

Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente

Report dei primi cinque anni di attività

di Giovanni Margheritini⁽¹⁾, Giovanna Barbieri⁽¹⁾, Marcello Borrone⁽²⁾, Guido Nigrelli⁽³⁾,
Luigi Mazari⁽⁴⁾, Luciano Massetti⁽⁵⁾, Paolo Bonasoni⁽⁶⁾, Angela Marinoni⁽⁶⁾

1. CAI - Comitato Scientifico Centrale
2. CAI - Struttura Operativa Rifugi e Opere Alpine
3. CNR - IRPI Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
4. CNR - DSSTA Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente
5. CNR - IBE Istituto per la BioEconomia
6. CNR - ISAC Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima

Riassunto

Con il 2024 si è concluso il primo quinquennio del progetto “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”, progetto di collaborazione tra il CAI e il CNR, inserito nell'accordo quadro tra i due enti, sottoscritto l'11 dicembre 2019 tra gli allora presidenti Vincenzo Torti (CAI) e Massimo Inguscio (CNR) nella Giornata internazionale della Montagna. Tale accordo è stato rinnovato il 23 marzo 2023 tra gli attuali presidenti Antonio Montani (CAI) e Maria Chiara Carrozza (CNR).

Questo progetto si estende in alta montagna dalle Alpi al Mediterraneo, attraverso una rete di Rifugi CAI e di Osservatori CNR che percorre tutta la penisola con lo scopo di mettere a sistema infrastrutture già esistenti, in aree praticamente incontaminate e di esse rappresentative, al fine di ottenere un quadro reale e aggiornato sullo stato del clima e dell'ambiente sulle nostre montagne.

Abstract: Refuges Sentinel of the climate and the environment - Report of the first five years of activity

2024 marked the end of the first five-year period of the Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente project, a collaboration project between the Italian Alpine Club (CAI) and the Italian National Research Council (CNR), included in the framework agreement between the two bodies, signed for the first time on December 11, 2019 between the then presidents Vincenzo Torti (CAI) and Massimo Inguscio (CNR) on International Mountain Day. This agreement was renewed on March 23, 2023 between the current presidents Antonio Montani (CAI) and Maria Chiara Carrozza (CNR).

This project extends from the Alps to the Mediterranean through a network of CAI refuges and CNR observatories, in the high mountains, which covers the entire peninsula with the aim of systemising existing infrastructures, in practically uncontaminated areas, in order to obtain a real and updated on the state of the climate and environment in our mountains.

Introduzione

Il cambiamento climatico è una delle questioni più urgenti a livello planetario del nostro tempo e gli effetti cui stiamo assistendo ne sono una chiara prova. Le ricadute sull'ambiente e sulla società sono tali che sta divenendo sempre più comune riferirvi come emergenza climatica. Sebbene la scala del problema sia globale, il cambiamento si manifesta con sfaccettature diverse perché la sua gravità non si presenta in maniera omogenea sul nostro Pianeta. Prendiamo a esempio la temperatura dell'aria, sicuramente il parametro più facilmente osservabile, anche durante la vita quotidiana. Sulla Terra esistono regioni in cui la temperatura dell'aria rispetto ai valori medi di riferimento, aumenta in maniera maggiore rispetto ad altre e quindi in grado di produrre effetti più significativi, come evidenziato nell'ultimo rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC

Le regioni maggiormente sensibili al cambiamento climatico sono definite “*hot spot*”, ovvero punti caldi, dove il clima sta mutando più velocemente che

nelle altre aree. Tra queste regioni vi sono l'Artide, il bacino del Mediterraneo e le regioni montane di alta quota. Focalizzando l'attenzione sugli ambienti di alta quota, le osservazioni in campo e i dati raccolti, insieme alle proiezioni elaborate dai modelli climatici, ci offrono la possibilità di tracciare lo stato presente e di produrre attendibili scenari evolutivi sul futuro delle montagne, comprese quelle del nostro Paese. In particolare si è osservato che l'aumento delle temperature dal 1890 a oggi nelle Alpi è doppio rispetto alle aree circostanti di bassa quota.

Le osservazioni di temperatura del Pianeta riferiscono che dal 1850 l'aumento di temperatura è di 1,1°C, con particolare intensificazione negli ultimi due decenni. Secondo *Copernicus Climate Change Service* – C3S (programma coordinato e gestito dalla Commissione europea) il 2024 a livello mondiale è stato circa 1,5 °C al di sopra del periodo preindustriale 1850-1900, seguito dal 2023 e dal 2016, l'anno più caldo mai registrato. Anche per l'Europa il 2024 si è rivelato l'anno più caldo fin qui registrato.

Questo innalzamento delle temperature si manifesta anche in alta quota, come rileva il Comitato Glaciologico Italiano. Si stima infatti che la superficie dei ghiacciai delle Alpi si sia ridotta mediamente negli ultimi 150 anni del 60%, con casi estremi, come la Marmolada, che ha perso in cent'anni un volume di circa il 90%. Il riscaldamento globale, ma anche la deposizione di particolato assorbente di origine antropica e naturale, sono tra i principali responsabili dello scioglimento dei ghiacciai che già oggi si configura come un disastro ambientale anche considerando la sua influenza sull'innalzamento del livello del mare e significative perdite di risorse idriche a livello regionale.

A partire da questo scenario, se le tendenze climatiche rimangono invariate, si stima che nel 2050 gran parte dei ghiacciai sotto i 3.000 m di quota saranno estinti. Nel 2100, sulle Alpi italiane, le aree glaciali saranno presenti solo alle quote più elevate dei massicci più imponenti. Gli ambienti proglaciali si espanderanno a scapito di quelli glaciali.

L'ulteriore aumento delle temperature, previsto, se non si adotteranno apposite politiche di contenimento delle emissioni climalteranti, farà sì che i processi di instabilità naturale aumenteranno ancora di più rispetto a oggi, in frequenza e magnitudo, a causa della fusione delle masse glaciali e della degradazione del *permafrost*.

Aumenteranno la frequenza e l'entità dei problemi di approvvigionamento idrico e le sole acque meteoriche (pioggia e neve fusa) potrebbero non bastare a soddisfare i fabbisogni essenziali, quali la ricarica delle falde acquifere, dei laghi naturali

e degli invasi artificiali e il deflusso minimo vitale dei fiumi. Già oggi alcuni rifugi in alta quota hanno dovuto ridurre il periodo di apertura estiva per mancanza di acqua approvvigionata dai vicini nevai. Se non si adotteranno specifiche misure di salvaguardia per il clima e l'ambiente, già presentate nell'accordo di Parigi e nei recenti report dell'IPCC, queste problematiche rischiano di manifestarsi anche in tutti i settori produttivi che risentiranno di periodi siccitosi, mentre anche lo stato di salute di molte popolazioni sarà a rischio, come già avvenuto in questi ultimi anni per le ondate di calore, mai riscontrate in precedenza.

È evidente quindi come le montagne possano essere considerate come delle vere e proprie sentinelle del cambiamento climatico, poiché oltre alla loro posizione dominante sul territorio circostante, risultano molto sensibili al riscaldamento globale.

D'altro canto, a causa delle difficoltà di accesso e delle estreme condizioni ambientali presenti in alcuni periodi dell'anno, le regioni montuose sono meno monitorate di altre aree, seppure vi siano quattro Osservatori climatici CNR in alta quota.

Ne consegue una bassa densità della rete osservativa idro-meteorologica. In questo contesto, i rifugi di montagna possono assumere un ruolo attivo anche nel monitoraggio meteo-ambientale e nella ricerca scientifica, divenendo "piattaforme" ideali per raccogliere dati e misure meteo, studiare il clima e le sue variazioni, e fornire supporto per la rilevazione di molti parametri meteo-climatici.

I dati raccolti in queste aree così particolari possono inoltre fornire informazioni utili per perfezionare la modellistica meteo-climatica.

