiche in un linguaggio comprensibile e utilizzando esempi, immagini, infografiche che le rendono più chiare e immediate. Ma rendere più semplici e accessibili argomenti complessi non significa banalizzarli: attraverso la lettura di *Segnali dal clima in FVG* il lettore può rendersi conto di come tutti gli elementi - i cambiamenti dei diversi fattori climatici, le

implicazioni per i vari sistemi naturali e settori socio-economici, le risposte che possiamo mettere in campo - siano interconnessi. E di come ciò che avviene nella nostra regione sia collegato a ciò che accade su scala planetaria.

“Capire le connessioni per affrontare i cambiamenti” diventa quindi il filo conduttore che ci accompagna nel percorso di lettura di questa terza edizione dei *Segnali*, che esplora alcune nuove tematiche: IL VERDE, nelle sue diverse declinazioni; la FAUNA SELVATICA; la SALUTE UMANA. Quest'ultima è tema centrale della sezione NOI E IL CLIMA, che quest'anno si arricchisce anche di nuovi contributi sulla psicologia ambientale, l'alimentazione sostenibile e i consumi energetici futuri per climatizzare le nostre case. Tema già presente nelle precedenti edizioni è quello delle acque interne, che viene qui sviluppato con particolare riferimento alla VITA NEI FIUMI.

Nell'intero percorso di lettura, ritroviamo più volte alcuni concetti e principi trasversali, fondamentali per uno sviluppo climaticamente resiliente: i servizi ecosistemici, la naturalità e connettività degli habitat, la necessità di affrontare con approcci integrati la crisi climatica che sta diventando sistemica.

Capisaldi di questo progetto editoriale rimangono le sezioni dedicate a IL METEO E IL CLIMA, I GHIACCIAI e IL MARE, che ogni anno forniscono aggiornamenti sugli andamenti di ciascun settore grazie alle serie storiche di dati analizzate dagli esperti, a cui si aggiungono nuovi approfondimenti.

Gli articoli di *Segnali dal Clima in FVG* sono il risultato del lavoro di decine di autori appartenenti agli enti del Gruppo di lavoro Clima FVG, che vi contribuiscono su base volontaria: perciò di anno in anno variano i temi generali e gli aspetti specifici che vengono esplorati e messi in evidenza. Ma *Segnali dal clima in FVG* non “invecchia” rapidamente: rimangono quindi a disposizione online le edizioni precedenti e tutta la ricchezza delle tematiche esplorate e degli argomenti trattati.

Questo impegno divulgativo condiviso ha ricevuto un importante riconoscimento internazionale, vincendo l'*EMS 2025 Outreach & Communication Award*, il premio per la sensibilizzazione e la comunicazione attribuito dalla European Meteorological Society.

**Il gruppo di lavoro tecnico-scientifico
Clima FVG**

L'ABC DEL CLIMA

I box o le pagine a sfondo arancione spiegano termini e concetti specifici utilizzati nell'articolo, fornendo le informazioni di base necessarie per una piena comprensione.

Lo sfondo arancione evidenzia anche i MINI-RIASSUNTI inseriti nella prima pagina di ciascun articolo.

APPROFONDIMENTI

I box o le pagine a sfondo azzurro contengono ulteriori informazioni sull'argomento, esempi specifici, contenuti extra e spiegazioni tecniche per chi sia interessato a una lettura più approfondita.

CONSIGLI PRATICI

I box o le pagine a sfondo verde propongono suggerimenti sui comportamenti che ciascuno può adottare a livello personale per adattarsi a cambiamenti climatici e/o ridurre le emissioni di gas serra.

GRUPPO DI LAVORO TECNICO-SCIENTIFICO CLIMA FVG

Il gruppo di lavoro tecnico-scientifico “Clima FVG” istituito dalla Regione autonoma Friuli Venezia Giulia nel 2022 riunisce le eccellenze tecniche e scientifiche presenti in FVG, in grado di fornire all’amministrazione regionale e a tutti gli enti e soggetti del FVG le conoscenze più aggiornate per affrontare i cambiamenti climatici sul nostro territorio.

Ad ARPA FVG è stato affidato il coordinamento del team, che è composto da esperti di ICTP, OGS, CNR, delle Università di Udine e di Trieste e della stessa Regione: gli stessi che avevano elaborato e pubblicato, nel 2018, il primo **Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli Venezia Giulia**.

Il Gruppo di lavoro Clima FVG innanzitutto facilita la condivisione e la collaborazione tra i soggetti esperti che in regione producono conoscenze tecnico-scientifiche sui cambiamenti climatici e sui loro effetti.

Fornisce quindi un **orientamento** e un **supporto consultivo alla pianificazione** regionale delle azioni per il clima e in particolare per **l’adattamento ai cambiamenti climatici**.

L’attività del gruppo Clima FVG favorisce poi il **trasferimento delle conoscenze** scientifiche ai tecnici che le applicheranno sul territorio.

E infine, tutti i componenti del gruppo di lavoro credono che sia indispensabile divulgare queste **conoscenze alla cittadinanza**, promuovendo quella che si chiama “climate literacy” ovvero **l’alfabetizzazione climatica** che mette ciascuno di noi in condizione di comprendere la propria influenza sul clima e l’influenza del clima su ciascuna persona e sulla società.

La redazione di “Segnali dal Clima in FVG” è un primo passo per dare concretezza a questo fondamentale obiettivo.

GLI ENTI E LE PERSONE



ARPA FVG – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente



CNR - Istituto di Scienze Marine di Trieste



CNR - Istituto di Scienze Polari



ICTP - International Centre for Theoretical Physics di Trieste



OGS - Istituto nazionale di oceanografia e di geofisica sperimentale di Trieste



Regione autonoma Friuli Venezia Giulia



Università degli Studi di Trieste



Università degli Studi di Udine



Fulvio Stel (coordinatore) e Federica Flapp



Fabio Raicich



Renato R. Colucci



Filippo Giorgi



Cosimo Solidoro



Silvia Stefanelli



Giovanni Bacaro



Alessandro Peressotti

LA FAUNA SELVATICA

estratto da

SEGNALI DAL CLIMA FVG CAMBIAMENTI IMPATTI AZIONI

notizie dal

GRUPPO DI LAVORO TECNICO SCIENTIFICO CLIMA FVG

Settembre 2025

LA FAUNA SELVATICA

Vulnerabilità e adattamenti degli animali selvatici di fronte al clima che cambia

I cambiamenti climatici hanno impatti molteplici e interconnessi sulla fauna selvatica, che gli articoli di questa sezione ci aiutano a comprendere.

L'aumento delle temperature influenza in diversi modi il comportamento e la fisiologia degli animali selvatici, accrescendo lo sforzo che devono fare per adattarsi e alterando la disponibilità di risorse.

L'inverno, ad esempio, sta perdendo le sue caratteristiche tradizionali, rendendo "obsoleto" le strategie di sopravvivenza che le specie hanno sviluppato nel tempo, come pellicce invernali e letargo.

Considerando gli impatti a livello di habitat, vediamo poi come l'aumento della temperatura stia spingendo alcune specie a rifugiarsi in quote più alte o a espandersi verso nord. Alcuni animali ne traggono vantaggio, mentre per altri gli areali idonei si riducono.

L'aumento delle temperature influenza anche la mortalità invernale degli ungulati e la disponibilità di carcasse, innescando una serie di conseguenze lungo la catena alimentare.

Gli esperti studiano questi fenomeni con diverse tecniche, dal tracciamento GPS alle fotocamere a infrarossi, ma per comprenderli bene servono studi di lungo periodo.

AUMENTA LA TEMPERATURA, CAMBIANO CONDIZIONI DI VITA E RISORSE PER LA FAUNA SELVATICA



Foto: Wanax01, CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons

Cervo (*Cervus elaphus*).

Le specie animali si sono evolute in periodi relativamente lunghi, in contesti ambientali e climatici che ne hanno selezionato la forma, la fisiologia e il comportamento.

Il riscaldamento globale e il cambiamento climatico stanno producendo effetti diversi e repentini sul mondo animale: da un lato inducono gli individui a rispondere all'innalzamento della temperatura attraverso maggiori consumi di energia e ne modificando il comportamento, dall'altro agiscono sulla disponibilità delle risorse.

L'innalzamento della temperatura può influenzare in diversi modi la vita, la sopravvivenza e la distribuzione delle specie animali selvatiche. Il sistema alpino e di riflesso le aree a più alta latitudine rappresentano un ottimo campo di lettura dell'effetto dell'innalzamento della temperatura e del cambiamento climatico sulla fauna.

L'innalzamento della temperatura influenza infatti lo sforzo che una specie deve fare per adattarsi a queste nuove condizioni, ma anche indirettamente la disponibilità di risorse.



Foto: Università degli Studi di Udine

La lince eurasiatica mostra adattamento ai climi freddi anche grazie alla presenza di una coda corta.

CAMBIA LA TEMPERATURA, AUMENTA LO SFORZO PER TERMOREGOLARSI

Come primo effetto diretto, la variazione della temperatura influenza lo “sforzo” che la specie, di mammifero o di uccello, deve fare per termoregolarsi: infatti ogni specie ha un **range di “termoneutralità”** specifico entro il quale il suo dispendio energetico per mantenere la temperatura corporea costante è minimo. Invece nel caso delle specie che variano la loro temperatura al variare di quella esterna - invertebrati, pesci, anfibi e rettili - quest’ultima ne influenza direttamente i ritmi di vita, la sopravvivenza e la distribuzione.

