

I GHIACCI E LA MONTAGNA

SEGNALI DAL CLIMA IN FVG 2024

I GHIACCI E LA MONTAGNA

LA MONTAGNA E I CAMBIAMENTI CLIMATICI: UN EQUILIBRIO FRAGILE IN UN AMBIENTE VULNERABILE	43
I PICCOLI GHIACCIAI DI CANIN E MONTASIO: OCOME SONO CAMBIATI NEL TEMPO E NEL 2023	49
I GHIACCI RACCONTANO: ESPLORE I CLIMI DEL PASSATO CON I METODI DELLA PALEOCLIMATOLOGIA	55
MONTAGNE IN TRASFORMAZIONE: CAMBIAMENTI CLIMATICI E ALTRI CAMBIAMENTI	59
OLTRE LA NEVE: SOLUZIONI E PARTECIPAZIONE PER UNO SVILUPPO RESILIENTE DELLA MONTAGNA	65
LA PRECARIA SICUREZZA IDRAULICA DEL TERRITORIO MONTANO	73

“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 in copertina è di Federica Flapp

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>

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>

licenza <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.it>



Segnali dal Clima

Segnali dal Clima in FVG è una pubblicazione divulgativa che racconta i cambiamenti climatici partendo da un'ottica locale e regionale e affronta questo grande tema da tre prospettive: CAMBIAMENTI, IMPATTI, AZIONI.

Nasce dall'impegno del Gruppo di lavoro tecnico-scientifico Clima FVG e dalla convinzione che le sfide che i cambiamenti climatici pongono alla nostra società si possano affrontare efficacemente solo se allo sviluppo scientifico e tecnologico si accompagnano una crescita della conoscenza e una consapevolezza sempre più diffusa sul tema da parte di tutta la popolazione.

Segnali dal Clima illustra diversi aspetti dei cambiamenti climatici partendo dal racconto di eventi e situazioni che hanno riguardato di recente il Friuli Venezia Giulia e attingendo alle attività e ricerche svolte dagli enti del Gruppo Clima FVG. Cerca però anche di collegare la dimensione locale con quella globale, attraverso alcuni articoli che ci consentono di allargare lo sguardo a ciò che accade su scala più ampia.

Un filo rosso – CAMBIAMENTI, IMPATTI, AZIONI - unisce i diversi articoli, i nostri “segnali dal clima”, collegando i cambiamenti in atto con i loro effetti sull'ambiente e sulle attività umane, ma anche con le azioni che possiamo mettere in campo sia per limitare il riscaldamento globale e i cambiamenti del clima (mitigazione) che per ridurre gli impatti che ne conseguono (adattamento).

Il 2023 è stato il terzo anno più caldo mai registrato in Friuli Venezia Giulia: atmosfera e mare hanno raggiunto temperature per molti mesi superiori alla media ed eventi estremi di notevole intensità hanno colpito diverse aree della regione. Da qui comincia quest'anno il racconto dei segnali di cambiamento climatico che rileviamo nel nostro territorio e che si traducono in effetti diversificati sui diversi sistemi naturali

e settori produttivi, chiamandoci ad “agire per il clima”. Esperti dei diversi campi – climatologi, geologi, oceanografi, biologi, agronomi, economisti, ingegneri, architetti, professionisti dell'ambiente, della pubblica amministrazione e della salute – ci accompagnano in un percorso di conoscenza che parte dalle nostre montagne e si snoda seguendo idealmente il fluire delle acque attraverso la pianura, per arrivare alla laguna e al mare. Tornando sulla terraferma esploriamo gli effetti dei cambiamenti climatici su piante e animali, sia negli ecosistemi allo stato naturale che nel settore agricolo, scoprendo quali ricerche gli enti del *GdL Clima FVG* svolgono per analizzare i fenomeni e individuare soluzioni innovative per fronteggiarli. Nella nuova sezione “NOI E IL CLIMA”, guardiamo agli effetti che i cambiamenti climatici hanno anche sulla nostra sfera personale, dal punto di vista fisico, etico e psicologico. Concludiamo anche questa edizione con alcuni esempi di azioni intraprese dagli enti pubblici per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici in FVG.

Alcuni temi attraversano diverse sezioni e collegano più articoli, come quello dei servizi ecosistemici. Emerge con forza anche l'importanza della partecipazione, della formazione e della condivisione di esperienze per far fronte alle sfide del clima che cambia con nuove forme di sviluppo, sia in montagna, che in agricoltura che nella pianificazione regionale.

Segnali dal Clima in FVG non è quindi un report sullo “stato del clima” in Friuli Venezia Giulia: non ha l'obiettivo di fornire un quadro completo ed esaustivo della tematica, non ne esplora tutti gli aspetti e i settori ambientali e socioeconomici coinvolti, non passa in rassegna tutte le conoscenze disponibili. È però, appunto, un segnale: un segnale di cosa sta accadendo, di quanto sia importante prenderne coscienza e agire, di come la società, la pubblica amministrazione e il mondo scientifico si stiano già attivando.

*Il gruppo di lavoro tecnico-scientifico
Clima FVG*

L'ABC DEL CLIMA

Per rendere gli argomenti accessibili a tutti, negli articoli sono inseriti alcuni box a sfondo arancione pensati per avvicinare al pubblico alcuni termini e concetti tecnico-scientifici a cui è necessario fare riferimento quando si spiegano argomenti e fenomeni collegati ai cambiamenti climatici

DAL LOCALE AL GLOBALE

Con uno sfondo grigio sono evidenziati gli articoli che riportano notizie e informazioni relative a realtà extra-regionali e che ci consentono di ampliare la nostra visione, collegando ciò che avviene in Friuli Venezia Giulia con conoscenze generali e con fenomeni a scala più ampia.

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



Fulvio Stel (coordinatore) e Federica Flapp



CNR - Istituto di Scienze Marine di Trieste



Fabio Raicich



CNR - Istituto di Scienze Polari



Renato Colucci



ICTP - International Centre for Theoretical Physics di Trieste



Filippo Giorgi



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



Cosimo Solidoro



Regione autonoma Friuli Venezia Giulia



Silvia Stefanelli



Università degli Studi di Trieste



Giovanni Bacaro



Università degli Studi di Udine



Alessandro Peressotti

I GHIACCI E LA MONTAGNA

estratto da

SEGNALI DAL CLIMA FVG

CAMBIAMENTI
IMPATTI
AZIONI

notizie dal

GRUPPO DI LAVORO TECNICO SCIENTIFICO CLIMA FVG

luglio 2024

I GHIACCI E LA MONTAGNA

I cambiamenti dell'ambiente, gli effetti sulle comunità, le opportunità per il futuro

La montagna è un contesto particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici. Essi hanno effetti diretti sull'ambiente naturale e sulle attività dell'uomo, che possono però essere ripensate cogliendo nuove opportunità per uno sviluppo sostenibile e desiderabile per le comunità locali. Ci accompagna nell'avvicinamento a questi temi l'articolo introduttivo che Maurizio Fermeglia aveva preparato per Segnali dal clima in FVG 2024, con la competenza, l'impegno e la passione per la divulgazione che gli erano propri.

Maurizio Fermeglia

In un mondo in continua evoluzione, poche persone sono riuscite a incarnare con tale profondità la bellezza e la fragilità della natura come Maurizio. Alpinista accademico del Club Alpino Italiano, istruttore di sci alpinismo e capo per oltre un decennio della stazione del Soccorso Alpino e Speleologico di Trieste, Maurizio è stato un vero e proprio punto di riferimento per chiunque abbia frequentato, amato e rispettato la montagna.

La sua passione per l'ambiente alpino è stata costantemente alimentata da un amore incondizionato per le cime innevate e le vie più impervie. Ogni scalata, ogni passo da lui compiuto è stato testimone di una devozione sincera e di un impegno instancabile nel comprendere e rispettare le leggi della natura che regolano questo fragile habitat. Le sue imprese alpinistiche non hanno rappresentato solamente prove di coraggio, tecnica e resistenza, ma anche atti di profonda contemplazione e rispetto per l'ambiente.

Maurizio, però, non si è limitato a conquistare vette tra le più alte del mondo. Come scienziato di fama internazionale ha sempre condiviso con generosità il suo vasto bagaglio di conoscenze. I suoi contributi scientifici sui cambiamenti climatici sono infatti documenti importanti per comprendere le trasformazioni che minacciano i nostri ecosistemi montani. Con una chiarezza e una precisione ineguagliabili, Maurizio ci ha guidati attraverso i complessi intrecci tra natura e clima, svelando i segreti di un mondo in pericolo.

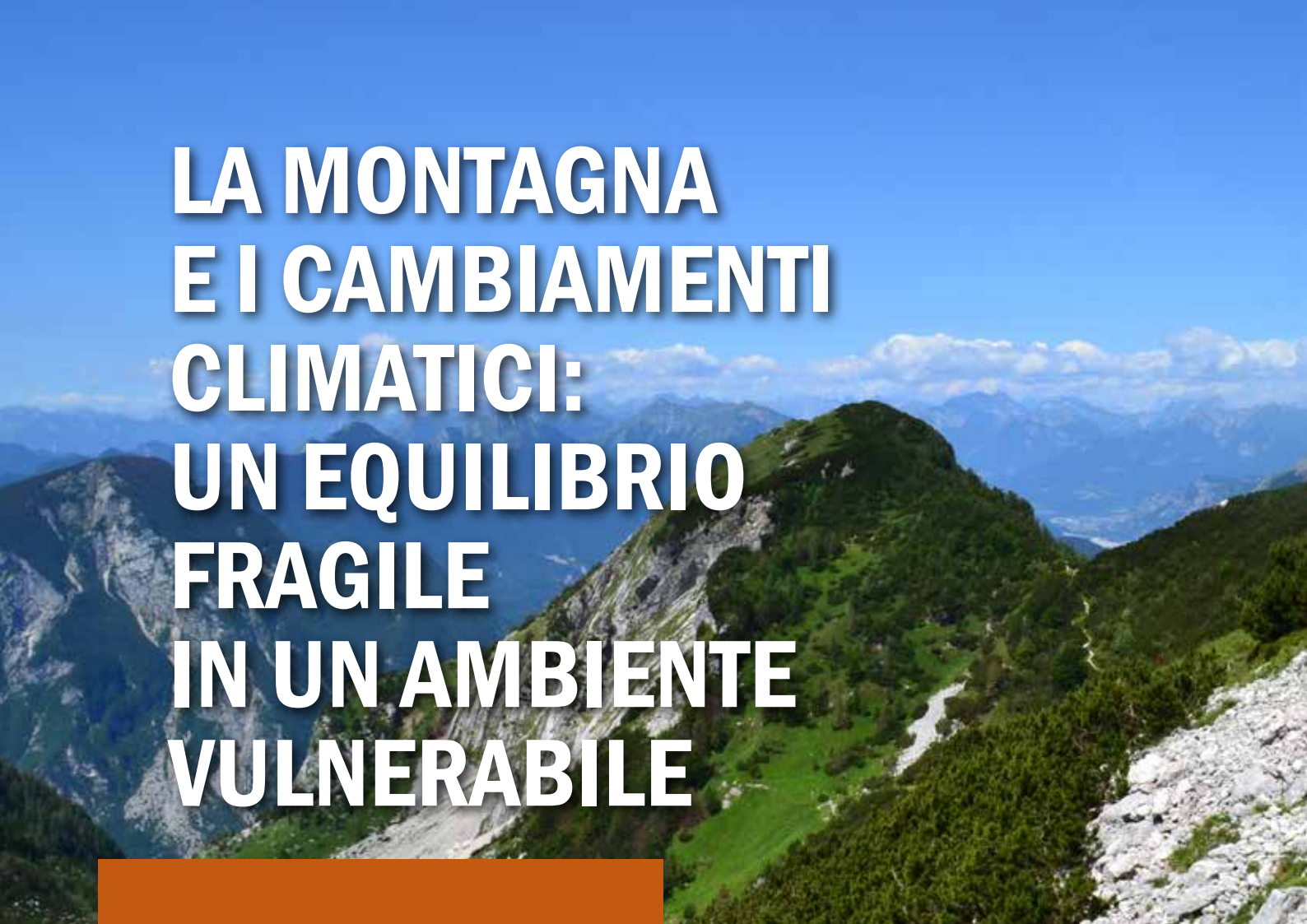
Convinto difensore dell'ambiente e Consigliere Regionale del WWF, Maurizio si è distinto non

solo per il suo sapere, ma per il suo impegno attivo nella protezione delle nostre preziose risorse naturali. Le sue battaglie per la sostenibilità e la conservazione della biodiversità e dei differenti habitat sono state e saranno ancora in futuro fonte di ispirazione non solo per generazioni di alpinisti e ambientalisti ma anche per tutta la società civile. La sua narrazione appassionata, condita sempre con un pizzico di ironia, ha sempre risuonato come un invito all'azione per preservare ciò che abbiamo di più caro.

Maurizio è stato un uomo di straordinaria abnegazione nel suo ruolo di docente universitario, instancabile e amatissimo dai suoi studenti. La sua bontà e generosità si riflettevano non solo nel suo impegno Accademico ma anche nella profonda cura e attenzione verso la sua famiglia. Con un cuore grande, Maurizio è sempre riuscito a bilanciare con armonia il rigore dell'insegnamento e la passione per la conoscenza, il rispetto profondo per la sua Istituzione – l'Università degli Studi di Trieste, della quale è stato Rettore dal 2013 al 2019 – e l'amore e il sostegno incondizionato per i suoi cari, dimostrando quotidianamente come il vero successo risieda nell'equilibrio tra il servizio alla comunità e la dedizione agli affetti più profondi.