La rete dei Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente

Questo progetto, nato con l'accordo CAI-CNR nel dicembre 2019 e con l'installazione della prima stazione AWS – *Automatic Weather Station* presso il Rifugio Esperia – 1.500 m, sul versante settentrionale del Monte Cimone con funzione di transetto verticale all'Osservatorio CNR "O. Vittori" – 2.165 m, ha incontrato le difficoltà oggettive per il periodo COVID e il cambio di presidenza CAI. Ha potuto implementarsi pienamente solo a partire dal secondo semestre del 2022 con l'attivazione delle prime stazioni.

Gli obiettivi tracciati per il progetto sono stati:

- creare, in Italia, una rete specializzata costituita da rifugi montani del CAI e da Osservatori del CNR, già presenti lungo tutta la dorsale alpina e appenninica, isole comprese, in grado di soddisfare i requisiti di rappresentatività climatica e ambientale, di logistica e di connettività indispensabili per la riuscita del progetto;
- elevare questi rifugi montani a luoghi di osservazione meteo-climatica e ambientale, per mettere a sistema il monitoraggio dell'ecosistema delle aree montuose di alta quota;

- migliorare il monitoraggio meteorologico, rendendolo fruibile in tempo-quasi-reale lungo tutta la penisola;
- promuovere i rifugi montani come luoghi di diffusione della cultura scientifica "sul campo", favoriti dal monitoraggio e dalle osservazioni meteo-climatiche e promuovendo la divulgazione scientifica corretta, rivolta ai frequentatori della montagna ma anche agli enti di governo locali, regionali e nazionali.

Insieme a questi obiettivi primari si sono aggiunte le opportunità di:

- promuovere, ove possibile, studi a scala locale su aspetti correlati non solo alla meteorologia, ma anche al clima, alla composizione dell'atmosfera, alle analisi ambientali, geologiche e geomorfologiche e, nei siti idonei, con particolare riferimento alle aree glaciali e periglaciali;
- rendere disponibili i risultati ottenuti mediante articoli da pubblicare su riviste scientifiche specializzate e/o a carattere divulgativo, sulla stampa sociale del CAI e del CNR;

- promuovere incontri a carattere locale o nazionale durante i quali presentare i lavori svolti e sensibilizzare i cittadini, i frequentatori delle montagne e i media sulle problematiche riguardanti i cambiamenti climatici e i loro effetti sulla tutela e salvaguardia delle montagne.

Le aree che riguardano la costruzione della rete di stazioni del progetto sono quella alpina e appenninica. La prima si estende per circa 190.700 km² formando un arco che dalla Francia si protende sino all'Austria e alla Slovenia. All'interno di quest'area, circa 68.000 km² sono localizzati a quote superiori ai 1.500 m, costituendo il 36% circa dell'area totale (*Atlante delle Alpi* - Symbola). L'area appenninica si estende per circa 94.400 km² formando un arco che dal Colle di Cadibona in Liguria arriva fino a Erice in Sicilia. Circa il 17% di quest'area si trova sopra i 1.500 m (*Atlante degli Appennini* - Symbola).



Figura 1 - Stazione AWS installata presso il Rifugio Vioz Mantova della SAT - ph Meteoproject

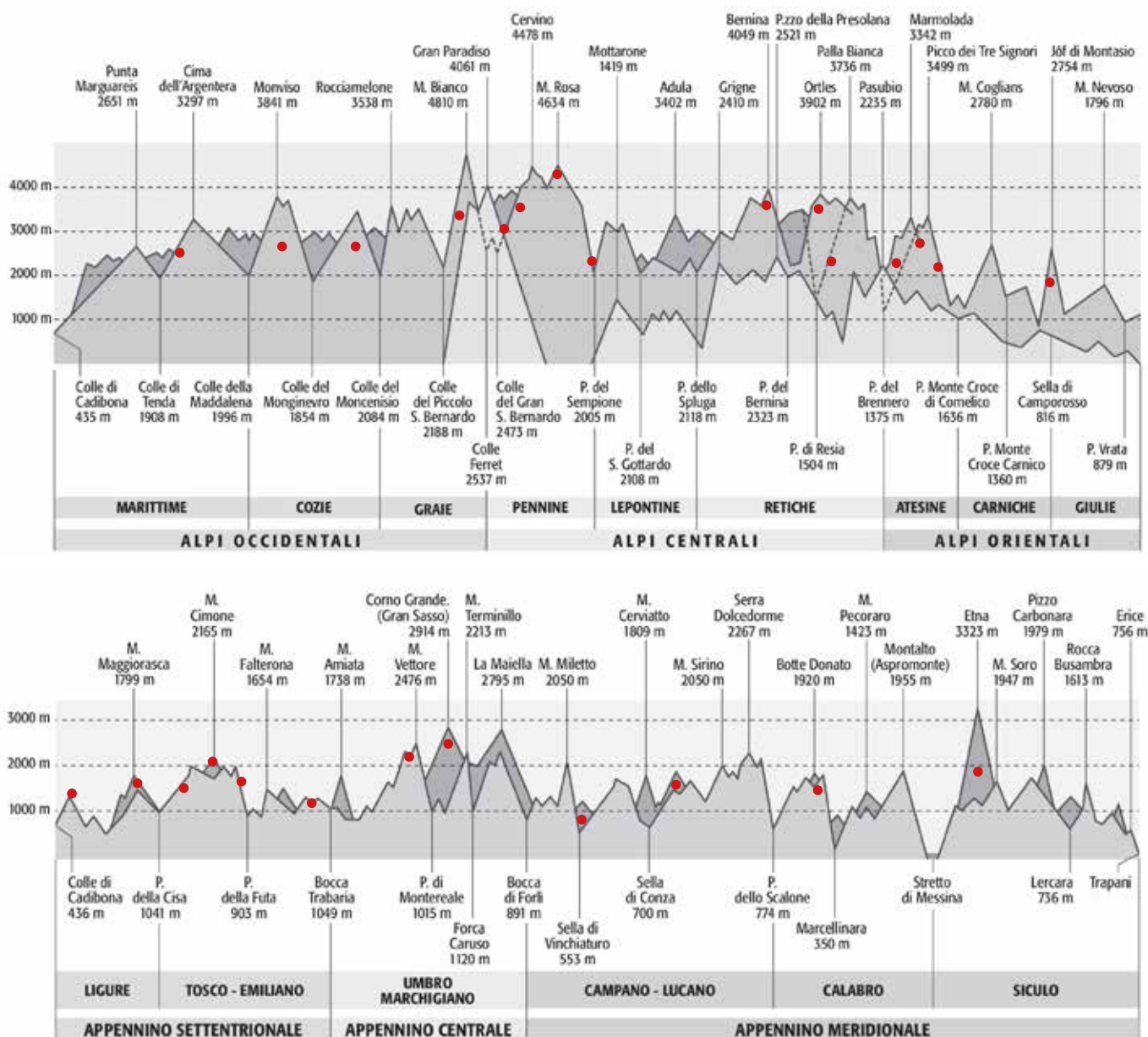


Figura 2 - Profilo altimetrico delle nostre montagne. In alto le Alpi, in basso l'Appennino. In rosso la distribuzione altimetrica della rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente" - Fonte: Atlante delle Alpi e dell'Appennino di Symbola modificato