I mammiferi, così come altri gruppi di animali, adottano **strategie per adattarsi alle variazioni di temperatura**:

- andare in **ibernazione** (o letargo), ovvero rallentare i ritmi di vita, e spendere meno energie;
- trovare **luoghi**, più o meno vicini, dove minore è la variazione di temperatura e questa temperatura meglio si adatta alla termoneutralità;

- cambiare **sistemi di isolamento** (ad esempio il pelo o aggregarsi in gruppo o deporre grasso).

La **temperatura** non influenza solo le strategie metaboliche, di muta e i movimenti, ma **influenza anche il fenotipo** (ovvero le caratteristiche morfologiche e fisiologiche e comportamentali osservabili) delle singole popolazioni di una stessa specie, motivo per cui, proprio a causa di aspetti termoregolativi, il lupo italiano pesa 30 kg mentre i lupi del nord del Nord America possono superare i 50 kg.

Altro esempio utile a comprendere come le specie animali si adattano a temperature che sono esterne alla termoneutralità è la riduzione della lunghezza della coda o degli arti, al fine di disperdere meno calore. In questo senso **i felini che hanno dei range di termo neutralità relativamente ridotti**, che li rendono più sensibili alle basse e alle alte temperature, possono adottare delle strategie anche morfologiche come la coda corta: un esempio è la lince eurasiatica. Inoltre possono variare la massa corporea, come già illustrato nell’esempio del lupo, nel rispetto della regola di Bermann e di Allen

LE REGOLE DI BERGMANN E ALLEN SU FORMA E DIMENSIONI DEGLI ANIMALI IN RELAZIONE AL CLIMA

Le regole di Bergmann e Allen sono principi ecologici che descrivono come la dimensione e la forma del corpo degli animali, specialmente gli omeotermi, può variare in relazione al clima.

La regola di Bergmann afferma che, in media, le popolazioni di animali a sangue caldo che vivono in climi più freddi tendono ad avere dimensioni corporee maggiori rispetto a quelle che vivono in climi più caldi.

Questa regola è basata sull'evidenza che un corpo più grande ha un rapporto superficie/volume inferiore, il che significa che disperde meno calore rispetto a un corpo più piccolo, aiutando a mantenere il calore corporeo in ambienti freddi.

La regola di Allen invece, stabilisce che gli animali omeotermi in climi freddi tendono ad avere appendici corporee (come zampe, orecchie, code) più corte, rispetto a quelli che vivono in climi più caldi. Le appendici, come le zampe o le orecchie, hanno un rapporto superficie/volume maggiore, il che significa che disperdono più calore: quindi, in climi freddi, gli animali tendono ad avere appendici più corte per ridurre la perdita di calore.



Foto: Università degli Studi di Udine

La zampa della linca con la presenza di molti peli negli spazi interdigitali evidenzia l'adattamento alla copertura nevosa.

CAMBIA LA DISPONIBILITÀ DELLE RISORSE

Accanto a questi effetti diretti, la temperatura, che in ecologia viene definita come una condizione, influenza la disponibilità di risorse, ovvero tutto quello che è consumabile. Nel nostro immaginario possiamo pensare all'erba per i cervi o i cervi per i lupi, ma non è solo così: tra le risorse ci sono pure le aree che queste specie possono occupare. Ritornando alla temperatura, usando l'esempio dell'erba, è facile capire come alte temperature possono "invecchiare" l'erba e combinate a scarse e meno estese precipitazioni possono di fatto influenzare in maniera decisa l'uso del territorio e addirittura la sopravvivenza e il successo riproduttivo della specie, che trova meno risorse e più localizzate o concentrate.



25.78 inHg - 0 32°F (01/08/2024 07:54AM CAMERA1



26.10 inHg ↑ 0 -1°C (01/20/2020 01:01AM RAMARA2

Immagine di lupo e cerva nelle Alpi Carniche durante il mese di gennaio: l'innalzamento delle temperatura negli inverni influenza la quantità di neve a terra, la disponibilità alimentare, i movimenti e l'uso degli spazi di prede e predatori.

EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI FATTORI ABIOTICI



Aumento della temperatura



Diminuzione della neve a terra, fino a certe altitudini (qualità e durata)



Variazione dell'umidità



Eventi catastrofici, alluvioni, tempeste e relativa modifica degli aspetti morfologici



Modifica delle precipitazioni

SOPRAVVIVENZA E DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE ANIMALI: QUALI ASPETTI SONO INFLUENZATI DAI CAMBIAMENTI CLIMATICI



Capacità termoregolative delle specie e cambiamenti fenotipici e morfologici



Disponibilità di cibo (qualità e quantità)



Rapporti intra e interspecifici



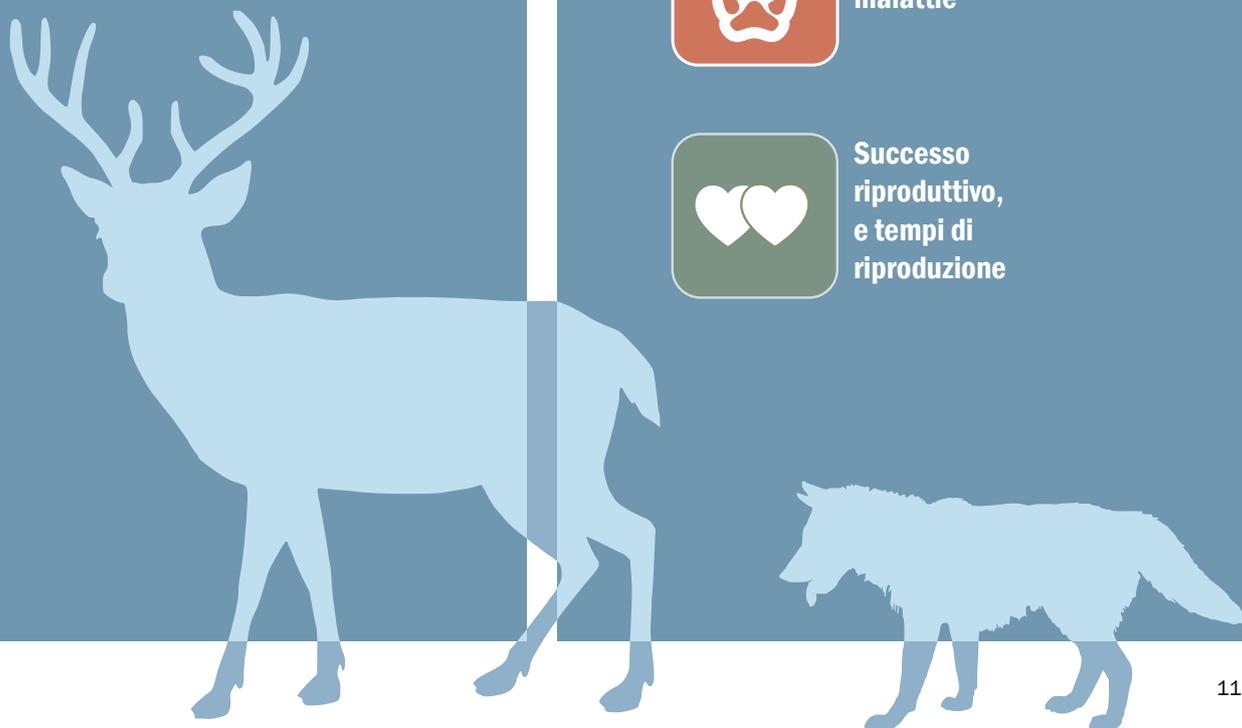
Adattamento nel breve e lungo periodo



Vulnerabilità alla predazione e alle malattie



Successo riproduttivo, e tempi di riproduzione



TEMPERATURE PIÙ ALTE INFLUENZANO LE CICLICITÀ DEGLI ANIMALI, DAL PICCOLO AL PIÙ GRANDE

In questo contesto un gruppo di specie interessanti sono i micro mammiferi: alcuni lavori hanno messo in luce come le fluttuazioni numeriche di queste specie di fatto dipendono da diversi fattori, tra cui la profondità del suolo ghiacciato e lo spessore della neve. Inverni miti e con scarse coperture nevose, combinati a variazione delle produttività vegetale (ad esempio anche al produzione di semi), potrebbero quindi influenzare queste ciclicità da cui dipendono successivamente, con un effetto *botton up* (dal basso verso l'alto della catena alimentare), le ciclicità di specie di consumatori primari e predatori: ad esempio le popolazioni di rapaci e carnivori, quali mustelidi e canidi, ma anche le popolazioni di tetraonidi, tra cui per primo il gallo forcello, che vengono influenzati, a loro volta, indirettamente dalle fluttuazioni di altre specie (ad esempio micro mammiferi) di prede e predatori. L'aumento della temperatura può di conseguenza avere un effetto importante sulle catene trofiche, partendo dall'animale più piccolo per giungere alla specie più grande.