Il percorso di Maurizio è stato un viaggio che deve invitare tutti noi a riflettere sull'importanza del nostro ruolo, per piccolo che sia, nel proteggere l'ambiente in cui viviamo perché, come ripeteva spesso, "Non abbiamo un pianeta B".

Sabrina Pricl



LA MONTAGNA E I CAMBIAMENTI CLIMATICI: UN EQUILIBRIO FRAGILE IN UN AMBIENTE VULNERABILE

Gli effetti dei cambiamenti climatici sono particolarmente evidenti in montagna, un ambiente molto vulnerabile dove anche “piccoli” aumenti di temperatura hanno effetti amplificati e possono compromettere i delicati equilibri che ruotano intorno ai 0 °C. Le conseguenze sono rilevanti, dalla fusione dei ghiacciai e del permafrost agli impatti sugli ecosistemi e sulle attività montane. Importanti cambiamenti sono già oggi percepiti dai frequentatori della montagna: escursionisti, alpinisti, sciatori e scialpinisti.

Il recente rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC parla chiaro: le attività umane sono responsabili del riscaldamento globale a cui stiamo assistendo. Le ragioni principali sono l'utilizzo di combustibili fossili, la deforestazione, e l'uso di allevamenti intensivi. L'IPCC rilancia l'allarme sulle conseguenze del riscaldamento globale, sottolinea l'attuale impreparazione a fronteggiare le minacce alla biosfera e alla nostra civiltà e raccomanda alle autorità politiche di tutto il mondo di intervenire per cercare di evitare che gli effetti del riscaldamento globale diventino ancora più devastanti.



Foto: Alberto Villani

Pian delle Streghe, passo Zauf.

LA “TEMPESTA PERFETTA”

Era il 2009 quando John Beddington, consulente scientifico del governo inglese, per primo parlò della “tempesta perfetta di eventi globali” posizionando questo evento temporalmente **nel 2030**. Beddington disse che “Se non affrontiamo questo concatenarsi di cause ci possiamo aspettare grandi destabilizzazioni, con un aumento di disordini e potenziali notevoli ondate migratorie a livello internazionale, in fuga per evitare le carenze di cibo e di acqua”. Il punto di partenza del ragionamento di John Beddington è **l'aumento della popolazione mondiale** (previsti 8,3 miliardi nel 2030) che inevitabilmente si rifletterà in una maggiore richiesta di cibo (aumento del 50% rispetto all'attuale), ma non supportata da una adeguata produzione. Analogamente la richiesta di energia si prevede aumenterà, nel 2030, del 60%, ancora con una produzione non adeguata, mentre la domanda globale di acqua potabile aumenterà del 30% (50% in paesi in via di sviluppo e 20% nei paesi sviluppati).

ANCHE MEZZO GRADO CONTA

La raccomandazione dell'accordo di Parigi del 2015 è di contenere l'aumento della temperatura del pianeta a **1,5 °C o al massimo a 2 °C** rispetto ai valori pre-industriali, cioè circa 0,3 °C e 0,8 °C rispetto a quelli attuali: aumenti di temperatura

che a prima vista potrebbero sembrare piccoli, ma non lo sono. Questi valori sono le **soglie** individuate dalla comunità scientifica per evitare che le conseguenze del riscaldamento globale divengano catastrofiche e ingestibili, ma anche un aumento della temperatura globale di “soltanto” 1,5 °C o 2 °C indurrà cambiamenti e impatti importanti. E anche quel mezzo grado in più o in meno può fare molta differenza nel determinare quanto saranno gravi ed estesi gli effetti dei cambiamenti climatici: la fusione dei ghiacciai, l'intensificazione del ciclo idrologico, con un aumento di eventi meteorologici estremi e l'alterazione delle precipitazioni, l'innalzamento del livello del mare, la modifica della produttività delle piante, lo sconvolgimento della distribuzione delle specie vegetali e animali. Limitare l'innalzamento della temperatura a 1,5 °C anziché a 2 °C può consentire di ridurre questi rischi. Un mezzo grado rilevante, soprattutto per gli ambienti più vulnerabili, come le zone di montagna.

IL FVG TRA DUE HOT-SPOT

Non tutti gli ambienti naturali sono egualmente sensibili agli effetti del riscaldamento globale che in particolare risultano più evidenti nelle **Alpi** e nel **Mediterraneo**. Il Friuli Venezia Giulia, trovandosi compreso **tra due questi hot-spot**, ne soffrirà maggiormente. Già ora ci sono segni evidenti di questa tendenza: le ondate di calore, gli incen-

di nel Carso isontino e triestino, la sparizione dei ghiacciai e la fusione del permafrost, l'innalzamento del livello del mare, la siccità estiva e la scarsità di portata di acqua nei fiumi, gli impatti sugli ecosistemi e sulla biodiversità.

L'EQUILIBRIO È IMPORTANTE, SOPRATTUTTO IN MONTAGNA

Stiamo perdendo l'equilibrio. Chi va in montagna sa che l'equilibrio è importante e perderlo, se poi si riesce a recuperare, non è drammatico: resta solo una sensazione di paura. Perderlo per non recuperarlo più risulta invece molto pericoloso: tutti dovremmo prendere consapevolezza del fatto che **stiamo perdendo l'equilibrio** e siamo molto vicini al tempo limite per poterlo recuperare.

La montagna è un ambiente fragile, in cui il rispetto degli equilibri climatici è fondamentale. Le montagne sono tanto **importanti** quanto

vulnerabili. Le regioni fredde sono le più sensibili perché **rispondono in maniera amplificata** all'aumento di temperatura e in montagna la situazione è più critica che in pianura. Il riscaldamento globale, oltre alla fusione dei ghiacci terrestri ha come conseguenza la **diminuzione dell'albedo** e l'aumento della radiazione solare assorbita (i ghiacci riflettono la radiazione solare, il terreno la assorbe). Come conseguenza **il suolo si riscalda** e questo amplifica ancora il riscaldamento. Ma ci sono anche **altri fenomeni** che amplificano l'aumento della temperatura in montagna, quali la presenza di vapore acqueo, il ruolo delle nubi, la presenza di aerosol nella bassa troposfera montana e la sua deposizione sulle superfici innevate e ghiacciate.

Due fattori fondamentali che spiegano perché in montagna riusciamo a percepire direttamente gli effetti del riscaldamento globale sono la fusione dei ghiacciai e del permafrost.





Foto: Pierpaolo Colussi

Monte Avanza.

LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

Il primo fenomeno è dovuto all'innalzamento della **linea di equilibrio (la ELA)** che separa la parte superiore di un ghiacciaio, il bacino collettore, dalla parte inferiore, l'area di ablazione, dove avviene la riduzione della massa glaciale per fusione o evaporazione. La ELA in altre parole delimita le zone di accumulo da quelle di ablazione. La ELA non è stabile nel tempo e dipende fortemente dalle situazioni climatiche, quindi risulta estremamente sensibile al riscaldamento globale: il suo **spostamento verso quote più alte** determina la graduale scomparsa dei ghiacciai dovuta a fusione.

Il **rapporto tra Area di Accumulo e area totale** del ghiacciaio (definito AAR - Accumulation Area Ratio) per un ghiacciaio alpino "sano" e in equilibrio con il clima dovrebbe avere un valore di 0,67. La quasi totalità dei ghiacciai alpini ha oggi un valore molto inferiore e alcuni, come la Marmolada, sono oramai dei morti che camminano.

LA FUSIONE DEL PERMAFROST

Il secondo fenomeno riguarda la fusione del permafrost, definito come una particolare condizione termica del sottosuolo, molto diffusa nei climi freddi, che attualmente interessa circa il 25% della superficie terrestre. Per definizione il permafrost include qualsiasi substrato (terreno, detrito, roccia, ...) che rimane congelato per almeno 2 anni consecutivi. In montagna anche alle nostre latitudini il permafrost esiste **nei versanti nord e ad alta quota**, principalmente in parete o nei ghiaioni alpini: si tratta di suolo congelato che non si trova in superficie e si estende in una zona

sotterranea delimitata da **due superfici**: una superiore e una inferiore. Un ambiente che si scalda ha come effetto l'aumento delle due temperature fondamentali del permafrost, che delimitano lo strato di suolo gelato. Gli effetti, quindi, sono il riscaldamento e l'assottigliamento del permafrost con conseguente risalita della base del permafrost. Questa fusione provoca **instabilità del terreno** ghiaioso e roccioso ed evidenti **frane e crolli** di pareti rocciose.

Entrambi questi fenomeni sono caratterizzati da un equilibrio attorno al punto di fusione del ghiaccio di 0°C: modificare anche solo di qualche grado questo valore (e specialmente in montagna, come abbiamo visto, si tratta di ben di più) significa creare un **forte disequilibrio**, al quale né la natura né l'essere umano sarà in grado di adattarsi se non in tempi estremamente lunghi, perché si tratta di modificare complessi cicli biologici e naturali.

GLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI VISTI DAI FREQUENTATORI DELLA MONTAGNA



ALPINISTI

osservano i crolli in parete a causa della fusione del permafrost e devono ripensare alla ripetizione di vie classiche e all'apertura di vie nuove. Inoltre, si rendono conto dell'aumentata pericolosità delle discese a causa di crolli e smottamenti. In ghiacciaio sono sorpresi dalla continua modifica della struttura dei seracchi e sono preoccupati per la pericolosità delle vie di ghiaccio e delle discese in ghiacciaio, come il recente dramma della Marmolada fa ben capire.



SCI ALPINISTI

percepiscono come i manti nevosi siano meno stabili di un tempo, con un aumento dei pericoli per valanghe e crolli di seracchi in ghiacciaio. La modifica della struttura e conformazione dei crepacci nei ghiacciai dovuta alla fusione del ghiaccio comporta uno sconvolgimento dei percorsi normalmente seguiti nelle gite di sci alpinismo. Per esempio, la salita al ghiacciaio dell'Adamello dal rifugio Mandrone è modificata sia d'estate che d'inverno rispetto alla via classica.



ESCURSIONISTI

vedono sentieri in traverso nei versanti sud, anche a bassa quota, che sono franati e osservano una aumentata pericolosità nel percorrere i ghiaioni nei versanti nord a causa della instabilità dei massi, dell'ispessimento dello strato di ghiaia superficiale (che oltre alla pericolosità fa aumentare la fatica nella salita) e della presenza di profondi canali scavati dall'acqua.



SCIATORI DA PISTA

si stanno rendendo ben conto di cosa voglia dire sciare su una striscia di neve artificiale, circondati da terreno spoglio e da alberi verdi, anche perché sono informati della enorme quantità di acqua e di energia necessarie per la preparazione delle piste.

GLI EFFETTI SUL TERRITORIO E SULLE ATTIVITÀ MONTANE

Oltre a questi fenomeni direttamente collegati al riscaldamento globale, non sono da trascurare altre evidenze quali l'andamento delle precipitazioni nevose in montagna e il danneggiamento dei sentieri a quota più bassa nei versanti soleggiati.

Il calo delle temperature e la irregolarità delle **precipitazioni nevose** stanno già mettendo a rischio il **turismo invernale** legato allo sci. Impianti di risalita e piste da sci sotto ai 1500 metri difficilmente potranno funzionare nei prossimi anni a causa della mancanza di neve, non rimpiazzata dall'innevamento artificiale che, oltre a impattare pesantemente sull'utilizzo di acqua e sul consumo di energia elettrica, renderanno economicamente non conveniente l'operazione.

Anche i **sentieri a bassa quota**, tipicamente i traversi su pendii ripidi, subiscono evidenti **crolli nella parte a valle** del sentiero. Ciò è dovuto al fatto che la **prima neve** quando cade trova un **terreno caldo** e fonde rapidamente per entrare nelle fessure del terreno dove, alla prima gelata, si congela e indebolisce il terreno, il quale poi a primavera, quando il ghiaccio fonde, frana o addirittura fa collassare il sentiero a valle. Questo fenomeno non si verificava in passato in quanto la prima neve scendeva su un terreno molto più freddo, protetto quindi dalle infiltrazioni di acqua. Per avere la prova di questo fatto basta vedere il degrado di sentieri storici.

E questo è solo un esempio dei cambiamenti sempre più evidenti che osservano i frequentatori della montagna: escursionisti, alpinisti, sciatori, scialpinisti. Ecco spiegato perché i **frequentatori della montagna** oggi sono sorpresi, spaesati, chiedono spiegazioni e non si capacitano di non poter più percorrere in sicurezza sentieri, pareti, canaloni, ghiaioni come avevano fatto anni addietro.



Foto: Pierpaolo Colussi

Maurizio Fermegia

Università degli Studi di Trieste

I PICCOLI GHIACCIAI DI CANIN E MONTASIO: COME SONO CAMBIATI NEL TEMPO E NEL 2023

Foto: Università di Udine

I piccoli corpi glaciali presenti sul Montasio e sul Canin sono ciò che rimane di ghiacciai un tempo molto più consistenti, ridottisi drammaticamente nell'ultimo secolo e soprattutto negli ultimi decenni. Collocati a quote basse, si sono conservati per particolari condizioni locali. I glaciologi ne monitorano l'evoluzione e ne calcolano ogni anno il "bilancio di massa": quello del 2023 è negativo, ma la perdita di ghiaccio è stata meno marcata di quella registrata nel 2022.