Composizione rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente"					
Stazione	Quota	Gruppo montuoso	Sezione CAI/CNR	Status*	Stazione AWS
Rifugio Pagari	2.627 m	Alpi Marittime	Ligure Genova	O	CAI
Rifugio Quintino Sella	2.640 m	Alpi Cozie	CAI Centrale	C	CAI
Rifugio Gastaldi	2.659 m	Alpi Graie	Torino	O	Arpa Piemonte
Rifugio Torino	3.375 m	Alpi Graie - Monte Bianco	Torino e Aosta	O	CAI
Rifugio Chiarella	2.979 m	Alpi Pennine	Chiavari	C	CAI
Osservatorio CNR Testa Grigia	3.480 m	Alpi Pennine - Plateau Rosà	CNR	O	CNR
Capanna Margherita	4.554 m	Alpi Pennine - Monte Rosa	CAI Centrale	O	Arpa Piemonte
Rifugio Maria Luisa	2.157 m	Alpi Lepontine	Busto Arsizio	C	CAI
Rifugio Marco e Rosa	3.609 m	Alpi Retiche occ. - Pizzo Bernina	Sondrio	O	CAI
Rifugio Curò	1.905 m	Alpi Orobie	Bergamo	O	CAI
Rifugio Vioz Mantova	3.535 m	Alpi Retiche meridionali	SAT	O	CAI
Rifugio Telegrafo	2.147 m	Prealpi gardesane - Monte Baldo	Verona	C	CAI
Osservatorio CNR Col Margherita	2.543 m	Alpi Orientali - Dolomiti	CNR	O	CNR
Rifugio Galassi Città di Mestre	2.018 m	Alpi Orientali - Dolomiti	Mestre	O	CAI
Rifugio Città di Carpi	2.110 m	Alpi Orientali - Dolomiti	Carpi	O	CAI
Rifugio Gilberti al Canin	1.850 m	Alpi Orientali	SAF Udine	O	SMAA
Rifugio Monte Aiona	1.520 m	Appennino Settentrionale	Ligure Genova	C	Arpa Liguria
Rifugio Battisti	1.761 m	Appennino Settentrionale	Reggio Emilia	C	Sezione CAI R.E.
Osservatorio CNR "O.Vittori"	2.165 m	Appennino Sett - Monte Cimone	CNR	O	CNR
Rifugio Esperia	1.500 m	Appennino Settentrionale	Modena	C	CAI
Rifugio Rossi	1.609 m	Alpi Apuane	Lucca	O	CAI
Rifugio Monte Maggio	1.035 m	Appennino Centrale	Gualdo Tadino	C	Sezione CAI G.T.
Rifugio Rinaldi	2.108 m	Appennino Centrale - Terminillo	Rieti	O	CAI
Rifugio Duca degli Abruzzi	2.388 m	Appennino Centrale - Gran Sasso	Roma	O	CAI
Rifugio Pomilio	1.888 m	Appennino Centrale - Majella	Chieti	O	CAI
Rifugio Casonetto	700 m	Appennino meridionale - Monti Dauni	Foggia	C	CAI
Rifugio Cervati	1.597 m	Appennino meridionale - M. Cervati	Salerno	C	CAI
Osservatorio CNR Monte Curcio	1.780 m	Appennino meridionale - Sila Grande	CNR	O	CNR
Rifugio Citelli	1.740 m	Appennino meridionale - Etna	Catania	O	CAI

Tabella 1 - Composizione rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente" - Status*: O = rete di origine con 4 Osservatori CNR e 15 Rifugi CAI, C = rete complementare con 10 Rifugi CAI

Sequenza installazioni stazioni AWS presso i rifugi CAI									
2019		2022		2023		2024		2025	
Mese	Stazione	Mese	Stazione	Mese	Stazione	Mese		Mese	
10	Rifugio Esperia	07	Rifugio Galassi	05	Rifugio Citelli	02	Rifugio Cervati	03	Rifugio Casonetto
				06	Rifugio Telegrafo	06	Rifugio Pomilio	06	Rifugio Torino
				06	Rifugio Rinaldi	06	Rifugio Chiarella		
				08	Rifugio Rossi	07	Rifugio Quintino Sella		
				08	Rifugio Città di Carpi	07	Rifugio Pagari		
				09	Rifugio Curò	07	Rifugio Maria Luisa		
						08	Rifugio Vioz Mantova		
						09	Rifugio Duca degli Abruzzi		
						09	Rifugio Marco e Rosa		

Tabella 2 - Sequenza delle installazioni delle 19 stazioni AWS presso la rete dei Rifugi CAI

Dal punto di vista geografico, a fine 2024, la rete si estende lungo tutta la penisola ed è formata da 4 Osservatori CNR (2 sulle Alpi e 2 sugli Appennini) e 25 rifugi CAI (15 rifugi di origine e 10 complementari; 14 sulle Alpi e 11 sugli Appennini). Il punto fondamentale di questa rete, oltre ai requisiti di rappresentatività del

sito, è quello che ogni rifugio sia dotato di una stazione meteorologica automatica (AWS - Automatic Weather Station) installata nel rispetto delle direttive dell'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO), sia in termini di parametri da acquisire che di sensoristica da installare nella posizione corretta e



Figura 3 - Rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente"

di connettività. Tutte le stazioni sono equipaggiate con una *webcam* per poter osservare da remoto l'ambiente oggetto di studio e per il monitoraggio di eventi naturali e meteorologici (per esempio: aurora boreale ripresa più volte in diverse stazioni).

Le stazioni acquistate dal CAI per l'installazione presso i rifugi sono state 19 (con un costo complessivo di circa € 210.000) mentre negli altri 6 Rifugi si è sfruttata l'esistenza di stazioni di proprietà di Arpa Piemonte (Rifugi Gastaldi e Capanna Margherita) e Arpa Liguria (Rifugio Monte Aiona), di SMAA (Società Meteorologica Alpina Adriatica) per il Rifugio

Gilberti al Canin e delle Sezioni CAI di Reggio Emilia (Rifugio Battisti) e Gualdo Tadino (Rifugio Monte Maggio). Per questi 6 rifugi già dotati di stazioni AWS sono stati stipulati appositi accordi (dal CNR) per accedere ai dati in *near-real-time* e avere le serie storiche così da poter ottenere un corretto inquadramento climatico locale.

I dati meteorologici rilevati dalle stazioni AWS, le immagini video delle *webcam*, il materiale informativo del progetto confluiscono nel portale <https://rifugisen-tinella.cai.cnr.it>. Lo scopo di questo portale è di diventare il principale canale di divulgazione e punto di ri-

ferimento del progetto. I dati meteorologici acquisiti dalle stazioni AWS e rappresentativi dello stato del tempo lungo tutta la dorsale della rete sono mostrati in forma numerica e grafica per tutto il periodo di osservazione. Essi sono a disposizione della comunità scientifica per ulteriori studi e analisi e confronto. Le immagini delle webcam sono disponibili in tempo quasi-reale. Le attività di ricerca, sperimentazione, formazione e divulgazione che si svolgono nell'ambito di questo progetto vengono valorizzate e messe a disposizione di tutti.

Il progetto è caratterizzato da un logo univoco qui a fianco illustrato. Contiene i simboli distintivi del CNR e del CAI con la descrizione semplificata del progetto "Rifugi montani sentinella del clima e dell'ambiente". Insieme al logo è stato identificato anche il payoff, cioè la frase concisa e ricorrente al logo per farne percepire in modo immediato il significato.

Si sono create le targhe per il riconoscimento di tutta la rete indicandone l'appartenenza e impegnando il Rifugio CAI e l'Osservatorio CNR nel loro compito di creazione e divulgazione scientifica sul campo.

Dall'agosto del 2023 ci siamo dedicati a fare partire le attività di divulgazione coinvolgendo parte dei Rifugi (13) e degli Osservatori CNR (1) della rete, molte sono state le Sezioni CAI interessate (37) oltre al Museo della Montagna di Torino.

Da inizio attività e fino a marzo del 2025 gli incontri sono stati 52, che hanno coinvolto in presenza oltre 1.500 persone (oltre a tutti coloro che hanno partecipato sul web). In alcuni di questi eventi hanno partecipato anche autorità locali (sindaci e assessori), autorità di Enti Parco (presidenti e direttori) e unità militari (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e Carabinieri Forestali con il reparto di Modena e Reggio Emilia e il reparto Biodiversità de L'Aquila).

Hanno partecipato attivamente alla divulgazione, alla sua organizzazione e non solo:

- **CNR:** Paolo Bonasoni, Guido Nigrelli, Luigi Mazari, Silvio Davolio, Stefania Gilardoni, Tony Christian Landi, Angela Marinoni, Francesco Petracchini, Renato Colucci, Alessandro Bracci;
- **CAI SOROA:** Marcello Borrone, Massimo Lozzi, Francesco Abbruscato, Benedetta Bolognesi, Angelo Testa, Ivan Simonini e Massimo Coratelli;
- **CAI CSC:** Giovanni Margheritini, Luca Pelliccioli, Luigi Iozzoli, Giovanna Barbieri, Edoardo Pinotti, Alessandro Boratto, Claudio Biondi, Marco Pellegrini, Gioia Bossi, Gaetano Falcone, Benedetta Orsini, Alfredo Nicastri, Ivan Borroni, Marco Cabbai, Giuseppe Borziello, Valentina Olivieri, Nino Gullotta.