ALTRI FATTORI CLIMATICI ED EFFETTI A CASCATA

Accanto alla temperatura è necessario considerare molti **altri fattori, considerati come condizioni**, come l'umidità, le precipitazioni, la loro tipologia (pioggia, neve, o grandine), il vento e le loro interazioni con le produzioni primarie (l'erba) e anche con l'efficienza con cui i consumatori utilizzano queste produzioni.

Possiamo quindi capire che **le condizioni influenzano la disponibilità di risorse e di conseguenza le comunità animali**, che a loro volta possono influenzare anche elementi ambientali inanimati quali **la morfologia delle nostre montagne e dei fiumi**. Questo è stato osservato a Yellowstone dove il lupo, reintrodotta dopo 70 anni di assenza, ha ridotto il numero di cervi, che grazie alla loro numerosità avevano portato a un cambiamento della struttura della vegetazione, e di fatto sembra avere modificato un'intera comunità animale e di conseguenza

anche l'aspetto dei fiumi, attraverso quella che poi è stata definita come "cascata trofica".

Se sembra chiaro l'effetto del lupo come "*top predator*", che può influenzare l'intera comunità animale, potremmo anche parlare di **cascata climatica**, parlando della temperatura, visto che a sua volta va a influenzare le produzioni primarie e le comunità animali? Per cercare di dare una risposta vediamo come le specie di mammiferi stanno reagendo a questo fattore partendo dall'uomo.

IL FATTORE UMANO: L'ESEMPIO DEGLI ALPEGGI

In questo sistema complesso in cui si combinano attori inanimati e animati **un ruolo determinante lo svolge l'uomo**. La nostra specie infatti con le sue attività **influenza direttamente la parte inanimata degli ecosistemi**, come la temperatura (attraverso l'emissione dei gas climalteranti) o il movimento delle acque (attraverso i suoi interventi sui corsi d'acqua). Inoltre l'uomo esercita anche un **effetto nell'uso le risorse** in ragione delle modificazioni climatiche e quelle ambientali a esso associate: un semplice esempio è il cambiamento di uso dei pascoli di alta quota, con la **modificazione dei tempi di alpeggio** in relazione alla produttività dei pascoli e soprattutto all'arrivo sempre più tardivo dell'inverno. Una maggiore estensione del periodo di alpeggio comporta **un più lungo tempo di interazione tra specie domestiche e le specie selvatiche** e una diversa influenza sul pascolo stesso di cui poi dovremo tenere conto. Se da un lato l'innalzamento della temperatura può permettere tempi più lunghi di alpeggio, dall'altro combinata a scarsa piovosità o nevosità potrebbe limitarne la durata o indurre pascolamenti più localizzati. Come si intuisce, la temperatura combinata ad altri fattori climatici può generare effetti a scale diverse sia spaziali che temporali, creando nuove condizioni di interazioni tra specie selvatiche e domestiche, ad esempio aumentando il **rischio di competizione per gli stessi pascoli** e l'aumento del **rischio della trasmissibilità di parassiti**.

Stefano Filacorda
Università degli Studi di Udine

IL BIANCO NON VA PIÙ DI MODA: CAMBIA IL RAPPORTO TRA ANIMALI E INVERNO



Foto: Natalia Kollegova - Наталья Ковалева da Pixabay

I cambiamenti nella durata e nelle caratteristiche dell'inverno rendono meno efficaci le strategie che le diverse specie hanno sviluppato per superare questa stagione: pellicce invernali, letargo, tane nella neve.

Gli animali che abitano le nostre montagne risentono di questi effetti e reagiscono con diverse modalità a cambiamenti spesso troppo veloci rispetto alle loro capacità di adattamento.

Lepre variabile (*Lepus timidus*) in abito invernale

C'è un modo di dire molto comune tra noi umani per definire se una persona è fortunata dalla nascita, ovvero la definiamo "nata con la camicia".

L'origine di questo detto secondo alcuni sembra essere associata ai bambini che nascevano con il sacco amniotico mentre per altri, questo modo di dire, è collegato allo stato sociale delle famiglie, poiché in quelle benestanti i bambini venivano subito vestiti dopo la nascita con una camicia. Se vogliamo, con un po' di fantasia, trasferire questo detto al mondo animale, potremmo dire che nelle aree alpine e boreali nascere con la pelliccia o il cappotto potrebbe rappresentare un vantaggio adattivo di non poco conto.

Ma ora questo è proprio vero?
Sembrirebbe di no: vediamo il perché.

NATI CON LA CAMICIA (O IL CAPPOTTO): UN MODO DI DIRE CHE NON FUNZIONA PIÙ

La presenza di una pelliccia folta (o di un piumaggio), combinato a strategie di muta che permettono la presenza di pellicce e piumaggi diversi per le diverse stagioni, sono sicuramente strumenti importanti di **adattamento sia in termini di isolamento che di colore, ovvero di mimetismo**. Alcune specie sulle nostre Alpi ne sono uno straordinario esempio: la lepre variabile (*Lepus timidus*) e l'ermellino (*Mustela erminia*), tra i mammiferi, così come la pernice bianca (*Lagopus muta*) tra gli uccelli, mutano il pelo (o piumaggio) con l'inverno diventando bianche e quindi altamente mimetiche con la coltre nevosa. Ma **se la copertura nevosa si riduce** in relazione alle diverse altitudine e ai diversi periodi, cosa accade? Come possono gli animali adattarsi nel tempo a questo cambiamento di condizioni?

ADATTARSI SEGUENDO LA NEVE O RIDUCENDO I TEMPI DELLA MUTA

Inevitabilmente due sono le principali strategie che queste specie possono adottare: la prima è **muoversi inverno dopo inverno**, seguendo il progressivo salire del limite della neve; la seconda è **cambiare il pelo per un tempo sempre più ridotto**. La prima strategia porterà ad aumentare la competizione tra individui e aumenterà la vulnerabilità alle predazioni e alle malattie. La seconda necessita di tempi di selezione, generazione dopo generazione, apparentemente lunghi: **la riduzione progressiva dei tempi di muta sarà rapida quanto la velocità con cui si sta innalzando la temperatura?** Dobbiamo verificare se questo accade e con quale velocità e se ciò permette un adattamento compatibile con la velocità del cambiamento ambientale.

In questo contesto è comunque da ricordare come in Nord America il cambiamento dei tempi di muta e la riduzione del periodo con il mantello invernale si stia osservando anno dopo anno nel caso delle lepri variabili, e come in Irlanda viva una sottospecie di lepre variabile che però non muta più (o lo fa molto raramente). Quindi la speranza esiste, ma deve essere verificata attraverso ricerche specifiche.



Pernice bianca (*Lagopus muta*) in abito invernale.

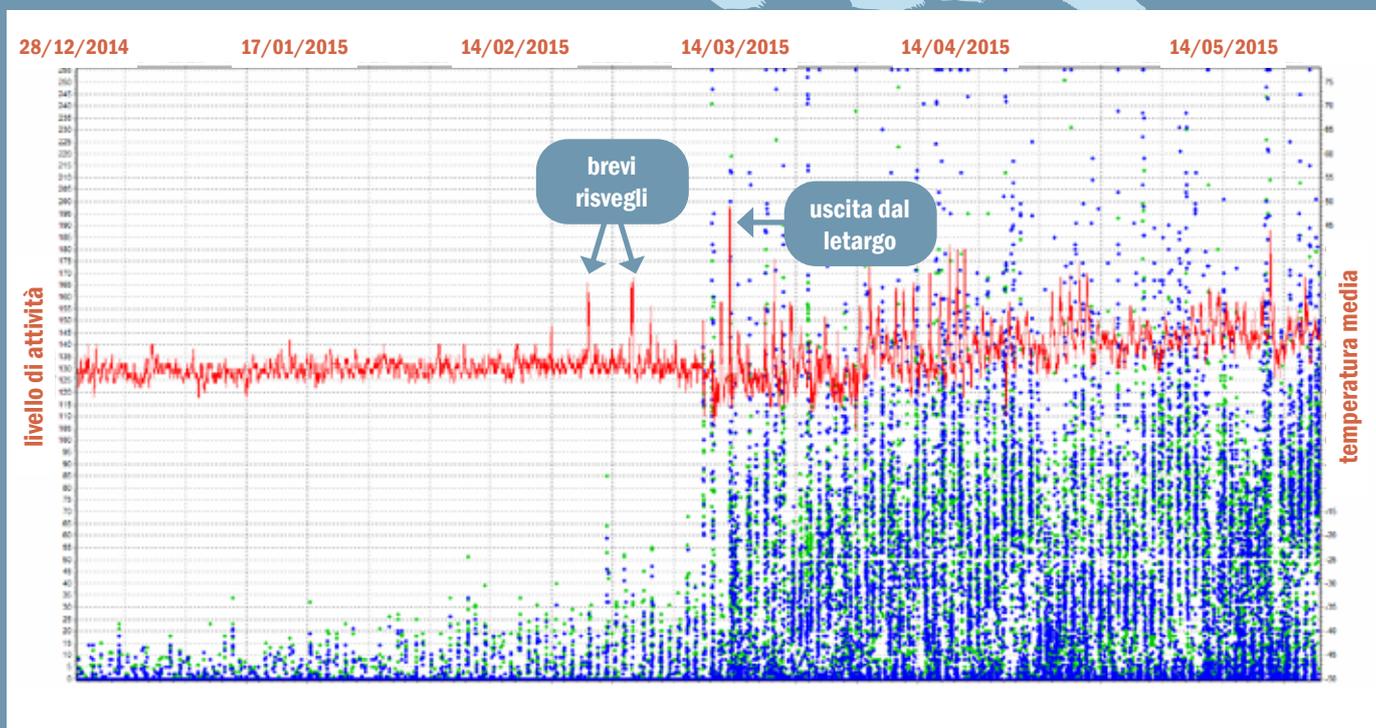
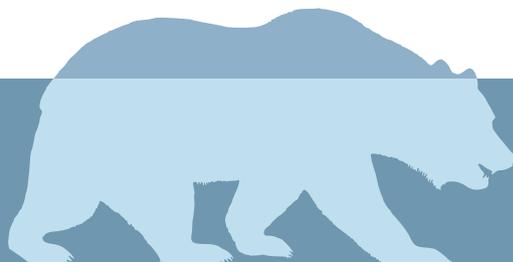
Foto: Gregory "Slobirdr" Smith da flickr

SI RIDUCE IL PERIODO DI LETARGO

Anche la durata del letargo o ibernazione sembra variare, sia nel caso di marmotte e orsi, che per piccoli mammiferi e chiroteri (ossia pipistrelli): **con temperatura più alte sembra terminare prima e avere durate ridotte**.