Nel settore italiano delle Alpi Giulie sono presenti numerosi piccoli corpi glaciali. I ghiacciai storicamente più studiati sono quelli del Canin e l'Occidentale del Montasio. Si tratta di corpi glaciali molto piccoli e posizionati ad una quota estremamente bassa se rapportati al resto del sistema alpino. Il motivo è principalmente legato alle elevate precipitazioni nevose che interessano la zona, e alla morfologia delle rocce calcaree e dolomitiche che creano condizioni favorevoli all'ombreggiamento e alla concentrazione delle valanghe in aree favorevoli alla preservazione della neve e del ghiaccio.



Foto di Renato R. Colucci

Il corpo glaciale orientale del Canin ripreso da drone il 27 settembre 2023.

UN SECOLO DI GRAVE PERDITA DI MASSA GLACIALE

Le misure sono iniziate oltre un secolo fa a opera rispettivamente di Giacomo Savorgnan di Brazzà (1883) e di Ardito Desio (1920). Nell'ultimo secolo la perdita di massa dei ghiacciai è stata particolarmente significativa. Le Alpi Giulie nel complesso (considerando anche il settore sloveno) hanno perso il 96% del loro volume. Più in dettaglio, la stima di perdita di volume del ghiacciaio del Canin è ben del 99%, mentre quella dell'Occidentale del Montasio è molto inferiore e pari al 78%. Per questo motivo esso conserva ancora una certa dinamica, vi si rileva la presenza di alcuni crepacci e *bergschrund* e può essere ancora classificato come ghiacciaio montano.

IL GHIACCIAIO OCCIDENTALE DEL MONTASIO: UN CASO "FORTUNATO"

Una **fortunata combinazione di fattori** morfologici e topo-climatici ha **preservato** l'Occidentale del Montasio da una riduzione più marcata. Esso infatti riceve poca radiazione solare perché espo-

sto a nord e incassato alla base di una nicchia orografica tra la Torre Palizza e la Torre Amalia. Nel contempo, tutta la neve che cade sulla soprastante parete nord dello Jôf di Montasio scivola a causa della forte pendenza andando a incrementare la già elevata quantità di precipitazioni nevose che lo interessano durante l'inverno.

Utilizzando le foto austriache della prima guerra mondiale e il primo rilievo di Ardito Desio, nel 2020 è stato possibile stimare la perdita di volume del ghiacciaio del Montasio nell'ultimo secolo, così sappiamo che, mentre l'**area** del ghiacciaio è cambiata di poco, il suo **spessore** è mediamente diminuito di circa 30 m.

L'Università di Udine effettua il monitoraggio sistematico del ghiacciaio da circa quindici anni.

I GLACIONEVATI DEL CANIN

La Società Meteorologica Alpino-Adriatica, in collaborazione con l'Istituto di Scienze Polari del CNR, monitora invece nel medesimo arco temporale il glacionevato orientale del Canin e il glacionevato di Prevala. I rilievi anche qui sono condotti

in collaborazione con il Parco Naturale delle Prealpi Giulie e grazie all'importante supporto logistico di TurismoFVG e Protezione Civile FVG. I rilievi sul campo sono effettuati in particolare per i calcoli di bilanci di massa annuale e invernale.

Come già illustrato nell'edizione 2023 di *Segnali dal clima in FVG* (nell'articolo "La criosfera delle Alpi Giulie, evoluzione passata e recente"), a partire dalla metà del XIX secolo si è assistito a un'imponente riduzione dei ghiacciai del Canin, quantificabile in una perdita di volume del ghiaccio di quasi il 99%, di cui la maggior parte si è verificata in una rapida fase parossistica iniziata dalla metà degli anni '80 del '900.

IL BILANCIO DEL 2023

Il 2023 non è stato un anno così negativo dal punto di vista glaciologico come lo era stato il 2022.

L'accumulo di neve invernale misurato al Rifugio Gilberti nell'area del Canin è stato leggermente superiore alla media 1979-2022, ma molto significativo alle quote più elevate con quasi 12 metri di accumulo totale all'osservatorio della Kredarica-Triglav nella parte slovena delle Alpi Giulie. L'accumulo è stato più modesto alle quote più basse rispetto ai valori usuali, e all'Occidentale di Montasio si sono misurati circa 5,50 m (2,80 m w.e. - *Water Equivalent*). La copertura nevosa ha subito però un ritiro molto rapido da luglio in poi a causa delle elevate temperature. A fine settembre la copertura nevosa residua risultava del tutto assente.

CANIN ORIENTALE

2022

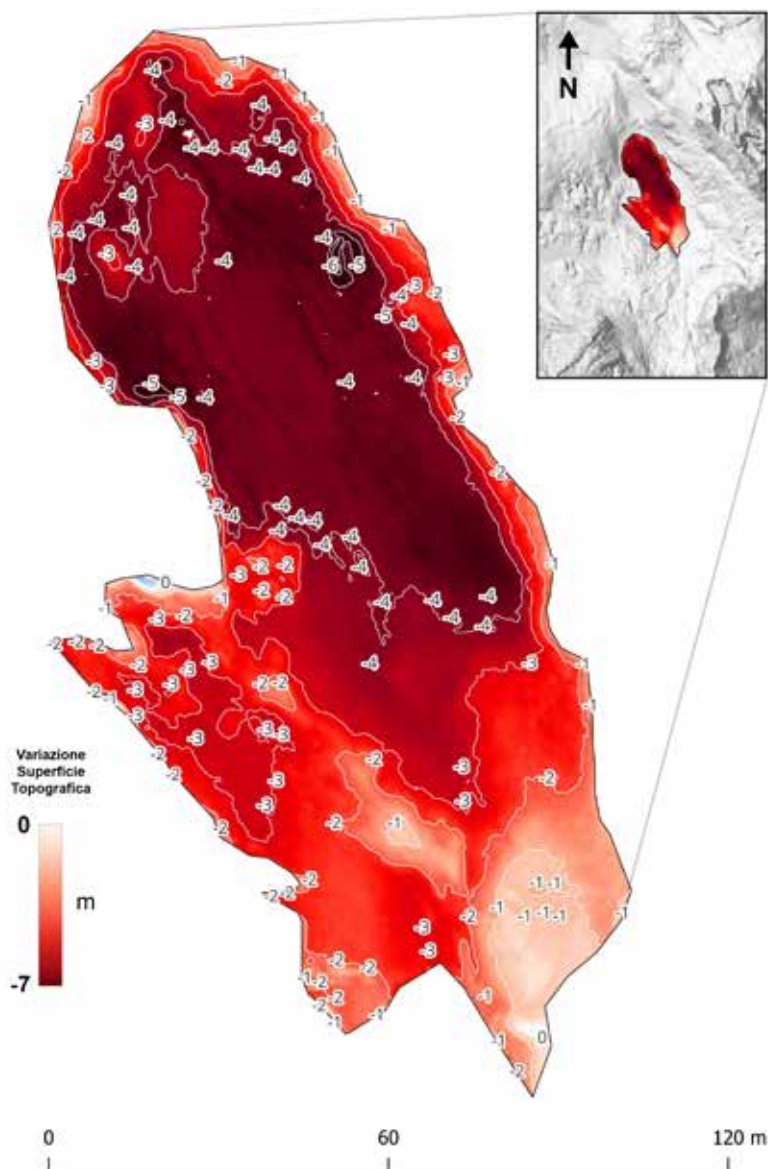


2023



Variazione superficie topografica

Media	Massima
- 3,15 m	- 6,99 m



Variazione topografica del corpo glaciale orientale del Canin fra il 2022 (13 settembre) e il 2023 (27 settembre). La freccia indica la posizione del profondo mulino glaciale formatosi in occasione delle forti piogge di inizio agosto 2023.

Il **bilancio annuo** è stato solo leggermente negativo all'Occidentale di Montasio con -0,63 m w.e., molto più negativo sul Canin orientale con -2,48 m w.e.. Sul glacionevato di Prevala il bilancio è risultato più simile all'Occidentale del Montasio e pari a -0,47 m w.e..

Per quanto riguarda il **Canin orientale** la diminuzione topografica mediata su tutta la superficie è stata di 3,15 m, con un massimo di 6,99 m per sé nel settore frontale. Nei rilievi autunnali per la prima volta dai rilievi del 2006 si è notata la **difusa presenza di detrito**, nella parte inferiore così come in quella superiore dell'apparato. Nel corso di fasi di forte regresso glaciale, il detrito, costituito dai clasti caduti nel corso del tempo dalle vicine pareti rocciose e inglobati nel ghiaccio, tende ad affiorare in superficie in quanto la fusione è maggiore della dinamica stessa del ghiacciaio.

In condizioni "normali" il detrito verrebbe gradualmente trasportato verso valle a formare la morena frontale. Diversi mulini glaciali e diffuse *bedières* superficiali hanno drenato l'acqua di fusione nel corso dell'estate evidenziando lo stato di **netto ritiro** del glacionevato rispetto all'annata precedente, già di per sé eccezionalmente negativa in termini di bilancio di massa.

A seguito delle forti precipitazioni nei primi giorni di agosto sia l'Occidentale del Montasio sia il Canin orientale hanno visto la concomitante **apertura di larghe cavità** al centro degli apparati glaciali.

Nel caso dell'**Occidentale di Montasio** la pioggia si è incanalata lungo il canalone "Kugy" e il flusso si è incuneato all'interno del ghiacciaio entrando nella *randkluft* (crepaccio iniziale tra ghiacciaio e parete rocciosa) e ha ripercorso verosimilmente



Foto di Università di Udine

una cavità residua di quella che si era formata nel 2008 da un analogo evento. L'**erosione del corpo glaciale** ha pesantemente interessato anche le fasce laterali che nel 2008 non risultavano compromesse, mentre nel 2023 si presentavano nettamente staccate dalle pareti rocciose. Inoltre, la copertura di detrito è risultata decisamente più estesa, in particolare nella fascia mediana del ghiacciaio.

Sul **Canin orientale**, invece, la pioggia di inizio agosto ha allargato un mulino glaciale preesistente formatosi nel corso dell'estate 2022, facendo **collassare parte della zona frontale** del corpo glaciale nella sua parte più a valle (come si vede nella figura precedente, in corrispondenza della freccia) .

IL BILANCIO DI MASSA

Il bilancio di massa serve a misurare le variazioni di massa del ghiacciaio.

Le variazioni di massa si misurano in "equivalente in acqua" (internazionalmente *w.e. - Water Equivalent*) che corrisponde alla massa d'acqua che si otterrebbe dalla fusione della neve o del ghiaccio. Così, data la diversa densità, una variazione di 1 m in spessore corrisponde a circa 900 mm *w.e.* se si tratta di ghiaccio, mentre, se si tratta di neve, lo stesso metro di spessore corrisponde a una variazione compresa tra 100 mm (se neve fresca) e oltre 500 mm (se neve a fine stagione).

Di norma ogni anno si fanno due rilievi principali della superficie del ghiacciaio, a fine maggio e a fine settembre. A fine maggio si misura l'accumulo di neve che, per differenza con il precedente rilievo di fine settembre, costituisce il bilancio invernale, sempre positivo. A fine settembre si rileva la quota della superficie del ghiacciaio e, per differenza con il rilievo effettuato 12 mesi prima, si determina se, e dove, ci sono stati incrementi di quota o perdite di quota. Il valore medio degli incrementi e delle perdite determina il bilancio annuo, positivo se il ghiacciaio è cresciuto, negativo se la fusione è stata dominante.

Renato R. Colucci

CNR-ISP e Società Meteorologica Alpino-Adriatica

Andrea Securo

Università Cà Foscari e Società Meteorologica Alpino-Adriatica

Federico Cazorzi

Sara Cucchiaro

Università di Udine



PAROLE CHIAVE



CREPACCI

fratture nel ghiaccio dovute a sforzi decompressivi che modificano la velocità di flusso del ghiaccio facendolo frammentare trasversalmente o longitudinalmente. Nei ghiacciai montani sono spesso indicatori di asperità topografiche del terreno sul quale il ghiacciaio si muove (ad esempio dossi o balze rocciose).

BERGSCHRUND

crepaccio che si forma dove il ghiaccio in movimento si separa dal ghiaccio/firn stagnante nella zona di accumulo, quindi nella parte più ad alta quota del ghiacciaio. In italiano è spesso indicata come “crepacciata terminale”.

RANDKLUF

crepaccio marginale tipicamente localizzato tra la parete rocciosa sommitale e il corpo glaciale e si trova quindi generalmente poco al di sopra della Bergschrund, se presente.

GLACIONEVATO

corpo glaciale in cui la dinamica di scorrimento tipica di un ghiacciaio non è più presente. È spesso il relitto di un ghiacciaio.

MULINI GLACIALI

cavità verticali prodotte dall'acqua di fusione che penetra all'interno di piccole fratture nel ghiaccio e le allarga gradualmente. Come avviene in un sistema carsico, l'acqua tende a raggiungere la base del ghiaccio formando una rete di canali e caverne interna al ghiacciaio.

BEDIÈRES

canale di scorrimento superficiale che drena l'acqua di fusione glaciale. Tende a creare un percorso meandriforme seguendo le pendenze e le irregolarità della superficie topografica del ghiacciaio.

FIRN

fase intermedia del processo di trasformazione della neve delle stagioni precedenti in ghiaccio. Ha aspetto granulare e risulta piuttosto compatto con densità tra 400 e 830 kg al metro cubo.

I GHIACCI RACCONTANO: ESPLORARE I CLIMI DEL PASSATO CON I METODI DELLA PALEOCLIMATOLOGIA

Foto: NOAA da Unsplash

Conoscere i climi del passato ci consente di comprendere meglio i cambiamenti climatici attuali e futuri. La paleoclimatologia si avvale di diverse modalità di indagine, integrandole per ricostruire in modo dettagliato le variazioni climatiche nel corso dei millenni. Tra le più efficaci, l'analisi delle carote di ghiaccio estratte dai ghiacciai e dalle calotte polari. Un nuovo progetto di ricerca consentirà di esplorare i climi del passato fino a 1,5 milioni di anni fa.