La comunicazione di questi eventi è stata veicolata attraverso un format unico di locandina divulgata su stampa, web e social. Questa illustra, sempre allo stesso modo, i concetti del progetto (logo, payoff, il Rifugio al centro della divulgazione, le tematiche del progetto) con le varianti dei luoghi e dei relatori.



Figura 4 - Modelli del logo del progetto e del payoff



Figura 5 - Targhe per la rete Rifugi Sentinella



La scienza nei Rifugi

Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle nostre montagne:
raccontati dai rifugi dove la cultura scientifica è di casa

Nasce una rete di Rifugi CAI e di Osservatori climatici CNR che percorre tutta la penisola, dalle Alpi al Mediterraneo, al fine di ottenere un quadro aggiornato sullo stato del clima e dell'ambiente delle nostre montagne. Luoghi di diffusione della cultura scientifica per sviluppare la consapevolezza di come l'uomo e i cambiamenti climatici in atto influenzino le montagne.

Rifugio Duca degli Abruzzi

Sezione CAI di Roma

venerdì 22 novembre 2024 - ore 18.00
Via di Monte Testaccio, 64 - Roma

L'incontro, aperto ai frequentatori della montagna, vuole informare sulle tematiche che costituiscono la base del progetto "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente":

- motivazioni scientifiche del progetto
- cambiamento climatico in area montana
- meteorologia nel contesto del rifugio/area montana
- l'importanza della divulgazione e formazione
- iniziative CAI/CNR riguardanti il Rifugio Duca degli Abruzzi

Relatori:

Giampaolo Cavalieri - Presidente Sezione CAI di Roma
Massimo Coratelli - Responsabile Rifugi CAI Area CMI
Marcello Borrone - SOROA del CAI
Angela Marinoni - CNR
Alessandro Bracci - CNR
Giovanni Margheritini - CSC del CAI

Per informazioni

<https://cairoma.it> - <https://rifugisentinella.cai.cnr.it>



Figura 6 - Esempio del format della locandina utilizzata

Le attività presso la rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”

La rete si estende lungo le dorsali di Alpi e Appennini fino alla Sicilia. Il profilo geologico e le condizioni ambientali dei siti sono eterogenei dando origine a situazioni pedologiche e per conseguenza a habitat completamente diversi, quali:

- ghiacciai;
- torbiere montane;
- habitat rocciosi;
- praterie sommitali;
- arbusteti extra-silvatici;
- habitat forestali.

Se consideriamo che l'habitat naturale è un'area composta da fattori biotici e abiotici in cui persistono condizioni ecologiche uniformi, scopriamo la ricchezza di situazioni lungo la nostra rete Rifugi Sentinella dove poter verificare la loro risposta ai cambiamenti climatici.

Sono questi fenomeni in grado di alterare gli equilibri e le relazioni all'interno degli ecosistemi, con effetti diretti sulle specie vegetali e animali dal punto di vista della distribuzione, della demografia, della fenologia, della fisiologia e del comportamento, provocando un impatto molto negativo in termini di biodiversità.

Oltre alla persistente fusione dei ghiacciai alpini e alle conseguenze sulla parti rocciose fino alla modifica della geodiversità dei suoli, gli effetti dei cambiamenti climatici in ambiente montano maggiormente attesi sono le modificazioni degli habitat con l'estinzione delle specie criofile e la migrazione di specie termofile verso quote superiori. I settori montani più sensibili sono posti tra il limite superiore del bosco (*tree line*) e la fascia nivale perché in questo spazio altitudinale aumenta notevolmente la temperatura sui vegetali, i gradienti ecologici diventano molto marcati e gli ecotoni sono spesso concentrati.

Nella Tabella 3 viene riportata la ripartizione della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente” per piani vegetazionali (con la corrispondenza su



Figura 7 - Carta dei suoli d'Italia - Fonte: Wikipedia modificato

base ecologica e morfologica). La descrizione su base vegetazionale ha validità per l'intero emisfero boreale, in quanto si fa riferimento a un gradiente climatico (sia in senso altitudinale che latitudinale). La relazione altitudine e latitudine rappresenta uno dei più importanti principi ecologici.

Per monitorare l'influenza dei cambiamenti climatici sugli ambienti circostanti ai nostri Rifugi abbiamo definito nell'ambito dell'Accordo CAI-CNR (Art. 3) una serie di argomenti utili a studiare questi processi, a cui fa riferimento anche il Gruppo di Lavoro sulle Montagne del Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente del CNR. Gli argomenti scelti:

Ripartizione per piani vegetazionali della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”			
ecologica morfologica	vegetazionale	descrizione	Rifugi CAI e Osservatori CNR
Nivale	Nivale	Vegetazione pioniera delle nevi perenni	Rifugio Torino, Rifugio Chiarella, Osservatorio Testa Grigia, Capanna Margherita, Rifugio Marco e Rosa, Rifugio Vioz Mantova, Rifugio Duca degli Abruzzi
Alpina	Alpica	Praterie d'altitudine, vegetazione degli ambienti rupestri e dei ghiaioni	Rifugio Pagarè, Rifugio Quintino Sella, Rifugio Gastaldi, Rifugio Maria Luisa, Rifugio Telegrafo, Osservatorio Col Margherita, Rifugio Galassi
Subalpina	Boreale	Brughiera a mirtilli, arbusteti, boschi di aghifoglie	Rifugio Città di Carpi, Rifugio Gilberti, Osservatorio CNR “O.Vittori”, Rifugio Rinaldi, Rifugio Pomilio
Montana	Subatlantica	Faggeta	Rifugio Monte Aiona, Rifugio Battisti, Rifugio Esperia, Rifugio Rossi, Rifugio Monte Maggio, Rifugio Casonetto, Rifugio Cervati, Osservatorio CNR Monte Curcio, Rifugio Citelli

Tabella 3 - Ripartizione per fascia vegetazionale (Pignatti 1979) della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente”

Monitoraggi meteo-climatici

I dati rilevati dalle stazioni AWS della rete confluiscono ai server del CNR e del CAI (come *backup*) per le analisi meteo-climatiche. Vengono monitorati:

- temperatura;
- umidità;
- pressione;
- vento: velocità, direzioni, raffiche e orari, temperature del vento;
- precipitazioni: giorno, intensità minima e massima;
- Evapotraspirazione;
- irraggiamento solare.

La situazione dell'acquisizione dati è la seguente:

Stazione AWS	2020	2021	2022	2023	2024
Rifugio Pagari					
Rifugio Quintino Sella					
Rifugio Gastaldi					
Rifugio Torino					
Rifugio Chiarella					
Osservatorio CNR Testa Grigia					
Capanna Margherita					
Rifugio Maria Luisa					
Rifugio Marco e Rosa					
Rifugio Curò					
Rifugio Vioz Mantova					
Rifugio Telegrafo					
Osservatorio CNR Col Margherita					
Rifugio Galassi Città di Mestre					
Rifugio Città di Carpi					
Rifugio Gilberti al Canin					
Rifugio Monte Aiona					
Rifugio Battisti					
Osservatorio CNR "O.Vittori"					
Rifugio Esperia					
Rifugio Rossi					
Rifugio Monte Maggio					
Rifugio Rinaldi					
Rifugio Duca degli Abruzzi					
Rifugio Pomilio					
Rifugio Casonetto					
Rifugio Cervati					
Osservatorio CNR Monte Curcio					
Rifugio Citelli					

Tabella 3 - Situazione acquisizione dati dalle stazioni AWS

Fra qualche anno avremo informazioni meteo-climatiche lungo tutta la dorsale montana italiana.