Come l'aumento della temperatura può influenzare la condizione corporea, la riproduzione e la sopravvivenza appare meno chiaro: sembrano rilevanti anche **ulteriori fattori** quali la piovosità, la copertura nevosa e la velocità con cui la neve si scioglie, che andrà poi a influenzare la disponibilità alimentare per gli animali che escono dal letargo o ibernazione prima di quanto si osservava qualche anno fa. È evidente quindi che il vero problema è un potenziale **"mismatch" ovvero uno sfasamento tra uscite dal letargo o ibernazione e le disponibilità alimentari**: questo può variare di anno in anno e da zona in zona, motivo per cui molti lavori scientifici presentano risultati talvolta contraddittori.

TEMPERATURA E ATTIVITÀ DELL'ORSO DURANTE IL LETARGO E AL RISVEGLIO



Periodo di rilevamento: dal 28 dicembre 2014 al 20 maggio 2015

La linea rossa rappresenta la temperatura media (tra ambiente esterno e corpo dell'animale).

Con i punti verdi e blu sono rappresentati i movimenti verticali e laterali della testa dell'orso e quindi il livello di attività dell'animale.

Si possono osservare a fine febbraio due brevi momenti di aumento di attività all'interno della tana (brevi risvegli), che anticipano l'uscita dal letargo, la quale corrisponde al picco di

temperatura e al marcato aumento di attività registrati a metà marzo.

I dati sono rilevati da alcuni sensori posti sul collare: due accelerometri che misurano i movimenti in senso orizzontale e verticale; un termometro che misura la combinazione tra la temperatura esterna e quella del corpo dell'animale e permette di osservare un calo della temperatura corporea (combinato a quella esterna ambientale) durante il letargo.

Un classico esempio sono i lavori sulle marmotte, perché può accadere che queste specie e popolazioni possano avere successi riproduttivi diversi a parità di riduzione del periodo di letargo in ragione delle diverse disponibilità alimentari.

Nel caso dell'orso l'innalzamento annuale della temperatura sembra ridurre la durata del letargo così come dei **picchi improvvisi di caldo durante l'inverno sembrano indurre l'uscita dal letargo**. Questi fenomeni poi avranno degli effetti

diversi in ragione delle disponibilità alimentari che l'orso troverà in mesi invernali: **nel caso di scarse disponibilità di cibo** gli individui potranno mostrare problemi di cattiva condizione corporea e difficoltà a recuperare il peso di preletargo, e ciò potrà anche influenzare la sopravvivenza e il successo riproduttivo, nonché indurre maggiori interazioni con fonti alimentari antropiche e maggiori rischi di contatti con l'uomo.



L'orso "Madi" uscito dal letargo nell'area del Cansiglio, l'orso è stato poi catturato e gli è stato rimosso il collare il 27 aprile 2014

MANCA LA COPERTA: CON MENO NEVE SI SOFFRE DI PIÙ IL FREDDO

La neve oltre a proteggere la vegetazione da sbalzi di temperatura e da altri fenomeni meteorologici, protegge anche gli animali, come ad esempio, le marmotte durante il letargo o i tetraonidi (es. gallo forcello, pernice bianca) che durante l'inverno si possono "lanciare o scavare nella neve delle buche" (*snow burrow* o *roosting*) dove poi staranno in un ambiente più caldo rispetto all'esterno e nel quale c'è minore rischio di predazione. Se la copertura nevosa diminuisce a causa dei cambiamenti climatici, diminuisce anche questa "protezione".

Ad esempio, nel caso delle marmotte è stato osservato che poca copertura nevosa ha ridotto l'isolamento della tana e di conseguenza il successo di sopravvivenza delle marmotte; in alcuni casi questo fenomeno è stato in parte compensato dalla socialità delle marmotte che passano il letargo insieme una vicino all'altra.

Stefano Filacorda
Università degli Studi di Udine

LA GRANDE CORSA VERSO IL NORD E VERSO LA CIMA (MA LA CIMA PRIMA O POI FINISCE)



Foto: Parth Kansara, CC BY 4.0 by Wikimedia Commons

L'aumento della temperatura e una minore e più breve copertura nevosa modificano gli areali geografici e gli habitat usati da molte specie.

Alcune appaiono favorite (es. sciacallo dorato, gatto selvatico, cinghiale) perché possono frequentare maggiormente le aree alpine più elevate ed espandersi in aree più a nord.

Per altri animali (es. camoscio, stambecco, lepre variabile, pernice bianca) si riducono invece gli areali idonei con conseguenze sul loro stato di conservazione e sui rapporti con predatori, malattie e competitori.

Sciacallo dorato (*Canis aureus*).

La variazione della temperatura globale e alcune variazioni climatiche collegate, tra le quali la durata sul terreno e l'altezza della neve, sembrano indurre da un lato una graduale riduzione delle aree utilizzate da alcune specie, con processi di crescente isolamento, dall'altro un aumento della velocità di espansione per altre specie che un tempo erano limitate dalle coperture nevose.

Questa variazione negli areali e nell'uso specifico degli habitat nelle diverse stagioni sta portando anche a una variazione dei rapporti di competizione nonché di predazione, con importanti conseguenze sulle comunità animali.

Spesso questi processi sono molto difficili da descrivere a causa della sovrapposizione di diversi fenomeni.

L'ESPANSIONE DELLO SCIACALLO DORATO IN EUROPA

BALCANI

Gli sciacalli dorati sono presenti nei Balcani da secoli, con popolazioni stabili in paesi come la Bulgaria, la Grecia e la Serbia.

SLOVENIA

La prima registrazione risale all'inizio degli anni '50, con un aumento della popolazione a partire dagli anni '80.

AUSTRIA

Primo censimento nel 1987, con un aumento delle osservazioni a partire dagli anni 2000.

GERMANIA

Primo avvistamento confermato nel 1997, con osservazioni più frequenti negli ultimi anni.

RUSSIA

Regione di Leningrado 2007, zona di Mosca 2016, Russia Sub Artica 2023.

SVIZZERA

Prima presenza confermata nel 2011.

DANIMARCA

Prima presenza confermata nel 2015.

PAESI BASSI

Primo avvistamento confermato nel 2016.

NORVEGIA

2021 sul mare di Barents.

UNGHERIA

La prima volta nel 1800, con un aumento significativo della popolazione dal 1980.

ITALIA

Primo avvistamento confermato nel 1984 nella parte nord-orientale del paese.

FRANCIA

Prima segnalazione in alta Savoia nel 1994, in Bretagna 2023.

REPUBBLICA CECA

Prima registrazione nel 2006, con un aumento dei numeri da allora.

STATI BALTICI (ESTONIA, LETTONIA, LITUANIA)

Avvistamenti sporadici a partire dal 2010.

POLONIA

Prima rilevata nel 2015, da allora sono aumentate le osservazioni.