L'interesse per la comprensione del clima passato è cresciuto esponenzialmente negli ultimi decenni, poiché la consapevolezza dei cambiamenti climatici globali ha assunto un ruolo sempre più centrale nella nostra società. L'analisi dei cambiamenti climatici nel corso dei millenni, nota come **paleoclimatologia**, rappresenta un'importante disciplina scientifica che contribuisce significativamente alla nostra comprensione del clima passato e presente. Gli scienziati impiegano una vasta gamma di metodologie avanzate per ricostruire con precisione i pattern ossia gli andamenti climatici delle ere passate, fornendo così preziose informazioni per la comprensione dei meccanismi climatici naturali e antropogenici. Le metodologie più utilizzate negli studi paleoclimatici contemporanei comprendono lo studio delle carote di ghiaccio e di sedimento marino, la dendrocronologia, i proxy climatici e la modellazione paleoclimatica; vediamole in dettaglio.

CAROTE DI GHIACCIO

Le carote di ghiaccio estratte dai ghiacciai e dalle calotte polari costituiscono uno degli strumenti più potenti per l'estrazione di dati paleoclimatici. Questi depositi di ghiaccio contengono un registro stratigrafico unico delle variazioni climatiche nel corso dei millenni. Attraverso l'**analisi delle bolle d'aria intrappolate nei cristalli di ghiaccio**, i ricercatori possono determinare le concentrazioni dei gas presenti in atmosfera al momento delle precipitazioni nevose originarie che hanno portato alla formazione di quello specifico strato di ghiaccio. Grazie a queste bolle d'aria, quindi, è possibile estrapolare direttamente la chimica dell'atmosfera del passato e analizzare ad esempio **le concentrazioni di gas serra** come il biossido di carbonio e il metano. Inoltre, gli isotopi dell'ossigeno e dell'idrogeno presenti nel ghiaccio forniscono informazioni preziose sulla **temperatura atmosferica passata**. Le carote di ghiaccio consentono quindi di ricostruire con grande precisione i cambiamenti del clima e le dinamiche atmosferiche nel corso del tempo. Al momento, uno sforzo internazionale sta cercando di estendere la conoscenza paleoclimatica fino a circa 1,5 milioni di anni fa grazie al progetto *Beyond EPICA* (vedi box di approfondimento).

CAROTE DI SEDIMENTO MARINO

I sedimenti marini depositati sul fondo oceanico rappresentano un altro archivio fondamentale per la ricostruzione del clima passato. Dalle carote di sedimento prelevate dai fondali oceanici è possibile analizzare varie proprietà chimiche e biologiche dei sedimenti stessi. Ad esempio, i resti fossili di microorganismi marini, come i foraminiferi, forniscono **informazioni preziose sulla temperatura e sulla salinità dell'acqua oceanica** nel corso del tempo. Inoltre, le variazioni nella composizione chimica dei sedimenti, come i rapporti isotopici e le concentrazioni di elementi chimici, consentono di ricostruire i **cambiamenti climatici globali e regionali**, nonché le variazioni delle correnti oceaniche nel corso dei millenni.

DENDROCRONOLOGIA

La dendrocronologia, o datazione degli anelli degli alberi, è un'altra metodologia importante per gli studi paleoclimatici. Gli alberi, attraverso la formazione di anelli annuali, registrano le variazioni climatiche stagionali e interannuali

durante il loro ciclo di crescita. I ricercatori possono analizzare la larghezza, la densità e altre caratteristiche degli anelli degli alberi per estrarre **informazioni dettagliate sulle condizioni climatiche passate**, come temperature estive e inverni rigidi, periodi di siccità o abbondanti precipitazioni. La dendrocronologia fornisce quindi una cronologia climatica ad alta risoluzione **per specifiche regioni geografiche**.

PROXY CLIMATICI

I proxy climatici sono **indicatori indiretti** del clima passato, utilizzati quando i dati diretti non sono disponibili o insufficienti. Questi includono una vasta gamma di materiali e fenomeni, come i resti di **polline** conservati nei sedimenti lacustri, le **conchiglie di foraminiferi** negli oceani, gli **speleotemi** (concrezioni carbonatiche che si formano nelle grotte, come stalattiti e stalagmiti), i resti **fossili di piante e animali**. Gli scienziati utilizzano queste fonti di dati per ricostruire variabili climatiche come temperatura, umidità, precipitazioni e pressione atmosferica. Ad esempio, la distribuzione spaziale e temporale dei pollini fornisce informazioni dettagliate sui cambiamenti nell'ecosistema vegetale e nelle condizioni climatiche locali nel corso del tempo.

MODELLAZIONE CLIMATICA

Infine, la modellazione climatica rappresenta uno strumento essenziale per integrare e interpretare i dati paleoclimatici. I ricercatori sviluppano modelli climatici complessi basati sulle leggi fisiche che regolano il clima della Terra. Questi modelli possono essere utilizzati per **simulare il comportamento del sistema climatico passato e futuro**, testando ipotesi e valutando l'impatto di fattori naturali e antropogenici sul clima globale. L'integrazione di dati paleoclimatici con modelli climatici avanzati consente agli scienziati di ottenere una comprensione più completa e approfondita delle dinamiche climatiche del passato e di fornire previsioni più accurate per il futuro.

BEYOND EPICA: RICOSTRUIRE IL CLIMA DELLA TERRA FINO A 1,5 MILIONI DI ANNI FA

Il progetto *Beyond EPICA* rappresenta un ambizioso sforzo internazionale per ottenere nuove e dettagliate informazioni sui cambiamenti climatici del passato attraverso il miglioramento delle tecniche di carotaggio dei ghiacciai. Questo progetto, avviato nel 2018, mira a perforare uno dei ghiacciai più antichi e spessi della Terra, l'Antartide orientale, al fine di ottenere una delle carote di ghiaccio più lunghe e dettagliate mai estratte.

Il principale obiettivo di *Beyond Epica* è quello di estendere il record paleoclimatico ottenuto dalle carote di ghiaccio fino a 1,5 milioni di anni fa. Attualmente, il record più lungo disponibile risale a circa 800.000 anni fa, ottenuto dal progetto EPICA (*European Project for Ice Coring in Antarctica*) e dal Progetto *IceCube*, entrambi condotti in Antartide. Estendere questo record fino a 1,5 milioni di anni consentirebbe agli scienziati di esaminare i cicli climatici attraverso molte ere glaciali-interglaciali, fornendo una visione senza precedenti delle dinamiche climatiche a lungo termine della Terra.

Per raggiungere questo obiettivo ambizioso, il progetto *Beyond EPICA* si avvale di tecniche innovative di perforazione e di analisi dei campioni di ghiaccio. Gli scienziati utilizzano trivelle specializzate, in grado di penetrare attraverso i chilometri di ghiaccio dell'Antartide orientale in modo efficiente e preciso. Una volta estratte, le carote di ghiaccio sono trasportate in laboratori appositamente attrezzati, dove vengono analizzate utilizzando una vasta gamma di tecniche, come la misurazione degli isotopi, delle bolle d'aria intrappolate e delle impurità presenti nel ghiaccio.

Il completamento del progetto *Beyond EPICA* avrà importanti implicazioni per la comprensione dei cambiamenti climatici passati e futuri. Il lungo record paleoclimatico ottenuto consentirà agli scienziati di analizzare dettagliatamente i meccanismi che guidano le variazioni climatiche naturali su scale temporali più

lunghe, inclusi i cicli di Milanković, le variazioni dell'attività solare e gli effetti delle concentrazioni di gas serra atmosferici. Queste informazioni sono essenziali per migliorare la nostra comprensione dei modelli climatici e per valutare l'impatto delle attività umane sul clima globale. I risultati ottenuti saranno di fondamentale importanza per l'attuazione dei futuri rapporti di valutazione del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) e per l'obiettivo Azione per il clima (#13) degli Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite che mira a intraprendere azioni urgenti per combattere il cambiamento climatico e i suoi impatti.

Il progetto *Beyond EPICA* è guidato dall'Istituto di Scienze Polari (ISP) del CNR e ha come responsabile scientifico il Prof. Carlo Barbante, Direttore dell'ISP-CNR fino ad aprile 2024. È finanziato dalla Comunità Europea su fondi Horizon 2020. Il consorzio di ricerca include istituzioni di grande rilievo in Europa e nel mondo come, tra le altre, l'*Institute for Marine and Atmospheric research (IMAU)* dell'Università di Utrecht nei Paesi Bassi, l'*Alfred Wegener Institute (AWI)* in Germania, il *British Antarctic Survey (BAS)* nel Regno Unito, il *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)* in Francia, il *French Polar Institut*, e il *Norwegian Polar Institute*. Di fondamentale importanza la logistica fornita dal PNRA (Piano Nazionale di Ricerca in Antartide) attraverso la base Concordia.

beyondepica.eu/en/about/

Un settore di carota di ghiaccio estratta dal sito di Little Dome C.
Credits Scoto©PNRA/IPEV.



UN APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE E INTEGRATO

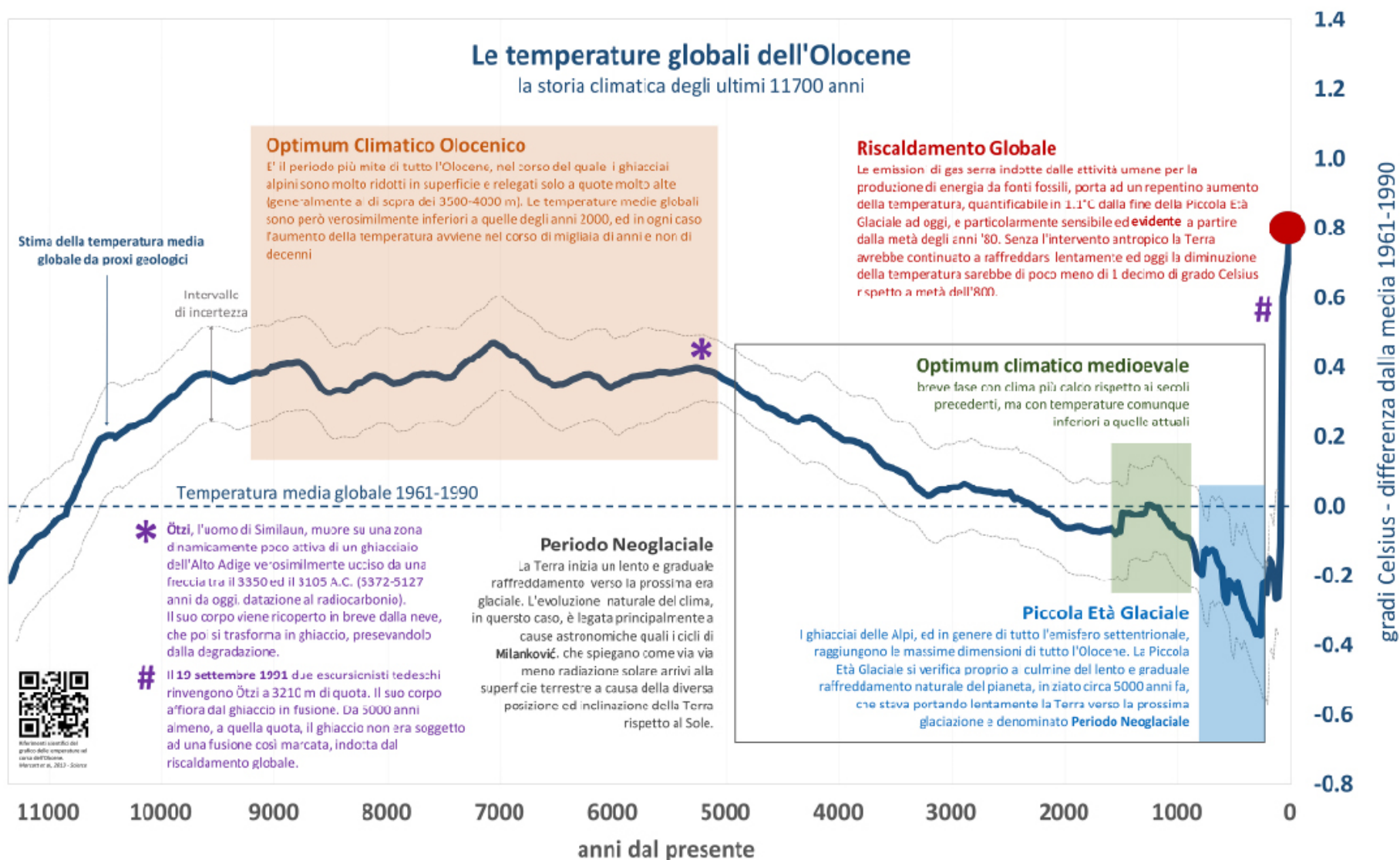
Le metodologie utilizzate negli studi paleoclimatici contemporanei riflettono dunque un approccio multidisciplinare che combina dati empirici provenienti da una varietà di fonti con modelli climatici avanzati.

Questa integrazione di approcci fornisce una visione dettagliata e articolata delle variazioni climatiche nel corso dei millenni, contribuendo così alla nostra comprensione dei cambiamenti climatici attuali e futuri.

Renato R. Colucci

CNR-ISP e Società Meteorologica Alpino-Adriatica

Anomalie globali della temperatura media terrestre osservate nel corso dell'Olocene, rispetto ai valori normali del periodo 1961-1990 (rielaborazione effettuata su dati/sull'immagine originale da "A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years", Marcott S. A., www.science.org/doi/10.1126/science.1228026). La figura è stata realizzata per la mostra "Canin, memoria di climi antichi. Un viaggio sugli effetti del riscaldamento globale" www.aametsoc.org/post/canin-memoria-di-climi-antichi-un-viaggio-sugli-effetti-del-riscaldamento-globale.