I valori normali climatici sono i valori medi o caratteristici in un periodo di riferimento sufficientemente lungo. Si ricorda che il WMO ha fissato in 30 anni la durata del periodo di riferimento.



Figura 8 - Stazione AWS Rifugio Curò - ph MeteoProject



Figura 9 - Stazione AWS Rifugio Marco e Rosa - ph MeteoProject

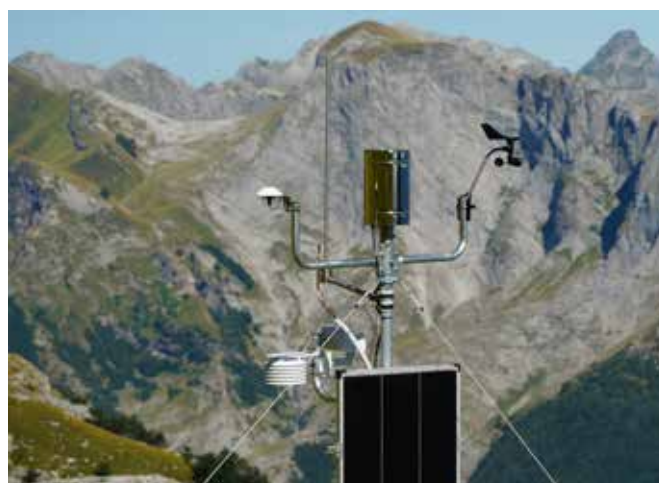


Figura 10 - Stazione AWS Rifugio Rossi nelle Apuane - ph MeteoProject

Osservazioni glaciologiche

In accordo con il Comitato Glaciologico Italiano, presso alcuni Rifugi della rete, vengono raccolte alcune informazioni sulle aree glacializzate circostanti le strutture selezionate.

Nel 2024 sono stati definiti i criteri per questi monitoraggio e indicate le strutture interessate. Le vere operazioni in ambiente inizieranno nel 2025.

I Soci CAI, esperti di questi ambienti, interessati a collaborare verranno formati e addestrati direttamente dal CGI con l'assistenza dei loro operatori.



Figura 11 - Fronte Ghiacciaio dei Forni (2017) - ph G. Margheritini

Rifugio	Ghiacciaio			Osservazioni	Frequenza
	n° Catasto	Nome	Tipo		
Quintino Sella	20	Superiore di Coolidge	Glacionevato	Foto da Cadreghe di Viso	annuale
Osservatorio CNR Testa Grigia	288	Teòdulo inferiore	Montano	Misure frontali e foto	stagionale
	289	Valtournanche	Montano	Perimetrazione GPS margine frontale e perimetrazione dei laghi proglaciali	annuale
Galassi Città di Mestre	967	Inferiore Antelao	Montano	Attività a supporto dei rilievi effettuati dall'operatore CGI	stagionale
Gilberti al Canin	982.1	Prevala	Glacionevato	Monitoraggio fusione nivale estiva con lettura paline ablatometriche	settimanale
In collaborazione con Servizio Glaciologico Lombardo in sostituzione del Rifugio Marco e Rosa di difficile accesso	425	Vezzeda	Montano	Lettura paline ablatometriche e misure frontali	quindicinale
	419	Disgrazia	Montano	Riprese fotografiche	mensile

Tabella 4 - Programmazione delle osservazioni e dei monitoraggi glaciologici

Osservazioni geologiche

Le vie di accesso ai Rifugi della rete e tutti i loro dintorni sono il campo ideale per eseguire delle osservazioni utili in campo geologico e geomorfologico.

La variazione del regime delle precipitazioni e una maggior frequenza degli eventi meteorologici estremi in alta montagna possono avere esiti devastanti sul piano geomorfologico.

I fenomeni più consueti sono le frane, i movimenti sui corpi detritici sciolti e morenici e la formazione o la scomparsa di laghetti e/o pozze montane.

In accordo con IRPI – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR – stiamo dando vita a un sistema di segnalazione di ciò che succede intorno ai rifugi della rete e sui sentieri di arrivo/partenza in termini di:

- monitoraggio delle frane, soprattutto le piccole perché le grandi – sopra i 1.500 m – sono già monitorate da IRPI-CNR, attraverso una documentazione fotografica con geolocalizzazione e data della documentazione e dell'evento (se conosciuta);
- monitoraggio dei movimenti notati su corpi detritici sciolti e morenici sempre con documentazione fotografica geolocalizzata e datata;
- osservazione sullo stato di laghetti e/o pozze montane sempre con documentazione fotografica giustificata.

Per queste osservazioni sono interessati tutti i Rifugi della rete con esclusione di quelli su ghiacciaio

(Capanna Margherita, Osservatorio CNR Testa Grigia, Rifugio Torino, Rifugio Marco e Rosa, Rifugio Vioz Mantova).

Anche queste osservazioni, definite con prove su campo nel corso del 2024, inizieranno nel 2025, prima con alcune giornate di formazione tenute presso la rete dei Rifugi e poi sul campo dai Soci CAI interessati a questa collaborazione.



Figura 12 - Movimenti corpi detritici sciolti - ph G. Margheritini

Osservazioni botaniche

I cambiamenti climatici globali in atto rappresentano una grave minaccia per gli ecosistemi in quanto comportano modifiche nei regimi termo-pluviometrici molto repentine e difficilmente sostenibili dalle attuali biocenosi.

Nell'ultimo secolo, per esempio, le temperature medie globali sono aumentate di 0,7 °C e si prevede che aumenteranno di 1,1- 6,4 °C entro la fine del Ventunesimo secolo rispetto ai valori di riferimento del periodo 1980 -1999 (IPCC, 2013).

Oltre agli ambienti polari, si prevede che saranno soprattutto gli ambienti altomontani a essere influenzati (Gottfried et al., 2012) in quanto l'incremento delle temperature favorirà l'arrivo in quota di specie termofile e, al contempo, aumenterà il rischio di estinzione (almeno locale) delle specie microterme tipiche delle alte quote.

Tali stravolgimenti assumono una valenza ancora maggiore se si considera che gli ambienti altomontani sono ricchi di specie vegetali endemiche, molte delle quali rare e già ora a rischio di estinzione. Le piante, dunque, siano esse considerate a livello di specie o di comunità, sono degli ottimi bioindicatori in grado di reagire in termine di presenza/ assenza e abbondanza alle mutate caratteristiche ambientali. Comprendere pertanto l'effetto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità vegetale è di fondamentale importanza per la conservazione

di quest'ultima e, più in generale, per il benessere dell'uomo (Shivanna, 2022).

Le osservazioni che si sono organizzate e che, alcune, hanno preso il via da tempo sono:

- monitoraggio fenologico su almeno tre specie a rischio nei dintorni di ogni rifugio con esclusione di quelli su ghiacciaio (Capanna Margherita, Osservatorio CNR Testa Grigia, Rifugio Torino, Rifugio Marco e Rosa, Rifugio Vioz Mantova).
- monitoraggio fitosociologico su quattro plot in almeno due rifugi della rete in area periglaciale sulle Alpi, e su due rifugi in area sommitale appenninica.

Per entrambi i monitoraggi sono state definite le procedure di attuazione in modo che persone diverse producano le stesse informazioni. Sono stati tenuti anche i primi incontri di formazione nei primi mesi del 2024 rivolti a 65 volontari CAI.

Monitoraggio fenologico

Nella Tabella 5 ci sono le indicazioni dei Rifugi della rete attivi e le specie in analisi.