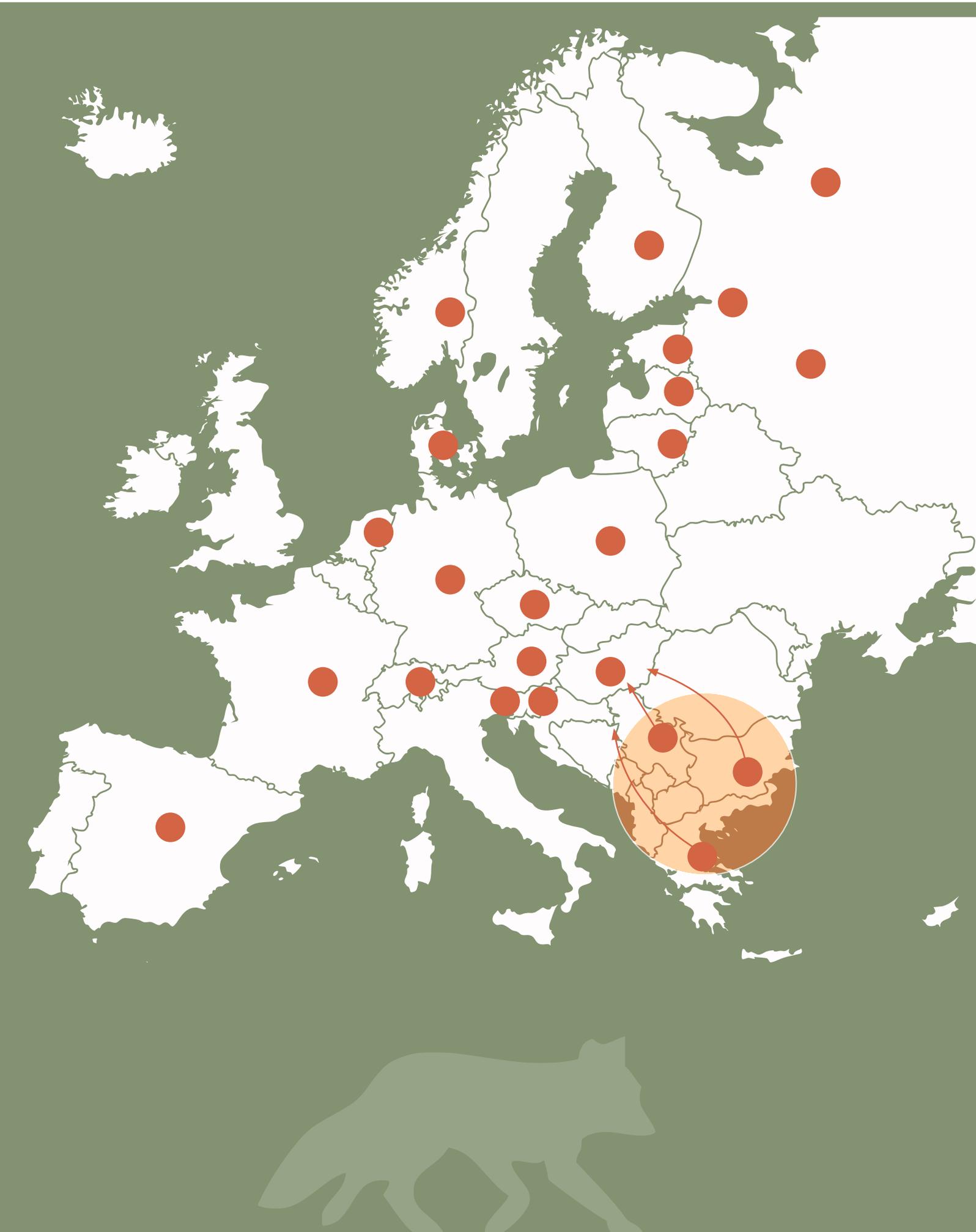
FINLANDIA

2019 e nel 2022 nel nord.

SPAGNA

Prime segnalazioni nel 2023.





VERSO NORD: LO SCIACALLO E IL GATTO SELVATICO

Grazie alla diminuzione della presenza della neve, ad altri fattori ambientali, al cambiamento di uso degli habitat da parte dell'uomo e all'assenza di competitori, **lo sciacallo dorato in pochi decenni si è espanso**, dalle aree balcaniche **verso nord**, fino a giungere in Siberia e nell'Europa settentrionale, oltre che **verso ovest** fino in Spagna. Anche il **gatto selvatico si sta espandendo nell'area alpina**. Nel caso di queste specie possiamo parlare di espansione del loro areale, mentre in altri casi, soprattutto per gli ungulati, quali stambecchi e camosci, si tratta di utilizzazioni differenziali delle diverse altitudini e dei diversi versanti. I motivi sono in parte analoghi ovvero collegati alla variazione della disponibilità delle risorse.

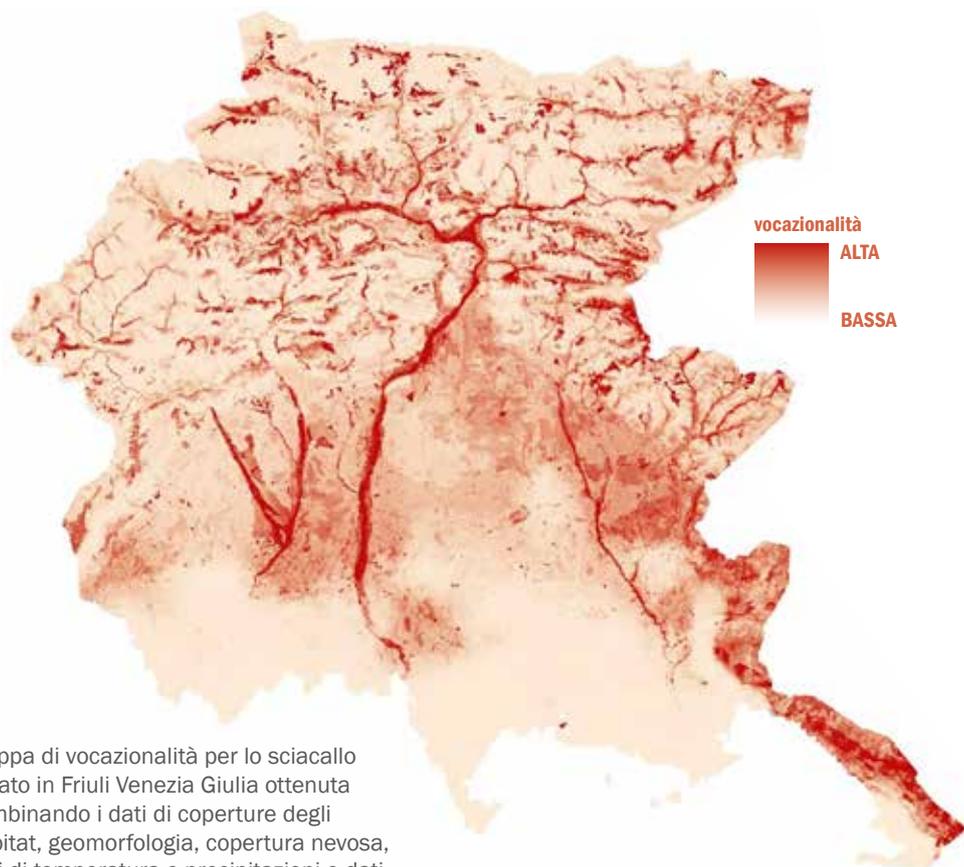
Nel caso del gatto selvatico, la minore copertura nevosa gli consente una maggiore facilità di movimento e una migliore efficacia di caccia nei confronti dei micromammiferi, così come temperature più miti riducono i forti dispendi energetici per la regolazione della temperatura nel periodo invernale.



Foto: Luc Viatour, CC BY-SA 3.0 by Wikimedia Commons

Gatto selvatico europeo (*Felis silvestris silvestris*).

MAPPA DI VOCAZIONALITÀ DELLO SCIACALLO



Mappa di vocazionalità per lo sciacallo dorato in Friuli Venezia Giulia ottenuta combinando i dati di coperture degli habitat, geomorfologia, copertura nevosa, dati di temperatura e precipitazioni e dati di presenza dello Sciacallo fino al 2019.

Ricerche realizzate anche dall'Università di Udine hanno evidenziato nel caso dello sciacallo il ruolo della copertura nevosa che riduce la vocazionalità per la specie alle altitudini elevate: **con l'aumentare del limite altitudinale della neve** conseguente ai cambiamenti climatici ci si può quindi attendere **una maggiore presenza della specie anche ad altitudini medio alte**, processo che si sta già osservando grazie ai monitoraggi effettuati e che può essere in parte contrastato dalla presenza del lupo.

VERSO LA CIMA: IL CINGHIALE E ALTRI UNGULATI

Un caso abbastanza eclatante è la frequentazione invernale delle aree alpine da parte del **cinghiale** e la sua **sempre più ampia frequentazione dei pascoli in quota durante l'estate e l'autunno**. La presenza di questa specie in tali aree di fatto va a creare danni importanti ai cotici dei pascoli e nel contempo genera anche **interazioni con altre specie**, che possono determinare effetti negativi su uccelli che nidificano a terra e **competizione per le carcasse di animali predati** (ad esempio da sciacalli e linci) con gli stessi predatori e con altri necrofagi, in un processo che viene chiamato "cleptoparassitismo". Questo fenomeno può causare importanti effetti sulla conservazione delle specie quali i predatori come la lince, che di fatto devono impegnarsi in altre predazioni per soddisfare le loro esigenze energetiche e nutrizionali a causa "dei furti" da parte del cinghiale e non solo.

Per quanto riguarda **gli stambecchi e i camosci**, l'innalzamento delle temperature li induce a spostarsi **a quote sempre più alte** e a frequentare aree e versanti meno caldi: si creano così anche delle condizioni di crescente **competizione**, sia tra le due specie che anche con specie domestiche. Inoltre aumenta sia la probabilità di **trasmissione di parassiti** tra diverse specie che la vulnerabilità alle predazioni.