MONTAGNE IN TRASFORMAZIONE: CAMBIAMENTI CLIMATICI E ALTRI CAMBIAMENTI

Foto: Valeria Muzzolini

La montagna subisce gli effetti dei cambiamenti climatici e altri cambiamenti, ai quali può rispondere adottando nuovi modelli di sviluppo sostenibile che portino benefici non solo socioeconomici, ma anche ambientali. Attraverso la diversificazione delle attività turistiche e nuove opportunità di formazione per le comunità locali, la montagna può trovare efficaci soluzioni di adattamento e continuare a essere luogo di vita, lavoro, svago, benessere, cultura.

Il clima sta cambiando e gli effetti si fanno sentire soprattutto in montagna. I più evidenti, anche agli occhi dei non esperti, riguardano le **precipitazioni nevose**: stiamo assistendo, infatti, alla risalita del limite delle nevi e alla riduzione della durata dell'inverno; le nevicate diventano meno frequenti e spesso vengono sostituite dalla pioggia. Ciò determina la diminuzione dell'estensione delle aree coperte da neve e ghiaccio e il conseguente aumento dello spazio a suolo più scuro, che sono alla base del fenomeno dell'**amplificazione del riscaldamento** in montagna. Ma anche altri cambiamenti interessano la montagna soprattutto dal secondo dopoguerra del secolo scorso.

I CAMBIAMENTI DELLA MONTAGNA

Il processo di industrializzazione, l'importazione di modelli di sviluppo inadeguati per le aree montane basati prevalentemente su standardizzazione e aumento della scala produttiva, la difficoltà a modificare le piccole aziende agrosilvopastorali "dalla sussistenza familiare" al "mercato", hanno dato inizio a un graduale esodo e **spopolamento** della montagna. L'abbandono dei territori montani, il venir meno delle azioni di cura necessarie affinché un territorio possa mantenersi vitale, hanno causato il **degrado di quel patrimonio** di diversità naturale (si pensi ai prati) e antropico (terrazzamenti, casere, stovoli ecc.) creatosi in secoli di attività umane.

Si tratta di cambiamenti con conseguenze negative per la montagna, e inevitabilmente ne devono seguire altri affinché essa possa continuare a

essere un luogo, anzi tanti luoghi di vita, lavoro, svago, benessere, cultura. In altre parole, in un mondo che cambia, anche il modo di agire per lo **sviluppo socioeconomico** delle aree montane deve evolversi, immaginando nuovi modelli che sappiano dare valore, non solo economico, alle tante risorse naturali e antropiche che la montagna incorpora.

Mi voglio soffermare qui su due iniziative che assieme ad alcuni colleghi dell'Università di Udine stiamo conducendo nell'ambito delle nostre attività di ricerca e di didattica su tematiche riguardanti lo sviluppo delle aree montane, in particolare dei sistemi agrosilvopastorali: le opportunità di diversificazione turistica attraverso la **frequentazione delle foreste per il benessere e la salute**, e un master universitario per accrescere le **competenze imprenditoriali e territoriali** dei nuovi abitanti della montagna.



Foto: Ivana Bassi



Foto: Ivana Bassi

Fare impresa e costruire territori in montagna: un connubio inscindibile. Casera Giaveada e Monte Bivera, Sauris

ESPLORARE LA MONTAGNA: UN MONDO OLTRE LO SCI

Lo sci ha rappresentato e rappresenta ancora per alcuni territori un'importante risorsa in termini di occupazione e reddito, oltre ad essere di per sé una valida attività ludico-sportiva. Tuttavia, la riduzione delle precipitazioni nevose mette in seria difficoltà questo settore, per superare la quale si fa troppo spesso ricorso a soluzioni – mi riferisco all'**innevamento artificiale** – che portano con sé rilevanti impatti ambientali e sociali negativi. Basti pensare all'utilizzo delle risorse idriche ed energetiche, nonché agli ingenti finanziamenti pubblici, risorse così sottratte ad altre priorità.

Nel corso degli anni anche la **domanda di turismo** in montagna è cambiata a causa di diversi fattori, tra cui l'evoluzione dei gusti dei viaggiatori, la crescente attenzione alla sostenibilità e l'impatto dei cambiamenti climatici. Complessivamente, essa sta evolvendo verso esperienze più autentiche, sostenibili e orientate alla natura, con una maggiore diversificazione delle attività offerte e una crescente attenzione alla conservazione dell'ambiente.

Il turismo ha certamente portato ricchezza in molte aree montane. Tuttavia questi cambiamenti impongono la definizione di **nuove strategie di sviluppo turistico**, al fine di ridurre il rischio derivante dalla dipendenza da un solo settore, diversificando l'offerta e dunque le possibilità di occupazione e reddito.

ALCUNE ESPERIENZE DI SUCCESSO

In alcune località già da tempo sono state fatte scelte lungimiranti. Nel **parco naturale del Monte Dobratsch** (nei pressi di Villach, a pochi chilometri dal confine di Tarvisio) circa una ventina di anni fa si è deciso di smantellare i vecchi impianti della stazione sciistica e di promuovere altri modi di frequentare la montagna: si fa scialpinismo o sci di fondo, si usano le ciaspole o la slitta, si cammina, o semplicemente si trascorre una bella giornata all'aria aperta. E così sono nati nuovi posti di lavoro, punti vendita di prodotti, gruppi di guide, insomma, un importante indotto che non ha fatto rimpiangere le scelte effettuate.

Un altro esempio è quello della **Val Maira**, una valle piemontese nelle Alpi occidentali, dove alla

fine del secolo scorso il locale Consorzio Turistico ha dato avvio a un progetto di sviluppo turistico non di tipo industriale incentrato sugli impianti di risalita, come andava di moda in quegli anni, ma finalizzato al recupero delle tradizioni locali e alla tutela e valorizzazione delle tante risorse ambientali di pregio presenti. L'intera valle è diventata così una meta "slow" di scialpinisti, ciaspolatori, camminatori, alpinisti o semplici visitatori, economicamente sostenibile e capace di attrarre appassionati da tutta Europa.

LE FORESTE COME RISORSA PER SALUTE E BENESSERE

Una valida opportunità di diversificazione dell'offerta turistica è data oggi da alcune interessanti pratiche di frequentazione della montagna, in particolare degli ambienti boschivi, per la salute e il benessere: **i bagni di foresta e la terapia forestale**. Oramai numerosi studi a livello internazionale hanno dimostrato una relazione diretta tra frequentazione delle foreste e salute umana derivante soprattutto dall'inalazione di sostan-

ze organiche volatili, i terpeni. Oltre ai **benefici fisiologici**, quali ad esempio la cura di patologie dell'apparato respiratorio, a quelli **psicologici**, come la diminuzione dell'ansia (vedi l'articolo di Maria Da Re [OLTRE L'ECO-ANSIA: CONNETTERSI CON LE EMOZIONI PER CAMBIARE IL CLIMA DENTRO E FUORI DI NOI](#), pag. 213), e **sociali**, quest'ultimi derivanti in particolare dal miglioramento delle interrelazioni personali e degli stili di vita, vanno annoverati anche i benefici **socioeconomici** derivanti dai servizi correlati all'implementazione della pratica. Essi sono riconducibili alle attività di accompagnamento lungo i percorsi individuati, che devono essere svolte da persone adeguatamente formate (conoscenza dell'ambiente, operatori sanitari), come pure al vitto, preferibilmente con prodotti locali, all'alloggio, alle attività culturali, di svago e sport che possono essere svolte nei momenti della giornata non dedicati alla pratica. I bagni di foresta e la terapia forestale diventano così occasione per creare nuove opportunità di lavoro e reddito, e dunque di sviluppo delle comunità locali, come testimoniano le esperienze che si stanno diffondendo anche in Friuli Venezia Giulia.



Foto: Ivana Bassi



Foto: Irene Marcuzzi

Testimonial, studenti e alcuni docenti all'evento di avvio della prima edizione 2024 del master.

UN PERCORSO DIDATTICO-CULTURALE PER E CON LA MONTAGNA

A marzo 2024 ha preso avvio la prima edizione del **master di primo livello** in “Innovazione dei sistemi agrosilvopastorali della montagna. Imprese e territori” organizzato dal Dipartimento di Scienze agroalimentari, ambientali e animali dell’Università di Udine (uniud.it/mastermontagna).

Si tratta di un **percorso formativo finalizzato a innescare processi** orientati alla creazione di nuova imprenditorialità in montagna, alla partecipazione e rigenerazione delle comunità locali e alla valorizzazione dei territori montani, secondo un approccio multifunzionale e integrato. Il focus è sui **sistemi agrosilvopastorali**, che hanno svolto e continuano a svolgere un ruolo fondamentale nella costruzione dei paesaggi della montagna e nella conservazione dei manufatti, della biodiversità vegetale e animale, di pratiche, tradizioni e conoscenze locali. Non meno importante è il loro ruolo di presidio della montagna, svolgendo azioni di controllo degli equilibri ecologici e idrogeologici e di cura dei luoghi.

Le lezioni in aula e online, le visite di studio, i laboratori e i lavori in gruppo intendono accrescere conoscenze e competenze per la **gestione di imprese agrosilvopastorali montane multifunzionali**, in cui le attività primarie si integrano con altre funzioni quali quella gastronomica, turistica, didattica, sociale ecc., nonché per la definizione e attuazione di **progetti di sviluppo territoriale integrato**, attraverso il coinvolgimento delle comunità locali. A tale scopo il master approfondisce aspetti riguardanti gli ecosistemi montani (vegetazione, fauna, entomologia, geologia, idrologia, cambiamenti climatici) e le filiere produttive (produzioni vegetali, filiera legno, produzioni zootecniche, trasformazioni alimentari). Tratta di imprese e **network** (creazione e innovazione d’impresa, **network** imprenditoriali, turismo e altre economie montane), come pure di territorio e governance (rigenerazione territoriale, processi partecipativi, politiche per la montagna, gestioni collettive). Dedicando ampio spazio alla progettazione e alla comunicazione (**business plan**, strumenti per la co-progettazione territoriale, GIS, **group facilitation**).

Il master non poteva non affrontare anche il **tema dei cambiamenti climatici**, sia attraverso lezioni *ad hoc* su “Climatologia dei territori montani e impatti del cambiamento climatico”, sia nell’ambito di altre lezioni e attività didattiche (flora e fauna alpina, idrologia, imprese ecc.), tra cui una visita di studio presso l’azienda Baldovin in quel di Forni di Sotto, che di recente ha avviato un impianto viticolo e la cantina di trasformazione alla quota più alta (865 m slm) dell’intero Friuli Venezia Giulia, e una visita al ghiacciaio occidentale del Montasio, per conoscerne da vicino l’evoluzione.

Il master intende così contribuire anch’esso all’**adattamento delle comunità montane ai cambiamenti climatici e altri cambiamenti**, innescando processi di transizione culturale, imprenditoriale e territoriale capaci di supportare la definizione di strategie e l’attuazione di interventi di sviluppo in montagna coerenti e sostenibili.