I numeri nelle colonne indicano il numero di stazioni – per specie e per Rifugio – censite, georeferenziate e monitorate durante il 2024. Fanno eccezione i monitoraggi avvenuti presso l'Osservatorio CNR O. Vittori di Monte Cimone di cui esistono già le pubblicazioni scientifiche sul Bollettino del CSC-CAI:

- Barbieri G., 2021 - Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report primo anno del progetto - Ottobre 2021 - pp 23-29
- Barbieri G., 2022 - Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report secondo anno del progetto - Ottobre 2022 - pp 59-75
- Barbieri G., 2023 - Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report terzo anno del progetto - Aprile 2023 - pp 45-61

e presso il Rifugio Esperia di cui esistono già le seguenti pubblicazioni scientifiche sul Bollettino CSC-CAI:

- Barbieri G., Pinotti E., 2022 - Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report primo anno del progetto - Ottobre 2022 - pp 77-83
- Barbieri G., Pinotti E., 2024 - Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report secondo anno del progetto - Aprile 2024 - pp 49-57
- Barbieri G., Marino E., 2024 - Cambiamenti climatici e piante officinali. Il caso della coltivazione della salvia comune (Salvia officinalis) e della lavanda vera (Lavandula angustifolia) - Aprile 2024 - pp 59-65

Specie in monitoraggio	Rifugi in attività nel 2024								
	Rifugio Pagari	Rifugio Quintino Sella	Rifugio Gastaldi	Rifugio Chiarella	Rifugio Maria Luisa	Rifugio Telegrafo	Rifugio Gilberti	Rifugio Esperia - Area PC*	Osservatorio CNR O. Vittori*
	Alpi							Appennino	
Armeria arenaria subsp. marginata								10	15
Aster alpinus subsp. alpinus				3	5	1		1	10
Cerastium tomentosum									10
Cerastium uniflorum				3					
Edraianthus graminifolius									10
Gentiana froelichii							2		
Geranium argenteum						5	2	5	
Globularia cordifolia subsp. bellifolia									10
Jacobaea incana	3	3	10		5				
Leucantheropsis alpina	3	3	10						
Linaria alpina				2	2	3			
Papaver julicum							3		
Saxifraga bryoides			10						
Silene acaulis subsp. bryoides	3	3	10	3					

Tabella 5 - Monitoraggio fenologico nel 2024

Inoltre nello stesso periodo nei dintorni dell'**Osservatorio CNR O. Vittori** sul Cimone sono state individuate due stazioni inedite di ***Linum capitatum* subsp. *serrulatum*** che in Emilia Romagna rappresenta una specie di grande interesse conservazionistico vista la sua rarità. Anche per questa scoperta esiste già la pubblicazione scientifica sul Bollettino del CSC-CAI:

- Barbieri G., 2024 - *Linum capitatum* subsp. *serrulatum* - Specie di interesse conservazionistico - Monitoraggio presso i Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente - Ottobre 2024 - pp 21-29

Come indicato nella Tabella 5 nel 2024 hanno preso corpo tutti i monitoraggi indicati (alcuni limitati all'individuazione delle stazioni e al censimento delle specie, altri in maniera completa con i rilievi fenologici in tutto il periodo estivo).

Qui di seguito potete trovare due contributi scientifici che riguardano il **Rifugio Gastaldi**:

- Barolin D., Teppa G., 2024 - La vegetazione del bacino glaciale della Bessanese - Contributo alla conoscenza della colonizzazione vegetale di un'area glaciale delle Alpi Graie - Rifugio Gastaldi - Aprile 2024 - pp 37-47

- Matta E., Nigrelli G., 2024 - *Rilievi fenologici presso il Rifugio Gastaldi* - Estate 2024 - Aprile 2025 - pp 27-33

e un completo contributo scientifico che riguarda il **Rifugio Cervati**:

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso* - Primi studi presso il Rifugio Cervati - Aprile 2025 - pp 35-55

Tutti questi monitoraggi fenologici sono coordinati da Giovanna Barbieri con l'aiuto di Soci CAI volontari che, dopo adeguato addestramento, effettuano il lavoro su campo nel rispetto delle indicazioni stabilite (attività di Citizen Science).



Figura 12 - Specie in monitoraggio fenologico: 01 *Armeria arenaria* subsp. *marginata*, 02 *Aster alpinus* subsp. *alpinus*, 03 *Cerastium tomentosum*, 04 *Cerastium uniflorum*, 05 *Edraianthus graminifolius* subsp. *graminifolius*, 06 *Gentiana froelichii*, 07 *Geranium argenteum*, 08 *Globularia cordifolia* subsp. *bellifolia*, 09 *Jacobea incana*, 10 *Leucanthemopsis alpina*, 11 *Linaria alpina*, 12 *Papaver julicum*, 13 *Saxifraga bryoides*, 14 *Silene acaulis* subsp. *bryoides* - ph Acta Plantarum

Monitoraggio fitosociologico

Nel 2024 questa attività è iniziata in Appennino meridionale presso il **Rifugio Cervati** sulla parte sommitale del Monte Cervati. Per questo si può consultare l'articolo scientifico pubblicato su questo Bollettino CSC-CAI:

- Bonanomi G, Stinca A., Nicastrì A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F. - 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pag 35-55

Inoltre sono state anche individuate le altre aree di monitoraggio a partire dal 2025:

- Appennino settentrionale: presso **Rifugio Battisti** - 1.765 m - sui versanti sommitali del Monte Prado 2054 m;
- Alpi occidentali: presso il **Rifugio Chiarella** - 2.979 m - nei dintorni del Rifugio;
- Alpi Orobie meridionali: presso il **Rifugio Curò** - 1.915 m - sui versanti periglaciali del Monte Gleno 2.882 m;
- Alpi orientali: presso il **Rifugio Galassi** - 2018 m - sui versanti periglaciali dell'Antelao 3.264 m.

Lo studio intende confrontare le caratteristiche delle aree periglaciali e/o delle praterie altomontane (ricchezza specifica, abbondanza percentuale delle singole specie, aspetti funzionali e corologici) a intervalli regolari di un anno per un arco temporale di almeno 10 anni.

Lo studio prevede un'attività di campo da svolgersi annualmente nel corso della prima decade di luglio che generalmente rappresenta il periodo più favorevole per questo tipo di rilievi in alta montagna. L'avvio dello studio sui quattro siti individuati è previsto nell'estate del 2025.

All'attività di campo sarà abbinata l'indispensabile attività in laboratorio per l'identificazione dei taxa appartenenti ai gruppi tassonomici critici (es. generi *Festuca* e *Thymus*), per la preparazione del materiale d'erbario e per la successiva archiviazione fisica e digitale di questo nell'*Herbarium Austroitalicum* (<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/herbarium-details/?irn=262347>).

Per l'identificazione tassonomica delle piante si farà riferimento principalmente a *Flora d'Italia* (Pignatti et al., 2017-2019) e *Flora Europaea* (Tutin et al., 1964-1980, 1993). La nomenclatura dei taxa censiti sarà aggiornata in base alla recente *Checklist* della flora vascolare italiana (Bartolucci et al., 2024).

Questi nuovi allestimenti e monitoraggi, così come quello già in essere presso il Rifugio Cervati saranno coordinati e gestiti da Adriano Stinca con l'aiuto di Soci CAI volontari che, dopo adeguato addestramento, effettuano il lavoro su campo nel rispetto delle indicazioni stabilite (attività di *Citizen Science*).



Figura 13 - Prima vegetazione in area periglaciale - ph Wikipedia

Osservazioni faunistiche

Come per le osservazioni botaniche si è iniziato a sviluppare anche quelle destinate alla fauna. L'organizzazione di queste osservazioni è stata basata sui seguenti obiettivi di base:

- verificare quale fauna sia presente nei dintorni dei vari Rifugi Sentinella, documentando specie, presenza, frequenza;
- monitorare, sui Rifugi Sentinella in aree glaciali e periglaciali, la presenza del fringuello alpino, dello spioncello e/o altri uccelli;
- studiare il comportamento dei chiroterri presenti in grotte nei dintorni di alcuni Rifugi Sentinella;
- studiare la biodiversità in quota attraverso l'analisi delle comunità macrozoobentonica in laghetti montani;
- studiare la biodiversità della lettiera di boschi, in funzione dei cambiamenti climatici in atto, attraverso lo studio faunistico e di dinamica di popolazione dei tardigradi presenti nelle lettiera.

Per questi monitoraggi sono state definite le procedure di attuazione in modo che persone diverse producano le stesse informazioni. Sono stati tenuti anche i primi incontri di formazione nei primi mesi del 2024 per i volontari CAI. Inoltre tutte queste attività sono svolte con il contributo scientifico del Muse di Trento, di ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia e dell'Università di Catania.