CAMOSCIO E STAMBECCO: ALTRI COMPLESSI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nel caso specifico del **camoscio d'Abruzzo** appare come l'innalzamento della temperatura favorisca un'anticipazione dello sviluppo vegetativo di 25 giorni di una specie di trifoglio che rappresenta un elemento chiave nella sua dieta, in particolare tra i 1700 e i 2000 metri di altitudine. Le ricerche mostrano come è ipotizzabile un declino significativo del camoscio appenninico nei prossimi 50 anni a causa della **mancata armonizzazione tra il risveglio vegetativo e la produzione di trifoglio e le esigenze nutrizionali del camoscio**, che ne potrebbero causare un maggiore tasso di mortalità negli inverni successivi: un ennesimo esempio di "**mismatch**".

Lavori sul **camoscio alpino** mostrano come degli **effetti positivi durante il periodo invernale**, ovvero

Il camoscio d'Abruzzo (*Rupicapra pyrenaica ornata*) sembra aumentare la frequentazione delle aree boscate durante il periodo estivo a causa dell'aumento delle temperature, questo potrebbe indurre processi di competizione con il cervo e maggiori rischi di predazione da parte del lupo.





Camoscio in Località Plan di Tapou (800 m. slm), Prealpi Giulie, in zona di bosco.

La presenza della specie in aree boscate appare sempre più frequente a causa dell'aumento delle specie e del cambiamento climatico.

meno neve e più alte temperature che abbassano la mortalità e migliorano la condizione corporea grazie alla maggiore disponibilità di foraggio e minori costi di termoregolazione, sono **sovracompensati dagli effetti negativi durante l'estate**, dovuti a minore disponibilità di cibo e maggiori costi di termoregolazione, con un aumento delle mortalità dei giovani camosci nell'inverno successivo. Generalmente durante l'estate i camosci appaiono frequentare i versanti a nord e le aree boscate: questo aspetto dovrebbe essere valutato anche in relazione ad una maggiore vulnerabilità ai predatori, ad esempio i lupi.

Sullo **stambecco** il riscaldamento e i cambiamenti climatici appaiono avere **effetti contrastanti** con un aumento della massa corporea grazie a inverni corti e precoce ricrescita vegetale, ma nel contempo si osservano cali nell'aumento del peso nei mesi estivi; inoltre parte degli effetti del clima sono complicati anche da altri processi quali la competizione con il cervo se questo è ad alte densità. Per lo stambecco appare importante, soprattutto per i maschi adulti, il ruolo della temperatura e dei costi di termoregolazione che spingono gli animali in estate a spostarsi ad altitudini più elevate e mangiare di meno.

Stefano Filacorda

Università degli Studi di Udine

PREDATORI SENZA FRIGORIFERO

L'aumento delle temperature influenza le comunità animali alpine, riducendo la mortalità invernale degli ungulati e aumentandone il successo riproduttivo, ma limitando per i necrofagi la disponibilità di carcasse, che inoltre si decompongono più rapidamente.

La lince ne risente, ma i lupi compensano questo fenomeno con la predazione, sostituendosi all'azione del freddo invernale.

Le alte temperature favoriscono la diffusione di malattie, ma ecosistemi complessi possono limitarne trasmissione e impatti anche sull'uomo.



Foto: Freepik

Lince eurasiatica (*Lynx lynx*).

Il freddo, ovvero gli inverni rigidi, spesso se combinati a inverni molto nevosi, inducono alti tassi di mortalità soprattutto negli erbivori, così come una riduzione dei successi riproduttivi; questa mortalità influenza a sua volta l'impatto degli ungulati sulla rinnovazione forestale.

Negli ultimi anni abbiamo potuto osservare nelle nostre Alpi un incremento notevole del cervo: alcuni fattori che possono avere favorito il suo incremento e diffusione devono essere ancora definiti e confermati, ma il riscaldamento climatico potrebbe essere uno di questi, che si combina con il cambiamento delle coperture forestali e delle loro strutture, con boschi sempre più maturi.

Sembra che in generale, con dei specifici distinguo, l'innalzamento della temperatura combinato comunque a buone disponibilità alimentari potrebbero favorire maggiori successi riproduttivi per gli ungulati: ma questa è una notizia positiva?

PIÙ UNGULATI: NON È UNA BUONA NOTIZIA PER TUTTI

Una crescente presenza di ungulati non è un fatto del tutto positivo: oltre all'impatto che queste specie hanno sulla vegetazione e sulle attività umane, quali ad esempio la raccolta dei foraggio e l'aumento degli incidenti stradali, la diminuzione della mortalità causa anche meno disponibilità alimentare per altre specie che si nutrono di carcasse. Queste specie sono numerose, dagli invertebrati ai mammiferi quali mustelidi e canidi, ma anche rapaci e altre specie di uccelli.

Ma accanto a ciò c'è un ulteriore aspetto che amplifica questo fenomeno: le carcasse durano sempre di meno sia per i necrofagi che per i predatori che le hanno "generate", in ragione del loro sistema digestivo, a causa dell'accelerazione dei processi di decomposizione, tra cui anche la putrefazione, favoriti dalle alte temperature.

L'effetto della temperatura deve essere comunque considerata a scala locale e in relazione alle evoluzioni stagionali anche in termini di copertura nevosa, quantità e velocità di scioglimento e di piovosità primaverili ed estive.

L'innalzamento della temperatura sta favorendo un anticipo della stagione riproduttiva per i cervi e un aumento del numero di piccoli nati, ma poi risultano molto importanti le condizioni di piovosità e temperature successive ai parti nel determinare la successiva sopravvivenza dei piccoli nel medio periodo.



26.27 inHg ↑ 8°C 08/08/2023 09:07AM RAMARA2



26.14 inHg - 13°C 06/11/2023 05:22AM RAMARA2



Foto di femmine di cervo con piccoli nell'area delle Alpi Carniche, 11 giugno 2023.

LA LINCE “SCHIZZINOSA” E L'UTILITÀ DEL LUPO

Carcasse ricche di putrescina e cadaverina possono diventare anche meno appetibili per specie che non sono in grado di degradarle: pensiamo alla lince che generalmente impiega 4-5 giorni per consumare un capriolo. Quindi i fenomeni di decomposizione, generati da alte temperature, vanno a influenzare l'utilizzazione delle carcasse da parte dei predatori, in questo caso i felini, inducendoli a consumi ridotti e, di conseguenza, a nuove predazioni: ciò comporta un ulteriore sforzo per il predatore e anche una maggiore influenza sulla popolazione di prede, soprattutto caprioli.

In questo contesto avere delle comunità animali complesse può aiutare: un esempio è il lupo che potrebbe in parte compensare le minori mortalità invernali degli ungulati grazie alla sua attività di predazione e fungere da “buffer” agli effetti del cambiamento climatico, generando le carcasse che l'inverno non genera più.



Cerva predata da lupi e consumo successivo da parte di mustelidi.
Il lupo grazie alle sue predazioni crea le condizioni per la sopravvivenza di molte altre specie di necrofagi, tra cui martora, faina, volpe, rapaci.

Predazione di lince su capriolo nel Parco delle Prealpi Giulie.
L'aumento delle temperature potrebbe influenzare l'uso delle carcasse frutto delle predazioni della lince a causa dell'aumento dei processi di putrefazione che le rendono meno appetibili.



LA SQUADRA PIÙ CHE IL SINGOLO PUÒ DIFENDERE LA BIODIVERSITÀ DAL RISCALDAMENTO GLOBALE

Dobbiamo quindi proteggere e favorire catene trofiche complesse che possono compensare la minore mortalità delle specie dovute alla neve sempre più scarsa, all'innalzamento della temperatura e alla successiva minore durata delle carcasse, utili alla sopravvivenza di molte specie necrofaghe. Una comunità complessa, con la presenza anche dei grandi carnivori, può quindi compensare le scarse mortalità invernali e nel contempo una comunità animale ricca in necrofagi (quali martore, faine, volpi, rapaci...) può velocizzare la scomparsa delle carcasse stesse, che potrebbe rappresentare una fonte di trasmissibilità di diverse malattie verso altre specie di fauna selvatica nonché verso l'uomo. Questi necrofagi nel contempo potrebbero fungere da specie di controllo sui micromammiferi e il loro parassiti, tra cui le zecche, che beneficiano di condizioni climatiche sempre più miti e che a loro volta potrebbero veicolare alcune malattie anche all'uomo.

Stefano Filacorda

Università degli Studi di Udine

COME SI STUDIANO GLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA FAUNA

Foto: Tapani Hellman da Pixabay

Per studiare gli effetti del cambiamento climatico su mammiferi e uccelli, si usano tecniche come tracciamento, osservazioni dirette, fotocamere a infrarossi, sensori fisiologici e GPS.

È fondamentale combinare questi strumenti in studi di lungo periodo, condotti con metodologie condivise a livello internazionale.

Solo così si può comprendere l'impatto delle variazioni climatiche, spesso difficile da isolare per la complessità degli ecosistemi e la moltitudine di fattori coinvolti.

Orso bruno (*Ursus arctos*).