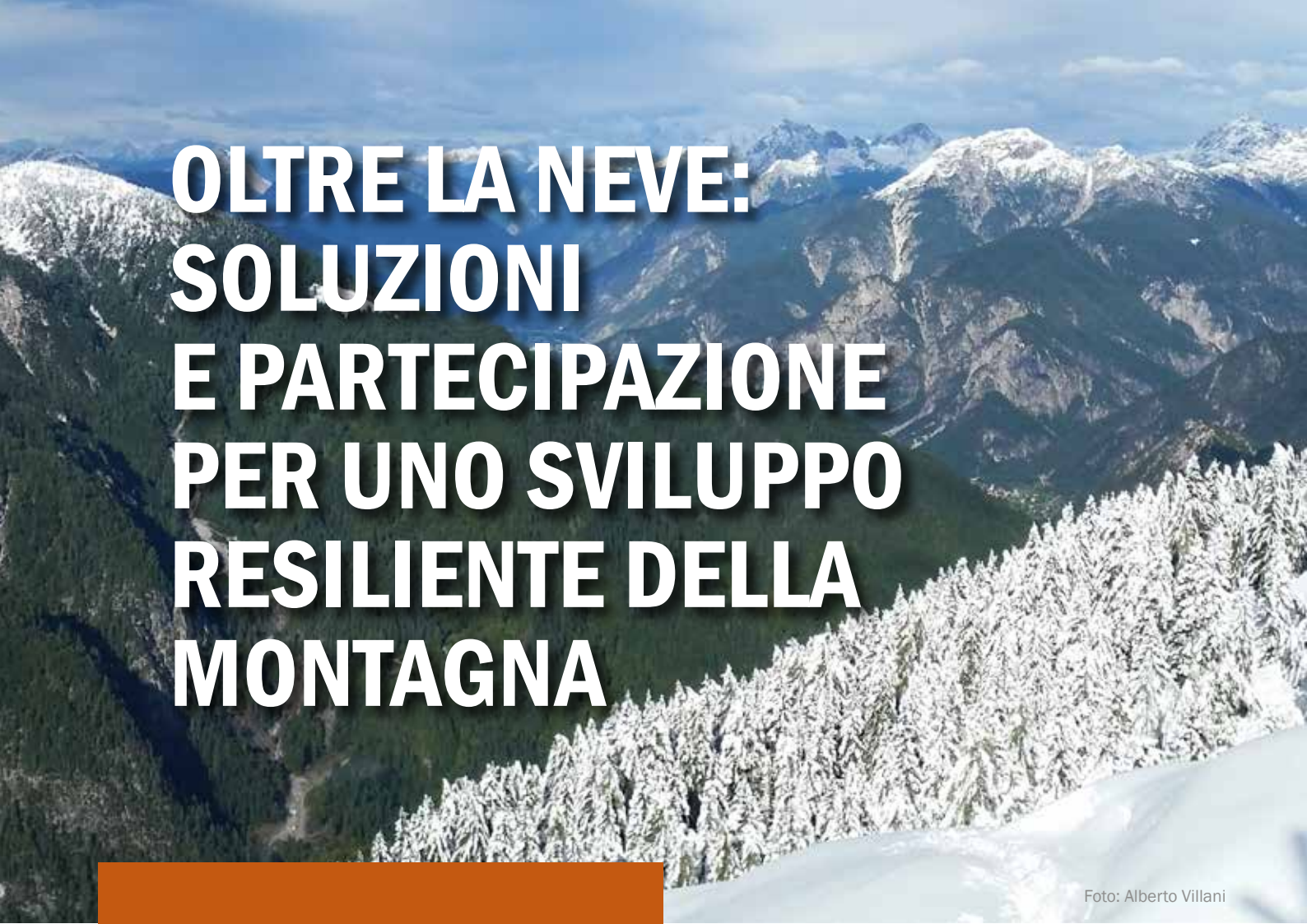
Ivana Bassi

Università degli Studi di Udine

L’AMPIO PARTENARIATO DEL MASTER DELLA MONTAGNA

Il master è sostenuto da un vasto e importante partenariato che comprende le sei comunità di montagna del Friuli Venezia Giulia: Dolomiti friulane, Cavallo e Cansiglio; Prealpi friulane orientali; Carnia; Canal del Ferro e Valcanale; Gemonese; Natisone e Torre. Inoltre, vi fanno parte il Consorzio dei comuni del bacino imbrifero montano (Bim) Tagliamento, Carnia Industrial Park, Prima Cassa, Confcooperative e Legacoop del Friuli Venezia Giulia. Il supporto di questi partner ha consentito la partecipazione di giovani provenienti da tutto l’arco alpino della regione.

Il partenariato annovera anche numerosi collaboratori tra cui i GAL Montagna Leader, Euroleader, Open Leader e Torre Natisone; i due Parchi regionali, delle Dolomiti Friulane e delle Prealpi Giulie; il Consorzio Boschi Carnici e Legno Servizi; la Fondazione Comelico Dolomiti; il Segretariato Permanente della Convenzione delle Alpi e CI-PRA; Club Arc Alpin e CAI, Sede centrale e Delegazione del FVG.



OLTRE LA NEVE: SOLUZIONI E PARTECIPAZIONE PER UNO SVILUPPO RESILIENTE DELLA MONTAGNA

Foto: Alberto Villani

Attraverso il progetto *BeyondSnow* (“oltre la neve”) diverse località di montagna di tutto l’arco alpino stanno affrontando costruttivamente le sfide poste da un futuro in cui ci sarà meno neve.

Si analizzano le vulnerabilità e si condividono le possibili soluzioni per uno sviluppo che nel tempo accresca la resilienza di comunità e territori. In Carnia è stato avviato un processo partecipato per disegnare “futuri desiderabili” per le diverse generazioni, che includano gli abitanti di oggi e di domani.

Il progetto *BeyondSnow* – Oltre la Neve, inserito nel programma di finanziamento Interreg Spazio Alpino, si pone come obiettivo l’elaborazione di nuovi percorsi e processi di sviluppo sostenibili che, nonostante la sempre più critica mancanza di neve, permettano a piccole comunità e destinazioni turistiche alpine invernali a media e bassa quota di adattarsi alle condizioni ambientali, economiche, sociali e culturali determinate dal cambiamento climatico e, al contempo, di mantenere e aumentare la loro attrattività per residenti e turisti.

Interreg

Co-funded by
the European Union

BeyondSnow

Alpine Space

BeyondSnow coinvolge 13 enti, provenienti da sei Paesi europei che toccano l'arco alpino: Slovenia, Italia, Austria, Germania, Svizzera, Francia. L'ente capofila è Eurac Research (Bolzano, IT) e per il Friuli Venezia Giulia il partner operativo del progetto è la Comunità di montagna della Carnia, affiancata da ARPA FVG, Promoturismo FVG e Università degli Studi di Trieste in qualità di partner osservatori.

La Comunità di montagna della Carnia ha individuato l'impianto di risalita di Pradibosco come laboratorio di studio nell'ambito di *BeyondSnow* nel corso del triennio 2022-2025.

GLI OBIETTIVI E I PRODOTTI DEL PROGETTO

BeyondSnow si prefigge di **umentare la resilienza climatica socio-ecologica** delle piccole stazioni turistiche invernali per consentire loro di mantenere o addirittura aumentare la loro attrattività per residenti e turisti. Durante il progetto, **nuovi percorsi di sviluppo sostenibile, processi di transizione e soluzioni implementabili** vengono ideati congiuntamente all'interno di dieci specifiche aree di lavoro pilota (PWA), distribuite spazialmente in sei paesi alpini, diverse per dimensioni, livello di sviluppo e criticità. Grazie ad attività di **formazione e sensibilizzazione**, cittadini e decisori ai diversi livelli tecnici e politici sono coinvolti in questo processo.

Inoltre, i partner del progetto stanno sviluppando uno **strumento digitale di supporto alle decisioni** sulla resilienza, innovativo e facile da usare, che sarà reso disponibile gratuitamente e accessibile al pubblico in tutta la comunità alpina.

Alcuni prodotti sono già stati realizzati e sono disponibili sul sito del progetto alpine-space.eu/project/beyondsnow/. Si tratta di **rapporti** (pubblicati in lingua inglese, dato il carattere internazionale del progetto) che trattano diversi aspetti del tema "oltre la neve": dalle caratteristiche delle aree pilota, alle criticità rilevate dalle popolazioni e le emozioni a esse collegate, alla vulnerabilità e resilienza delle aree montane.

Riportiamo qui due esempi di contenuti tratti dai report del progetto: la mappa di vulnerabilità e

alcune possibili risposte agli effetti dei cambiamenti climatici nelle località che finora hanno basato fortemente la loro economia sul turismo (sciistico) invernale.

LA MAPPA DI VULNERABILITÀ

Uno dei rapporti disponibili è la "Mappa di vulnerabilità delle destinazioni turistiche alpine legate alla neve" ("*Vulnerability Map of Alpine STDs*") www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/BeyondSnow-Vulnerability-Map-deliverable-1.1.2.pdf.

Nel report è spiegato il **concetto di vulnerabilità**, a partire dalla definizione dell'IPCC che la intende come "la propensione o predisposizione a essere influenzati negativamente, una qualità che dipende da diversi fattori, tra cui esposizione, sensibilità e capacità adattiva".

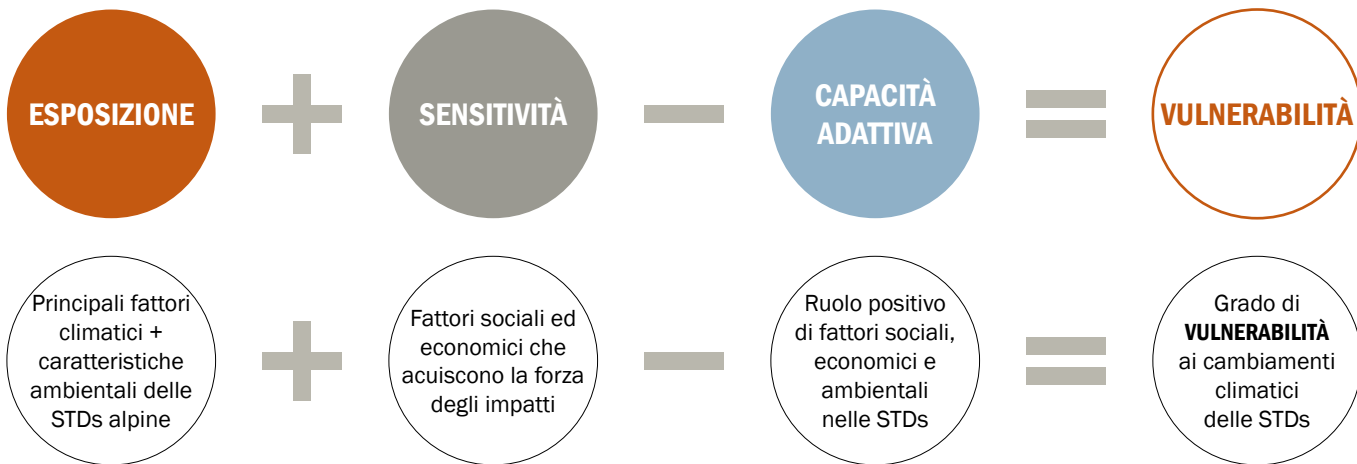
Per valutare la vulnerabilità nel contesto specifico di *BeyondSnow*, gli esperti hanno preso in considerazione **12 indicatori** di esposizione, sensibilità e capacità di adattamento collegati alle diverse dimensioni della vulnerabilità: i fenomeni fisici, l'ambiente, l'economia, la società.

Il risultato della prima elaborazione è la Mappa delle Vulnerabilità delle destinazioni turistiche alpine legate alla neve (STDs). I livelli di vulnerabilità vanno da bassi ad acuti. **La maggior parte dei comuni dell'area progettuale Spazio Alpino presentano un elevato livello di vulnerabilità**. In un primo momento, sembra che i comuni montani nelle aree più interne delle Alpi presentino per lo più un livello di vulnerabilità moderato, mentre le aree nella parte orientale delle Alpi o in prossimità della pianura sono caratterizzate da un livello di vulnerabilità grave. Tuttavia, è **difficile generalizzare** i risultati per l'intero Spazio Alpino trattandosi di una valutazione iniziale, e uno sguardo più attento e preciso alle scale più piccole può fornire deduzioni più accurate.

Il report riporta poi i singoli elementi che hanno concorso all'elaborazione della mappa di vulnerabilità: le mappe di esposizione, sensibilità e impatto potenziale, con i relativi indicatori, per concludere con la mappa della capacità di adattamento.

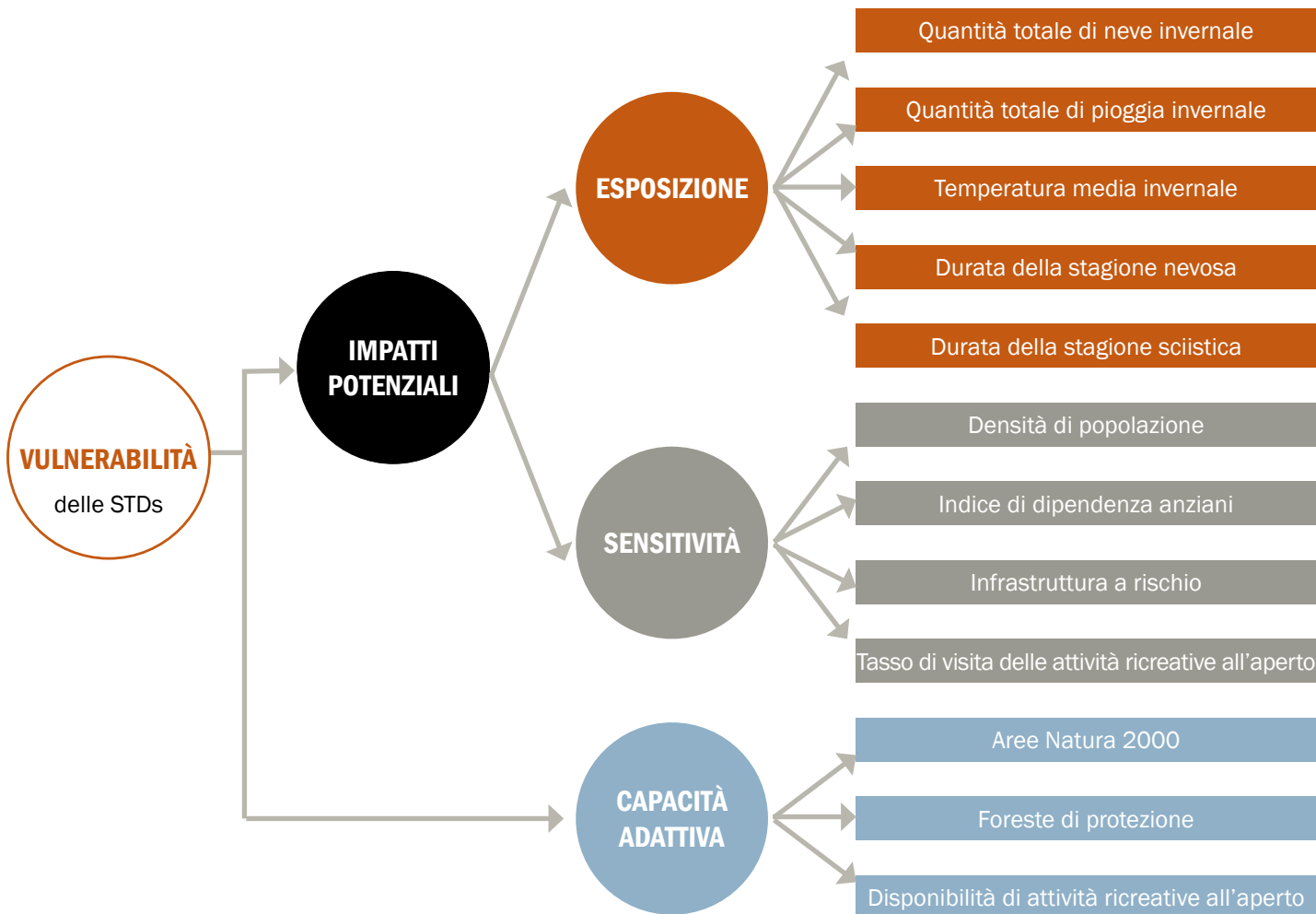
VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ AL CAMBIAMENTO CLIMATICO DELLE DESTINAZIONI TURISTICHE INVERNALI