Monitoraggio fauna nei dintorni dei rifugi

Questa attività di monitoraggio è svolta attraverso la posa di fototrappole in luoghi georeferenziati e per periodi indicati. Ciò ci permette di individuare le specie presenti nei dintorni di quel rifugio, di individuare i luoghi di maggiore o minore frequentazione (per specie, per data, orario). Tutto questo ci darà poi la possibilità di scelta per gli approfondimenti che si riterranno necessari (per specie, periodo, stagione, ecc.). I rifugi dove sono iniziati questi monitoraggi nel 2024 sono:

Rifugio	Quota m	Fototrappole n°
Rifugio Esperia *	1.500	4
Rifugio Cervati	1.597	4
Rifugio Maria Luisa	2.157	3
Rifugio Telegrafo	2.147	2

Per il **Rifugio Esperia** l'attività di monitoraggio è iniziata nei primi mesi del 2023 con la supervisione dei ricercatori/fotografi del Museo di Storia Naturale di Marano sul Panaro. Nel corso del 2025 avremo i primi risultati pubblicati (Bollettino CSC-CAI ottobre 2025). Per quanto riguarda il **Rifugio Cervati** i primi dati si possono leggere sull'articolo pubblicato su questo Bollettino CSC-CAI:

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastri A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati - Aprile 2025 - pp 35-55



Figura 14 - Tasso e lepre al Rifugio Esperia - ph Fototrappola

Monitoraggi ornitologici

Questa attività di monitoraggio, in collaborazione con il Muse di Trento e dei Carabinieri Reparto Biodiversità de L'Aquila (questi ultimi portano avanti da circa 20 anni questi studi sull'Appennino centrale e ci forniscono le informazioni raccolte) viene sviluppata attraverso la posa di nidi artificiali e la successiva osservazione visiva. Abbiamo installato i nidi artificiali (forniti dal Muse) presso i seguenti rifugi:

Rifugio	Quota del nido m	Data installazione
Rifugio Pagari	2.627	30/07/2024
Rifugio Quintino Sella	2.640	10/09/2024
Rifugio Gastaldi	2.659	09/07/2024
Rifugio Chiarella	2.979	30/06/2024
Rifugio Maria Luisa	2.157	10/10/2024
Rifugio Marco e Rosa	3.609	07/09/2024
Rifugio Vioz Mantova	3.535	30/08/2024
Rifugio Telegrafo	2.147	26/05/2024
Rifugio Galassi	2.018	18/07/2024
Rifugio Città di Carpi	2.110	18/11/2024
Rifugio Gilberti	1992	16/09/2024
Rifugio Rinaldi	2.108	15/06/2024

Tutti i nidi installati hanno a disposizione una fototrappola (alcune ancora da installare) per documentare la frequentazione e per classificare la specie.

Per chiarimento noi **non eseguiamo nessuna cattura degli uccelli** che frequentano i nidi (se non fotografica) e **tantomeno eseguiamo pratiche di innellamento**. Una volta individuate le specie target informiamo il Muse e i Carabinieri della Biodiversità.



Figura 15 - Nido artificiale installato al Rifugio Gastaldi con foto-trappola laterale - ph G. Nigrelli



Figura 16 - Nido artificiale con fringuello alpino - ph Muse

Monitoraggio chiroteri

I chiroteri sono mammiferi estremamente specializzati. Possiedono infatti caratteristiche del tutto peculiari come la capacità di volare, di “vedere” nella più completa oscurità grazie a un sistema di ecolocalizzazione a ultrasuoni e di sopravvivere in stato di letargo ai lunghi mesi invernali, quando le prede scarseggiano e le temperature sono particolarmente rigide.

L'avanzato grado di specializzazione e la loro particolare sensibilità al disturbo nelle fasi critiche dell'ibernazione e della riproduzione, fanno dei chiroteri uno dei gruppi più vulnerabili alle rapide modificazioni ambientali e all'interazione con le attività umane. Così, tra i mammiferi terrestri presenti nel nostro Paese, essi costituiscono l'ordine rappresentato dal maggior numero di specie minacciate.

Resti fossili dimostrano che i pipistrelli esistevano, in forme paragonabili a quelle attuali, già 50 milioni di anni fa. Da allora la loro abbondanza, sia in specie

sia in numero di esemplari, ha subito grandi variazioni a causa di cambiamenti del clima e della copertura vegetale.

A questi fattori, che ancora continuano a operare, si aggiungono oggi modificazioni ben più rapide dovute all'attività umana. Abbiamo individuato alcuni rifugi della rete “Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente” che hanno la presenza dei chiroteri nei loro dintorni.

Per questo abbiamo avviato uno studio pilota presso alcune grotte presenti presso il Rifugio Citelli, 1740 m sull'Etna per studiare le colonie lì residenti e mettere a fuoco la metodologia in modo che possa poi essere replicata presso altri rifugi della rete. Lo studio è in corso e solo verso la fine del 2025 avremo osservazioni utili per un primo report scientifico.

Sono impegnati a portare avanti questo monitoraggio alcuni esperti dell'Università di Catania insieme a Soci CAI di Catania debitamente formati.



Figure 16 e 17 - Rinolfo maggiore Miniotteri. Alcuni esempi dei monitoraggi nelle grotte in area Rifugio Citelli - ph Carmelo Bucolo

Monitoraggio biodiversità dei laghetti montani

Molti dei macroinvertebrati bentonici presenti nei laghetti montani sono importanti indicatori biologici (biondicatori) della qualità dell'acqua in cui vivono. Le comunità di questi macroinvertebrati hanno famiglie e generi molto, o in parte, sensibili alle alterazioni delle caratteristiche ambientali provocate sia dalla presenza antropica che dai cambiamenti climatici. Il loro monitoraggio, seguendo precisi protocolli, può fornire utilissime indicazioni di cambiamento delle caratteristiche ambientali e della qualità dell'acqua.

Abbiamo, per ora, dato vita al primo monitoraggio presso il Rifugio Esperia con la guida dei ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia. I risultati sono già stati pubblicati sul Bollettino del CSC-CAI:

- Torroni A., Fabbri F., Barbieri G., 2022 - *Biodiversità in ambienti in quota - Analisi della comunità macrozoobentonica del laghetto del Giardino Esperia* - Ottobre 2022 - pp 111-137

La ripetizione di questo monitoraggio è prevista dopo 5 anni (2027) in modo da poter avere elementi di prima comparazione.

Abbiamo previsto per il 2025 di monitorare due nuovi laghetti montani in Appennino settentrionale, il primo è il Laghetto Rovinella, nei dintorni del Rifugio Esperia, minacciato di diventare fonte di approvvigionamento per l'impianto di neve artificiale per le piste del Monte Cimone (purtroppo è di poco fuori dall'area di protezione di Ente Parco Emilia Centrale). Il secondo è il lago della Bargetana, nei dintorni del Rifugio Battisti.



Figura 18 e 19 - In alto rospo comune (*Bufo bufo*), sotto Ephemeroptera, ninfa di Baetidae - ph Alberto Torroni

Monitoraggio biodiversità delle lettiere dei boschi

La biodiversità del nostro pianeta è sempre più minacciata a causa dei cambiamenti climatici, pertanto vi è la necessità di monitorarla con metodi che tempestive e non solo attraverso gli organismi più visibili, ma anche considerando l'equilibrio di comunità di organismi non direttamente osservabili dall'occhio umano. L'obiettivo è lo studio della biodiversità delle lettiere dei boschi attraverso il monitoraggio faunistico e di dinamica di popolazione dei tardigradi presenti nelle lettiere.