Capire gli effetti dell'aumento della temperatura e dei cambiamenti climatici, sulla fauna selvatica in particolari mammiferi e uccelli, non è facile: lo si può ben comprendere leggendo gli articoli precedenti. Studiare come l'innalzamento della temperatura, anno dopo anno piuttosto che su anni specifici, influenza la vita dei nostri animali, necessita di un sforzo importante in termini di periodi di osservazione, aree studiate e tecniche e conoscenze che devono essere contestualizzate in disegni di ricerca robusti e devono essere standardizzate, per fornire molti dati confrontabili. Questi tipi di studi importantissimi per la sopravvivenza della vita sul pianeta richiedono un'approfondita conoscenza della natura e dei suoi processi unitamente all'uso di nuove tecnologia. Questa strategia integrata spesso deve avere come elemento di partenza anche la conoscenza del passato da parte delle comunità locali e serie storiche antiche, con la successiva integrazione di dati raccolti con nuove ricerche.

RICERCA DI TRACCE E DEI SEGNI DI PRESENZA

La ricerca di tracce è una delle più antiche tecniche di monitoraggio degli animali, utilizzata soprattutto, ma non solo, in zone in cui c'è neve o su terreni sabbiosi e fangosi. Questa tecnica un tempo era utilizzata soprattutto a fini di caccia. Ora, nonostante la presenza di nuove tecniche molto sofisticate, rimane una tecnica utile a rilevare la presenza e anche l'abbondanza di specie di mammiferi, ma anche di uccelli quali i tetraonidi; se combinata anche allo studio dell'uso di diversi habitat permette inoltre di studiare la loro ecologia.

Con l'evoluzione e l'adozione dell'intelligenza artificiale e di tecniche di analisi di immagini, l'individuazione della singola impronta permette addirittura di distinguere il singolo individuo, che viene individuato grazie alle creste papillari.

Oltre alla ricerca delle impronte, si utilizza anche la ricerca dei segni di alimentazione, come ad esempio i segni di brucamento che permettono di studiare variazioni del comportamento alimentare in ragione dell'aumento della temperatura e uso di diversi habitat.

OSSERVAZIONE DIRETTA

L'osservazione diretta insieme allo studio della tracce, è un'antica forma di studio degli animali, che permette innanzitutto di rilevare la presenza e distribuzione di una specie o uno specifico individuo, grazie a particolari caratteristiche individuali (ad esempio la forma e struttura delle corna piuttosto che particolari caratteristiche dei mantelli). Inoltre consente anche di descrivere il comportamento dell'individuo e mettere questi aspetti (presenza e comportamento) in relazione a variabili stagionali, ambientali e climatiche. Come vedremo successivamente, l'evoluzione delle tecnologie attraverso ottiche sempre più sofisticate e uso di termocamere permette di studiare gli animali anche a grandi distanze e durante le ore notturne.

Le osservazioni dirette - del singolo individuo e specie o della singola traccia o segno di presenza - anche grazie al contributo dei cittadini (citizen science), supportato da applicazioni digitali usate a livello planetario, stanno contribuendo a valutare a livello globale la distribuzione delle specie, anche in relazioni a diverse momenti della



Rilievo di tracce di lince da parte dell'Università di Udine, la ricerca delle tracce è uno degli strumenti più antichi di ricerca e legato anche alla storia di popolazioni native e della caccia.

stagione: pensiamo ad esempio all'osservazione dei tempi di migrazione di diverse specie, che sono influenzate dall'aumento della temperatura e dai cambiamenti climatici.

TELEMETRIA

La telemetria ovvero l'uso di collari dotati di sistemi di georeferenziazione e sensori di attività, permette di studiare l'uso dello spazio e nel contempo di ritmi di attività. L'uso dello spazio ci permette di studiare se ad esempio le specie utilizzano particolari aree e versanti nonché fasce altitudinali, per poi correlare questi utilizzi con le diverse stagioni, il giorno e la notte, la presenza e copertura della neve, la temperatura e i diversi tipi di habitat.

I sensori di attività ci permettono di vedere se e quando una specie va ed esce dal letargo e i ritmi giornalieri ovvero quando una specie si muove, si alimenta o si riposa, tutti comportamenti che sono anche associati alle temperature. Come si

è visto precedentemente, con l'aumento della temperatura e il precoce scioglimento della neve, l'orso ad esempio sembra ridurre il periodo di letargo e l'utilizzazione di collari dotati di sistema gps, o altri sistemi di localizzazione, combinato a sensori di attività che misurano l'oscillazione della testa hanno permesso di determinare questi processi e i tempi di riduzione.

In alcuni specie di uccelli i sistemi satellitari (che possono essere zainetti piuttosto che anelli predisposti sulle zampe) sono utilizzati per studiare le migrazioni, anche su grandi distanze, e hanno permesso di evidenziare come l'innalzamento della temperatura sta influenzando i tempi di migrazione di alcune specie. Spesso la cattura necessaria per predisporre questi



Predisposizione di sistemi satellitari su grifoni presso la Riserva naturale regionale del Lago di Cornino, nell'ambito del progetto Interreg Italia - Slovenia Nat2Care. Lo studio dei movimenti giornalieri, stagionali e le migrazioni degli uccelli è fondamentale per studiare l'effetto dell'innalzamento della temperatura e dei cambiamenti climatici sul comportamento di queste specie.

strumenti consente di poter predisporre sensori che possono rilevare ulteriori dati a livello metabolico e fisiologico, molto importanti ad esempio per studiare le migrazioni o i periodi di letargo.

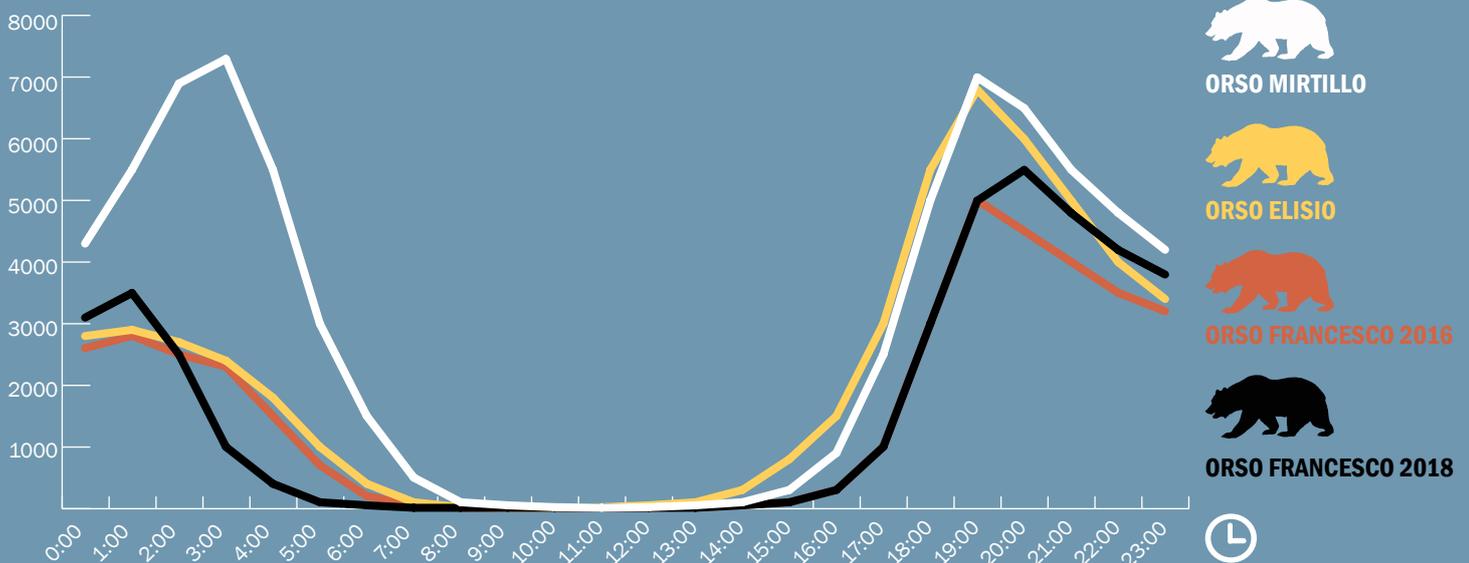
L'Università di Udine sta utilizzando questi strumenti per studiare come la stagionalità e la diversa disponibilità alimentare, influenzata anche dall'aumento delle temperatura, possa modificare il comportamento di orsi, così come anche i movimenti dei grifoni, dei lupi e degli sciacalli.

ATTIVITÀ MEDIA ORARIA DEGLI ORSI

Il grafico illustra la media dei ritmi di attività di tre orsi rilevati in primavera/estate con gli accelerometri presenti sui collari. Sull'asse verticale è rappresentata l'intensità del movimento

misurato (combinazione di movimenti verticali e orizzontali della testa); sull'asse orizzontale sono indicate le ore del giorno.

Si può notare come gli orsi non si muovono durante le ore centrali della giornata mentre hanno picchi di attività dopo il tramonto e prima dell'alba.



IL FOTOTRAPPOLAGGIO

Il fototrappolaggio è diventata una delle tecniche “moderne” più utilizzato a livello planetario (si stimano volumi di vendita di 200.000 -300.000 mila fotocamere per anno) grazie a costi molto bassi (da 30 euro fino a superare i 1000 euro) per singola fotocamera e al numero di informazioni ovvero foto e video che può raccogliere.