STDs: destinazioni turistiche legate alla neve



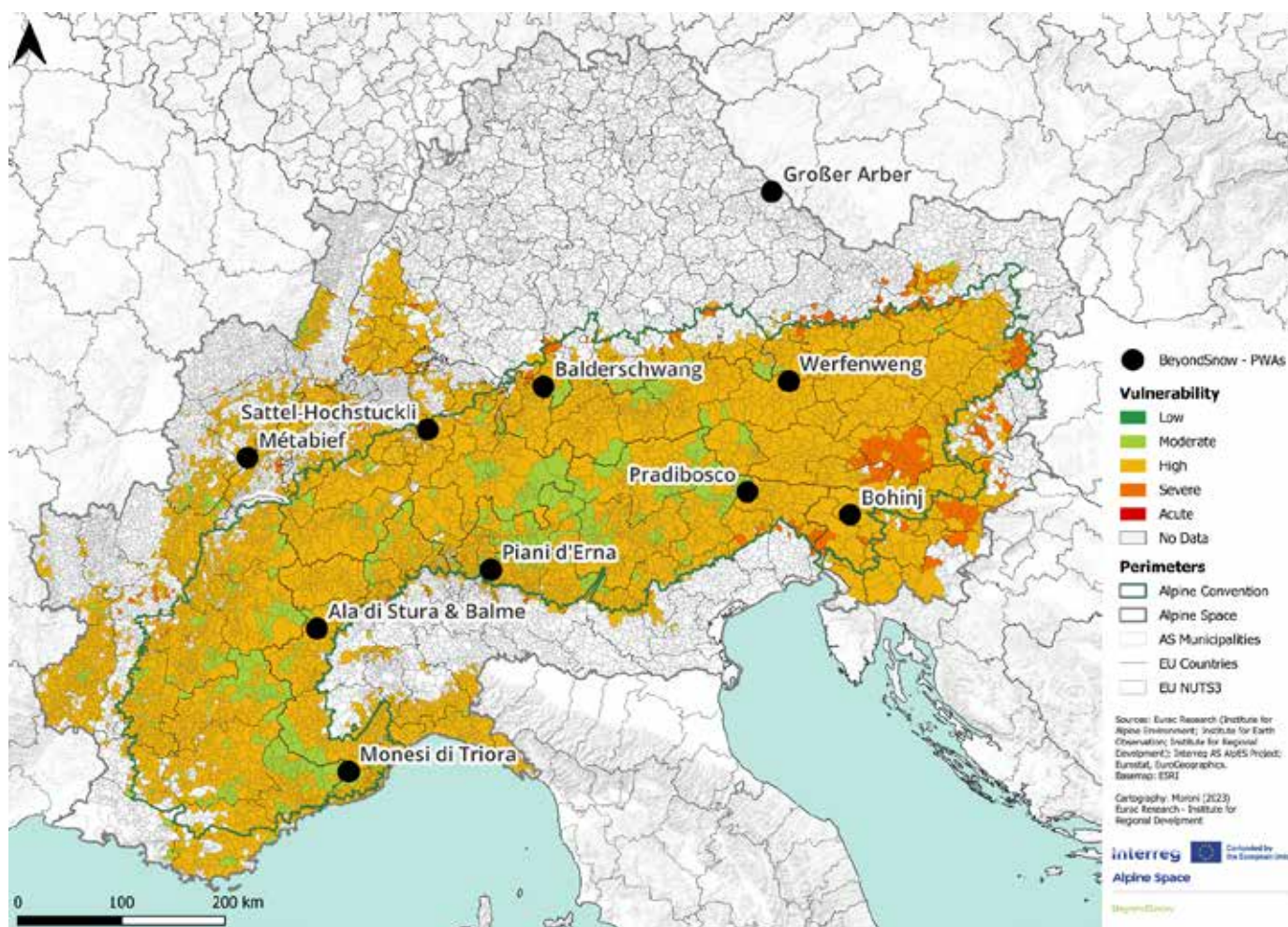
Cornice concettuale generale per la valutazione della vulnerabilità al cambiamento climatico nelle destinazioni turistiche invernali legate alla neve nel progetto *BeyondSnow* (basata su IPCC, 2022). Tratto e tradotto da "Conceptual document on AS STD vulnerability and resilience assessment" <https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/BeyondSnow-Conceptual-document-on-AS-STD-vulnerability-deliverable-1.2.1.pdf>

12 INDICATORI DELLA VULNERABILITÀ DELLE DESTINAZIONI TURISTICHE INVERNALI



Schema degli indicatori selezionati per la prima mappa di vulnerabilità delle destinazioni turistiche legate alla neve. Tratto e tradotto da: "Vulnerability Map of Alpine STDs" <https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/BeyondSnow-Vulnerability-Map-deliverable-1.1.2.pdf>

MAPPA DI VULNERABILITÀ DELLE DESTINAZIONI TURISTICHE LEGATE ALLA NEVE



Mappa di vulnerabilità delle destinazioni turistiche legate alla neve STDs (ottobre 2023). La scala di colori dal verde al rosso indica livelli di vulnerabilità crescenti, da “bassa” (verde) ad “acuta” (rosso). Tratta da: “Vulnerability Map of Alpine STDs” <https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/BeyondSnow-Vulnerability-Map-deliverable-1.1.2.pdf>

La **capacità adattiva** è la capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti climatici. Gli interventi di adattamento sono attività che mirano a **ridurre la vulnerabilità climatica** a diversi livelli. Nel contesto del progetto *BeyondSnow*, sono stati considerati 3 indicatori: aree Natura 2000, foreste a protezione del sito e disponibilità di attività ricreative all’aperto.

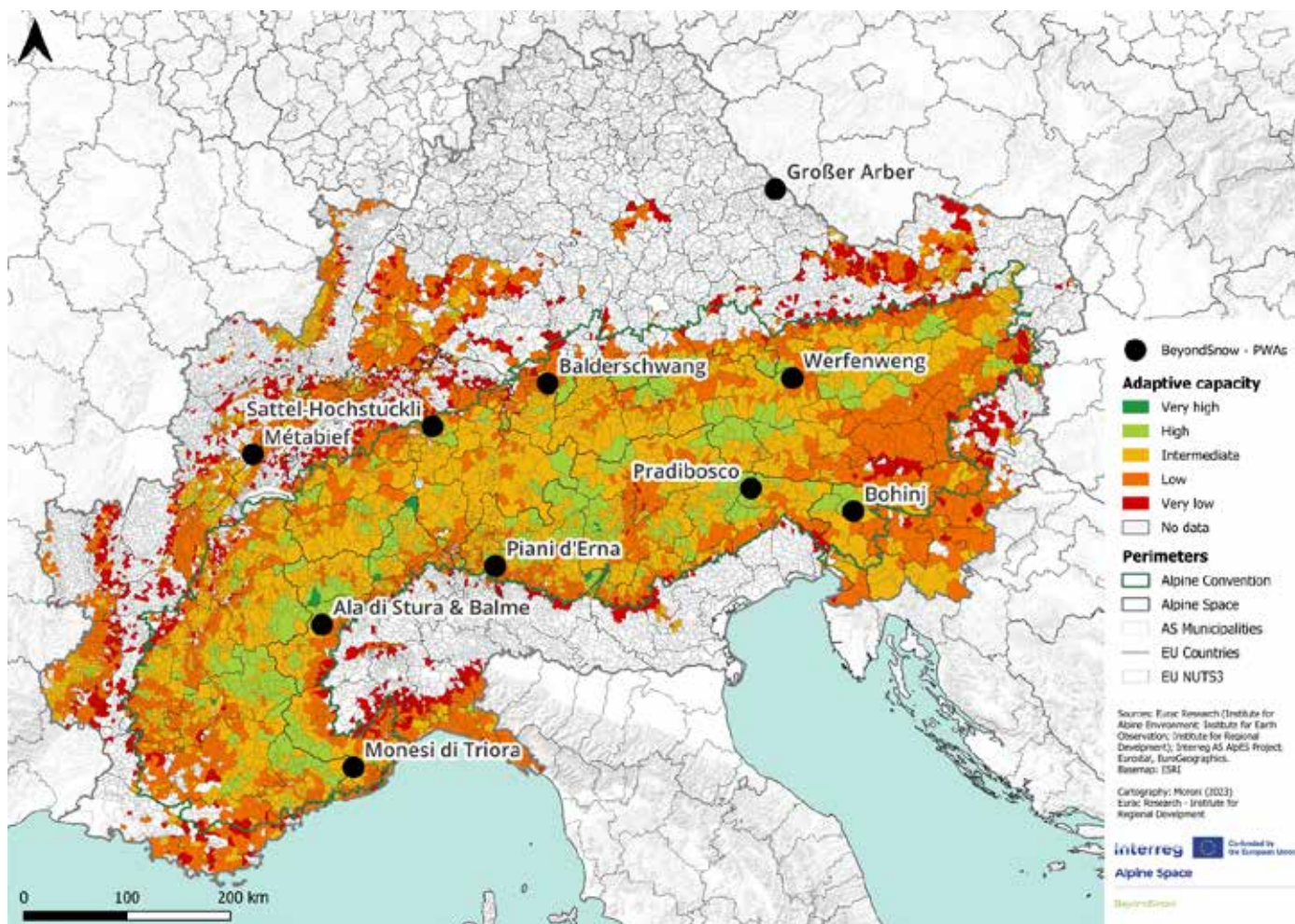
La mappa mostra un **quadro molto differenziato** in termini di capacità di adattamento nell’area di Spazio Alpino, che va da livelli di adattività molto bassi ad alti (e pochi “molto alti”). Ciò che si può osservare in generale è che le aree alle estremità delle Alpi tendono a avere livelli di capacità di adattamento inferiori rispetto a quelle più centrali.

Concludendo la valutazione della vulnerabilità, i fattori che contribuiscono alla capacità di adattamento delle destinazioni turistiche legate alla neve sono molteplici. In particolare, **i servizi basati sugli ecosistemi emergono come una**

soluzione preziosa. Il ruolo essenziale svolto dalle aree protette, dalle foreste e dai siti ricreativi all’aperto è della massima importanza nel migliorare la capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti climatici e ridurre la vulnerabilità. Riconoscere e utilizzare questi elementi diventa fondamentale per sviluppare strategie efficaci per rafforzare la resilienza delle destinazioni del turismo legate alla neve di fronte all’evoluzione delle condizioni climatiche.

L’approccio olistico adottato in *BeyondSnow* mira a fornire una comprensione completa della vulnerabilità, aprendo la strada a un processo decisionale informato e a pratiche di gestione sostenibile nelle destinazioni turistiche legate alla neve, aumentando la capacità di adattamento e diminuendo la vulnerabilità per **aumentare la resilienza complessiva del sistema**.

MAPPA DELLA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO DELLE DESTINAZIONI TURISTICHE LEGATE ALLA NEVE



Mapa della capacità di adattamento delle destinazioni turistiche legate alla neve STDs (ottobre 2023). La scala di colori dal verde al rosso indica livelli di capacità adattiva decrescenti, da "molto alta" (verde) a "molto bassa" (rosso). Tratta da: "Vulnerability Map of Alpine STDs" <https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/BeyondSnow-Vulnerability-Map-deliverable-1.1.2.pdf>

STRATEGIE E OPPORTUNITÀ PER UN TURISMO RESILIENTE

Un altro rapporto prodotto nell'ambito di BeyondSnow riguarda **gli effetti dei cambiamenti climatici sulle destinazioni turistiche legate alla neve** dell'arco alpino ("Report on the effects of Climate Change on the Alpine Space Snow Tourism Destinations" <https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/Beyondsnow-Report-on-the-effects-of-CC-on-the-AS-Snow-Tourism-Destinations-deliverable-1.1.1-april-2023-DEF.pdf>). Il rapporto analizza anche **potenziali risposte che possono essere messe in atto** per fronteggiare le difficoltà e cogliere le opportunità che le nuove condizioni presentano.

Come si legge nel rapporto, negli ultimi anni, gli effetti dei cambiamenti climatici hanno portato alla necessità di riconsiderare alcuni degli elementi essenziali delle destinazioni del turismo invernale legato alla neve (*Snow Winter Tourism* -

SWT). Inverni più brevi e miti potrebbero mettere a dura prova le imprese turistiche, non solo nelle Alpi. L'industria del turismo dovrebbe quindi essere preparata a **sviluppare e implementare altre attività e prodotti** oltre alle attività ricreative basate sulla neve e a offrire opzioni di mitigazione per questo importante settore economico. La diminuzione e l'irregolarità delle nevicate hanno costretto molte stazioni sciistiche a differenziare la propria offerta, utilizzando possibilmente le risorse già presenti sul territorio e creando nuove reti con altri attori locali e regionali. Sebbene il principale fattore di attrazione di una stazione sciistica rimanga lo sci, la **differenziazione dell'offerta turistica** consente alla destinazione di essere attrattiva diminuendone la dipendenza dalle condizioni meteorologiche favorevoli.