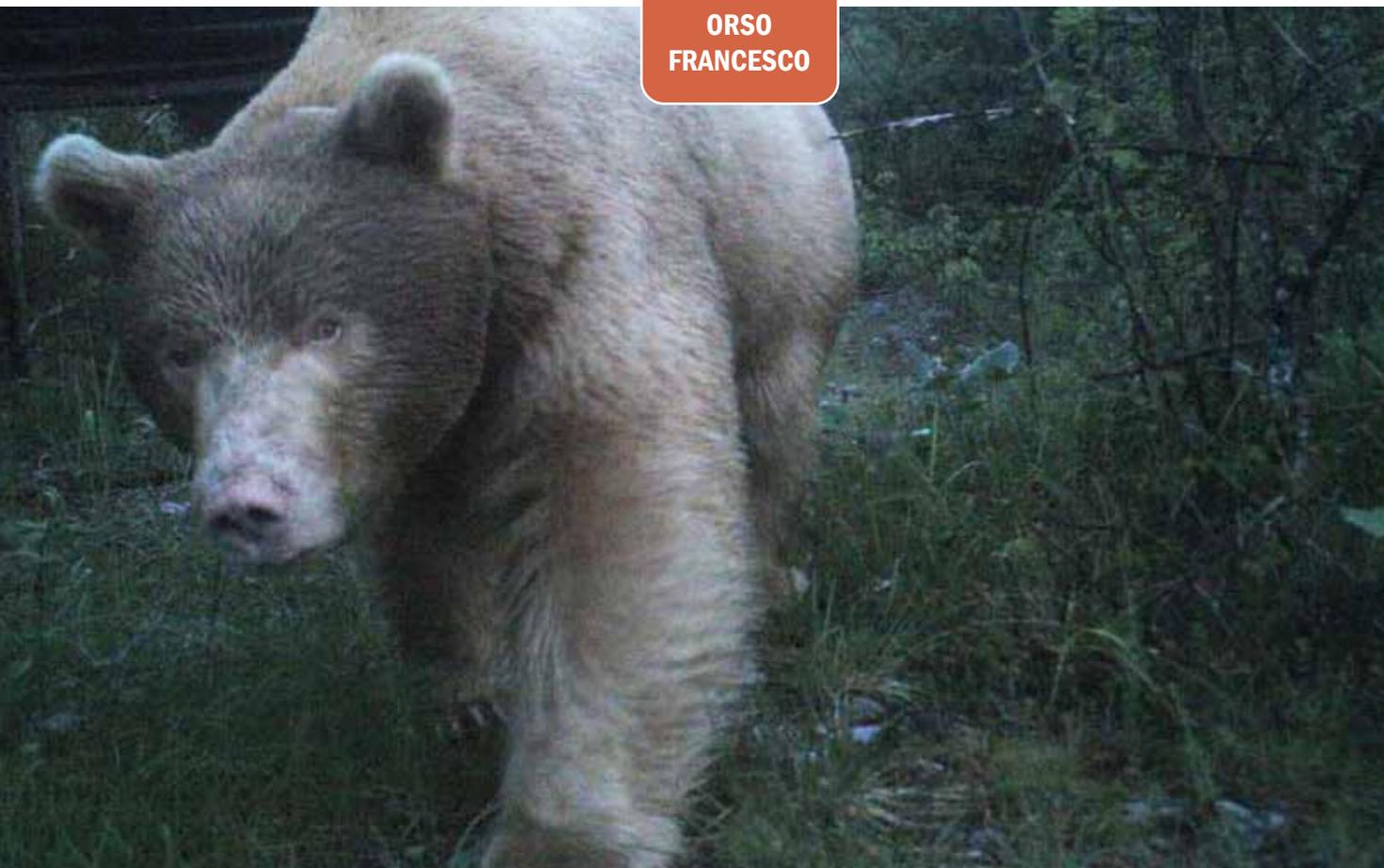
Oltre al singolo cittadino o utente (ad esempio i cacciatori), le fotocamere sono utilizzate da enti di ricerca, di protezione della natura e di vigilanza e **se incardinate in disegni sperimentali “robusti”** permettono di ottenere informazioni importanti su distribuzione, uso degli habitat e ritmi stagionali delle specie, anche in relazione ai cambiamenti climatici. Il crescente uso di **tecniche di analisi delle immagini combinate all’Intelligenza artificiale** stanno consentendo di elaborare e interpretare grandissime quantità di foto e video.

L’**Università di Udine** sta utilizzando questi strumenti, grazie a **ricerche iniziate già negli anni 2000**, per rilevare se esistono diversi tempi dei

parti (ovvero una loro anticipazione) e un diverso successo riproduttivo per le specie di ungulati, influenzati dall’innalzamento della temperatura, da altre variabili climatiche e da cambiamento di l’uso dei diversi habitat e altitudini, anno per anno e in funzione di diverse zone. Ulteriore sforzo è impegnato per studiare come **eventi estremi** (incendi o il Vaia) hanno modificato i comportamenti e l’uso degli habitat da parte di specie di mammiferi e come in generale si stanno modificando le diverse comunità animali anche in ragione dell’altimetria. Negli articoli precedenti è stato ad esempio riportato come l’attività di ricerca dell’Università di Udine ha messo in evidenza il ruolo delle neve nell’uso dello spazio da parte dello **sciaccallo**.

TERMOCAMERE E DRONI

Un nuovo sistema sempre più utilizzato, che prevede comunque il controllo umano, sono le termocamere e l’uso dei droni dotati di termocamere: questi sistemi permettono di osservare le specie e studiarne i comportamenti in relazione a variabili ambientali e climatiche.



ORSO
FRANCESCO

L’uso del fototrappolaggio è diventato uno strumento fondamentale per la ricerca dell’influenza dell’innalzamento della temperatura sul comportamento della fauna selvatica. L’orso “Francesco”, M4.



Immagine ottenuta con termocamera su tre individui di sciacallo.

IL BENESSERE DEGLI ANIMALI

Nell'ambito di tutte queste tecniche descritte, rimane sempre fondamentale tenere conto del benessere degli animali che studiamo. Risulta chiaro che per dotare un animale di tag o di strumenti utili a studiare i movimenti e i ritmi di attività dobbiamo catturarli e questo comporta **rischi e stress sia per gli animali che per gli operatori**. Al contempo anche gli strumenti di cui sarà dotato l'animale potrebbero modificarne il comportamento, oltre che la sopravvivenza: in questo senso esistono **protocolli rigidi** sulle catture e sul peso degli strumenti rispetto al peso vivo degli animali. Tutti questi rischi li dobbiamo ridurre al minimo così come essere consapevoli che anche la predisposizione di una fotocamera in un luogo chiave per la vita della specie (ad esempio un sito di riproduzione) può indurre l'individuo ad abbandonare l'area e modificarne il comportamento, così come portare un drone a pochi metri dall'animale o

seguirlo nella sua direzione di marcia sulla neve. È quindi importante rispettare la vita di queste specie e trovare **modalità di ricerca adeguate** agli scopi della stessa e compatibili con il benessere degli animali.



La predisposizione di collari per ricerca deve rispettare protocolli rigorosi nel rispetto del benessere degli animali sia durante la cattura che poi successivamente durante il monitoraggio. Cattura dell'Orso "Francesco" da parte dell'Università di Udine nell'ambito del progetto Interreg Italia Slovenia Nat2Care.

L'IMPORTANZA DEL DISEGNO SPERIMENTALE E L'INTEGRAZIONE DI DATI

Le tecniche fin qui descritte necessitano spesso di **integrazione** tra di loro e soprattutto di **disegni sperimentali robusti**, ovvero con raccolte di dati effettuate su più anni e con la raccolta di molte informazioni (ad esempio grazie all'uso di diverse decine e centinaia di fotocamere), da effettuare in maniera standardizzata e tenendo conto delle molte variabili ambientali in gioco. Per alcune ricerche risulta fondamentale creare dei **gruppi di lavoro internazionali** che contribuiscono a creare dei data base molto grandi che possano poi soddisfare dei requisiti di tempo (periodi di ricerca lunghi), analizzando aree ampie dove poter confrontare diverse evoluzioni della temperatura.

Solo schemi di ricerca di questo tipo permettono di evidenziare gli effetti dell'innalzamento della temperatura e dei cambiamenti climatici, che spesso però rimangono difficili da dimostrare e interpretare per la numerosità delle variabili in gioco e dell'intrinseca complessità dei sistemi ecologici. In questo contesto il sempre più importante contributo dei cittadini attraverso la **citizen science**, a livello globale, può dare un importante supporto così come l'importante sviluppo dell'Intelligenza artificiale, che consente l'elaborazione e l'interpretazione di grandi masse di dati.

Stefano Filacorda

Università degli Studi di Udine



Orso presso il passo di Tanamea (Prealpi Giulie, UD).

*Un ringraziamento a tutti coloro
che hanno contribuito alla realizzazione
dei “Segnali dal Clima in FVG”,
sia con i loro testi, dati e immagini,
sia con le loro riflessioni, osservazioni
e disponibilità a condividere
idee e conoscenze.*

**Il pdf integrale e i pdf tematici di Segnali dal clima in FVG 2025,
insieme a quelli delle precedenti edizioni, sono disponibili su:**

<https://www.arpa.fvg.it/temi/temi/meteo-e-clima/sezioni-principali/cambiamenti-climatici/segnali-dal-clima-in-fvg/>