A questo proposito, due strategie prevedono la creazione di **opportunità per prodotti turistici non legati alla neve**, pur rispondendo alle aspettative dei non sciatori. Da un lato, le stazioni sciistiche

hanno iniziato a proporre diverse offerte legate a **possibilità culturali, gastronomiche, ma anche sportive** basate su “reti corte” (*short networks*), con sportivi del territorio, o su “reti lunghe” (*long networks*), con sportivi di altri territori. Dall’altro lato, molte destinazioni SWT che concentravano i loro sforzi principali esclusivamente sulla stagione invernale, hanno iniziato a sviluppare **prodotti e attività anche per il turismo estivo**. Hanno convertito la propria immagine sul mercato turistico all’*outdoor tout court*, ampliando il proprio portafoglio di attività con nuove opportunità sportive, ma anche con iniziative culturali (festival, fiere del libro, rassegne cinematografiche, manifestazioni enogastronomiche, ecc.). A causa degli autunni e delle primavere sempre più miti, questa strategia è propedeutica anche al **prolungamento della stagione estiva** e alla **destagionalizzazione dei flussi**, consentendo agli ospiti di svolgere attività estive come trekking, mountain bike e canoa anche durante queste stagioni intermedie e basse.



Foto: cooperativa CRAMARS



COME I COMPENSORI SCIISTICI AFFRONTANO LA MANCANZA DI NEVE (STRATEGIE E NETWORKING)

RETI A BREVE DISTANZA	RETI A SCALA PIÙ AMPIA
Collaborazioni con il sistema locale del patrimonio culturale: musei locali, eco-musei, edifici di interesse storico e artistico.	Collaborazioni con il sistema del patrimonio culturale a scala più ampia, inclusi siti e città delle aree collinari e di pianura circostanti.
Collaborazione con le fattorie locali per l’inclusione di prodotti a km zero nell’offerta enogastronomica. Proposte per una cucina stellata in ristoranti locali. Visite alle fattorie per famiglie.	Collaborazione con altri sistemi turistici regionali (es. turismo del vino, percorsi legati a determinati prodotti e/o attività culturali ecc.).
Organizzazione di eventi e spettacoli legati alla cultura dell’area e/o della regione (es. eventi a tema organizzati con parchi naturali e associazioni locali, serate enogastronomiche, visite ad artigiani locali).	Organizzazione di gite giornaliere (es. visite a città, shopping in centri commerciali, parchi tematici).
Offerta integrata di attività all’aperto (<i>outdoor</i>) che includa altre proposte (es. escursionismo, ciclismo, golf, parapendio, canoa, pesca), ma anche modalità diverse di fruizione dei percorsi tradizionali, come escursionismo con animali, escursioni notturne, percorsi tematici. Attività al coperto (<i>indoor</i>) integrate (es. arrampicata in palestra, nuoto, tennis).	Organizzazione di eventi locali legati a specificità regionali (es. serate di assaggio dei vini che includano prodotti delle aree collinari o di pianura).
Offerta per il benessere, sia nelle strutture di accoglienza che nei centri Spa.	

Strategie per superare il turismo invernale basato sulla neve. Schema tratto e tradotto da (“*Report on the effects of Climate Change on the Alpine Space Snow Tourism Destinations*” <https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2024/03/Beyondsnow-Report-on-the-effects-of-CC-on-the-AS-Snow-Tourism-Destinations-deliverable-1.1.1-april-2023-DEF.pdf>)



Foto: Margherita Mabel Costantini

Primo laboratorio di futuro a Prato Carnico (19 aprile 2024).

L'AREA DI LAVORO PILOTA PER IL FVG: VAL PESARINA

Il progetto “Oltre la neve - *Beyond Snow*” finanziato dal programma europeo Interreg *Alpine Space* prevede come area pilota in Friuli Venezia Giulia la Val Pesarina. In questa zona della Carnia si trova il più piccolo impianto di risalita d'Europa: un piccolo skilift che misura 110 mt di lunghezza situato nella località di **Pradibosco**. La zona è stata scelta perché l'impianto già attualmente risente dei cambiamenti climatici, ovvero della carenza di neve a bassa quota, e i giorni di apertura durante l'anno sono davvero pochissimi.

Il progetto, in carico all'Ufficio Europa della Comunità di montagna della Carnia, mira a trovare proposte e soluzioni per **umentare la resilienza socio-economica di questa vallata**, attraverso il coinvolgimento della popolazione nella definizione di un futuro desiderabile, alla luce delle nuove condizioni climatiche.

LA PARTECIPAZIONE E I LABORATORI DI FUTURO

Il percorso include una serie di **interviste** faccia a faccia volte a valutare il grado di sensibilità degli abitanti della Val Pesarina, sul tema della crisi climatica e dell'assenza della neve, e dei **questionari** mirati a studiare le attitudini dei turisti di fronte al clima che cambierà.

Nel 2024 è stato attivato un **processo partecipativo** per coinvolgere, sensibilizzare e informare la popolazione locale, ma anche quella dell'intero comprensorio carnico, profondamente collegato con l'area pilota.

Questo percorso si compone di una serie di laboratori guidati da Rocco Scolozzi, specialista in studi sul futuro, che attraverso le tecniche di *Design Thinking* e *Future Thinking*, insegna a **ripensare e riprogettare le prospettive di futuro** considerando la variabile dei cambiamenti climatici. Nei laboratori si cerca di arrivare a una definizione di “**futuro desiderabile**” e anche di “**abitante/visitatore desiderabile**” di una Val



Foto: Margherita Mabel Costantini

Conferenza sui cambiamenti climatici tenuta da ARPA FVG a Tolmezzo (5 aprile 2024).

Pesarina del futuro, in modo tale da creare una definizione collettiva di come la comunità vuole essere, per mettere poi in atto tutte le azioni necessarie per farlo, considerando che il clima non sarà più quello attuale. Grazie al supporto della cooperativa Cramars i partecipanti sono stati facilitati nel contribuire attivamente al percorso proposto dall'esperto. Si tratta di un lavoro di gruppo estremamente prezioso che pone le basi per definire - già da ora - l'approccio più adatto e adattativo anche per l'incerto domani.

IL LABORATORIO PER I GIOVANI

Un particolare focus è posto sui giovani, per i quali è stato organizzato **un laboratorio specifico** che coinvolgerà: una ricercatrice che studia un modello climatico per la Carnia del futuro, una dottoressa che tratterà il tema dell' "Ecoansia", ovvero delle emozioni suscitate dai cambiamenti climatici, e uno specialista in studi sul futuro che porterà la tecnica del pensiero sul futuro anche alle giovani menti della Carnia.

Infine, dopo il primo evento realizzato a Tolmezzo ad aprile 2024 in collaborazione con ARPA FVG, "Come cambia e cambierà il clima in Carnia", saranno organizzati altri **eventi divulgativi** che tratteranno degli impatti dei cambiamenti climatici nei diversi ambiti della vita di montagna (il turismo, la demografia, il lavoro, ecc.). Questi

appuntamento interesseranno le vallate più interne della Carnia, al fine di diffondere i temi del progetto, di instaurare **un dialogo costruttivo e informato** e di generare consapevolezza condivisa sulla questione.

Federica Flapp
ARPA FVG

Patrizia Gridel
Michele Colusso

Margherita Mabel Costantini
Comunità di montagna della Carnia

LA PRECARIA SICUREZZA IDRAULICA DEL TERRITORIO MONTANO

Foto: Università di Udine

Le precipitazioni intense possono innescare il pericoloso fenomeno delle colate di detrito. Studi e ricerche nel bacino del Moscardo consentono di migliorare sia la comprensione dei fenomeni torrentizi, sia le misure da mettere in atto per la riduzione del rischio.

Tra gli effetti del riscaldamento dell'atmosfera vi è, a livello globale, anche un aumento delle precipitazioni di elevata intensità, di cui si rileva qualche segnale anche localmente: ciò può provocare una intensificazione dei fenomeni di colata di detrito.

Il bacino del torrente Moscardo, a Paluzza, è stato attrezzato negli anni '80 dal CNR per il monitoraggio delle colate. Abbandonato negli anni '90, è stato riattrezzato a partire dal 2010 con **strumenti di ultima tecnologia** in collaborazione tra il CNR-IRPI di Padova e l'Università di Udine. Due **telecamere** collocate in punti strategici riprendono continuamente l'alveo, due **sismografi** registrano le vibrazioni prodotte dal trasporto solido, tre **pluviometri** e una **stazione meteorologica** registrano le precipitazioni e altre variabili, due **sensori a ultrasuoni** sono sospesi nella parte finale dell'alveo e registrano, al centimetro e al secondo, il passaggio di ogni evento di trasporto, e in particolare delle colate.



Stazione in quota per il rilievo delle colate e drone per la scansione laser.



Rilievi topografici con GNSS di precisione.



Pluviometro in quota a "Le Muse".

UN BACINO INSTABILE, IDEALE PER LO STUDIO

Gran parte del bacino del Moscardo è geologicamente **instabile e franosa** a causa della presenza di rocce poco compatte con stratificazioni e giaciture che favoriscono il distacco. Ciò, unito a **precipitazioni** tutt'altro che trascurabili (anche se non tra le più elevate che si registrano in regione) rende il bacino del Moscardo ricco di dissesto e il torrente particolarmente propenso a generare colate. Dal 2010 a oggi il sistema ha registrato una

quindicina di eventi di un certo rilievo, una poco invidiabile media di **più di una colata all'anno!** Un ottimo terreno di studio.

Nel 2022 si è concluso un progetto di ricerca europeo, INADEF (inadef.com), che ha visto il Moscardo protagonista in un complesso sistema di **monitoraggio e modellazione** con lo scopo di prevedere le situazioni di possibile innesco di colata. Tuttavia, nonostante i notevoli miglioramenti, i fenomeni di colata restano sostanzialmente imprevedibili, e quindi ancor più pericolosi.



Foto: Università di Udine

Il bacino del Moscardo: panoramica dall'alto. È evidente il carattere instabile e franoso dei versanti.

CHE COS'È UNA COLATA DI DETRITO?

La colata di detrito (debris flow) è il più pericoloso dei fenomeni torrentizi.

Un evento di precipitazione intenso e/o prolungato può mobilizzare il sedimento presente in alveo o sul versante (argilla, sabbia, ghiaia, massi, detriti, legname, ecc.) trasformandolo in una colata semifluida che, data la considerevole velocità e l'elevata massa volumica, può letteralmente spazzare tutto quello che trova sul proprio percorso: briglie, difese spondali, edifici, ponti.

Normalmente la colata si propaga per pulsazioni successive, un po' come la lava vulcanica, e i moti interni spingono spesso i massi più grandi e compatti verso la superficie, come se galleggiassero.

I depositi prodotti da una colata di detrito sono imponenti e possono sbarrare l'alveo provocando la formazione di invasi temporanei, a loro volta pericolosissimi in caso di repentino svuotamento.

Torrente Moscardo.
Sequenza di fotogrammi
della colata del 22
luglio 2016 ripresa dalla
stazione di monitoraggio
dell'Università di Udine.



NUOVE TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO

Uno strumento davvero utile per accrescere la conoscenza dei fenomeni di colata detritica è il costante monitoraggio degli eventi. Oggigiorno il monitoraggio dei fenomeni di colata detritica può essere effettuato mediante le classiche strumentazioni come i sensori a ultrasuoni o anche sfruttando le nuove tecnologie come quelle legate al **telerilevamento** o *remote sensing*. Infatti, tecniche come la **fotogrammetria digitale** (e in particolare la *Structure from Motion-SfM*) o il **laser scanner** (LiDAR) terrestre o aereo permettono di effettuare rilievi frequenti del territorio, or-

mai anche a basso costo grazie alla disponibilità di piattaforme di acquisizione come i **droni** (SAPR – sistema aeromobile a pilotaggio remoto).

I dati topografici acquisiti mediante rilievi ripetuti nel tempo in zone soggette a fenomeni di colata detritica permettono di ricavare **continue e tempestive informazioni** sui cambiamenti morfologici in atto, sulla dinamica dei processi e sui volumi di sedimento movimentati. Questo è possibile ricavando dai rilievi multi-temporali i **Modelli Digitali Del Terreno** (*Digital Terrain Models -DTM*) attraverso i quali si possono quantificare i processi erosivi e di deposito, monitorare la dinamica del sedimento e identificare le aree più a rischio.



Foto: Università di Udine

Bacino del Moscardo, panoramica dal basso.



Foto: Università di Udine

Tratto del Moscardo monitorato con ultrasuoni e relativa stazione di monitoraggio.

MONITORARE LE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICO-FORESTALI

I dati ricavati sfruttando le tecniche di remote sensing abbinati all'utilizzo di strumenti informatici di tipo GIS (*Geographic Information System*) permettono anche di monitorare **lo stato e la funzionalità delle opere** di sistemazione idraulico-forestali (SIF) realizzate in difesa dei fenomeni di colata detritica. Questo è di fondamentale importanza per l'individuazione delle **priorità**

d'intervento nella manutenzione delle strutture, la **valutazione dell'efficacia** degli interventi realizzati e il **miglioramento** della progettazione futura. Infatti, i DTM multi-temporali possono essere sfruttati per analizzare l'interazione tra le opere e la dinamica dei fenomeni di colata detritica. Queste ultime informazioni arricchite da indicatori di stato e funzionalità delle opere hanno permesso di ottenere già ottimi risultati nell'identificazione delle priorità d'intervento all'interno di alcuni bacini torrentizi delle montagne friulane.

Sara Cucchiaro
Federico Cazorzi
Università di Udine



Foto: Università di Udine

Briglia con danni da colata detritica.

Scarica tutti i “Segnali dal clima in FVG”:

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