Abbiamo, per ora, dato vita al primo monitoraggio, presso il Rifugio Esperia nelle lettiere di faggio nei dintorni del rifugio, condotto da ricercatori di UNIMORE con l'assistenza di nostri soci CAI. La ricerca si estenderà per buona parte a tutto il 2025 ma i primi risultati sono contenuti nell'articolo pubblicato su questo Bollettino CSC-CAI:

- Bertolani R., Frigieri F., Guidetti R., 2025 - *I tardigradi della lettiera di faggio - Primi studi presso il Rifugio Esperia* - Aprile 2025 - pp 61-69

Dopo questo primo studio ne definiremo altri per i rifugi che hanno lettiere di faggio nei propri dintorni come: il Rifugio Citelli, l'Osservatorio CNR di Monte Curcio sulla Sila, il Rifugio Cervati, il Rifugio Monte Maggio in Umbria, il Rifugio Battisti e il Rifugio Monte Aiona sull'Appennino settentrionale.

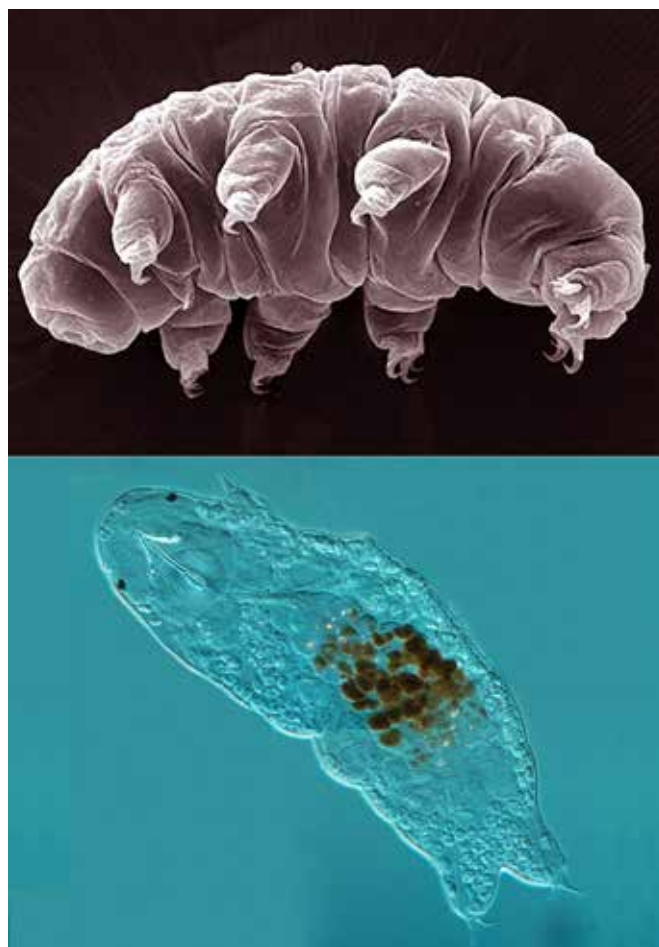


Figura 20 - Sopra: *Paramacrobiotus fairbanksi* al microscopio elettronico a scansione (SEM; lunghezza 300 µm), sotto *Hypsibius dujardini* al microscopio ottico con contrasto interferenziale (Nomarski; lunghezza 240 µm). - ph UNIMORE

Monitoraggio inquinamento luminoso

Le notti illuminate dalle luci artificiali che ci consentono di svolgere le nostre attività notturne, ci nascondono il cielo stellato e la sua bellezza.

Secondo l'atlante mondiale dell'inquinamento luminoso più del 70% della popolazione del nostro pianeta non è in grado di vedere la Via Lattea; in generale molti di noi si sono dimenticati che vale la pena di volgere il nostro sguardo verso l'alto.

Questo non è un problema solo di coloro che vivono in città in quanto l'eccesso d'illuminazione o l'inadeguata progettazione degli impianti, che comporta la proiezione di luce inutile verso l'alto che si propaga a decine di chilometri di distanza dalle sorgenti, creano quel bagliore che rende la notte meno scura e le stelle meno visibili anche lontano dalle città.

Le immagini notturne di una terra illuminata e il bagliore diffuso nell'atmosfera corrispondono a luce emessa inutilmente verso l'alto. Questa è luce inutile e corrisponde a uno spreco di energia che porta a più costi e più emissioni se l'energia utilizzata non è rinnovabile. Inoltre le luci delle città, delle strade e delle zone costiere alterano l'ambiente notturno e come conseguenza causano tutta una serie di impatti sugli ecosistemi che li popolano e sull'uomo, documentati da un'ampia letteratura scientifica.

L'intensità della luce notturna e il suo spettro o colore alterano diversi meccanismi biologici che condizionano il comportamento e la sopravvivenza delle specie viventi. Innanzitutto altera il ritmo circadiano, regolato dall'alternarsi del giorno e della notte, di quasi tutte le specie viventi che vengono

sottoposte a luce artificiale diretta o diffusa durante la notte, siano esse terrestri o marine.

L'inquinamento luminoso influenza anche l'orientamento, la percezione visiva, la riproduzione, i movimenti notturni, la migrazione e le strategie di nutrimento e di conseguenza influenza i rapporti ecologici tra specie e la biodiversità degli ecosistemi.

Poiché non possiamo fare a meno di illuminare artificialmente la notte, è necessario che lo facciamo riducendo al minimo l'inquinamento luminoso e questo si può fare progettando l'illuminazione seguendo i principi del quanto serve, dove serve, quando serve e come serve, che implicano dosare la quantità di luce in funzione dell'utilizzo degli spazi e degli orari della notte, direzionarla verso il basso e solo nei luoghi necessari e scegliere spettri di luce meno impattanti (contenuto ridotto della componente blu). Molti di questi criteri sono già considerati dalle legislazioni europee per quel che riguarda i nuovi impianti di illuminazione, tuttavia alcuni aspetti della legislazione corrente dovrebbero essere integrati e migliorati per massimizzare la riduzione del loro impatto.

A livello internazionale esistono delle iniziative a livello di comunità regionale per salvaguardare la qualità del cielo notturno che attuano azioni di progettazione e gestione dell'illuminazione pubblica effettuando una valutazione d'impatto su tutto il territorio e non solo su quello interessato dagli interventi. Queste azioni sono promosse da associazioni internazionali, come l'*International Dark Sky Association* (IDA, <https://www.darksky.org>), che hanno definito linee guida per la promozione e conservazione della qualità del cielo notturno. Seguendole i territori sono certificati come **international dark sky places** a seconda della qualità del loro adeguamento e promossi a livello mondiale attraverso i canali mediatici dell'associazione.

Per quantificare gli impatti dell'inquinamento luminoso e la qualità del cielo notturno è necessario misurarlo sul campo. La luminosità di un cielo notturno naturale è data dalla risultante delle radiazioni luminose emesse dalle sorgenti di luce naturale (illuminazione di fondo dovuta a stelle, luna e luce zodiacale), mentre l'inquinamento luminoso è la componente della luce artificiale diffusa in atmosfera che schiarisce la notte e indicata con il termine inglese **sky glow**. Le quantità di luce in gioco sono molto piccole, tanto che la quantità di luce diffusa presente nel cielo di una città molto inquinata è difficilmente rilevabile dagli strumenti, anche professionali, che vengono normalmente utilizzati per testare gli impianti di illuminazione.

L'inquinamento luminoso può essere misurato dal cielo utilizzando i satelliti e, più recentemente, anche i droni, utilizzando modelli per stimare l'intensità e la composizione spettrale regionale e mondiale di ALAN e da terra con dispositivi di costo relativamente

C'è vita di notte		Specie stimate	Specie notturne
Vertebrati		n°	%
Mammiferi		5.488	63,8
	Primates (con H. sapiens)	432	31,0
	Chiropteri	1.100	100,0
Uccelli		9.990	19,6
Rettili		8.969	16,6
Anfibi		6.433	93,3
Pesci		30.700	14,1
Totale		61.580	28,0
Invertebrati			
Insetti		950.000	49,4
	Lepidotteri	180.000	77,8
	Coleotteri	500.000	60,0
Crostacei		40.000	50,0
Aracnidi		98.000	5,0
Molluschi		81.000	?
Coralli		2.175	?
altri		61.209	?
Totale		1.232.384	64,4

Tabella 8 - C'è vita di notte - Fonte Hölker et al. 2010. TREE

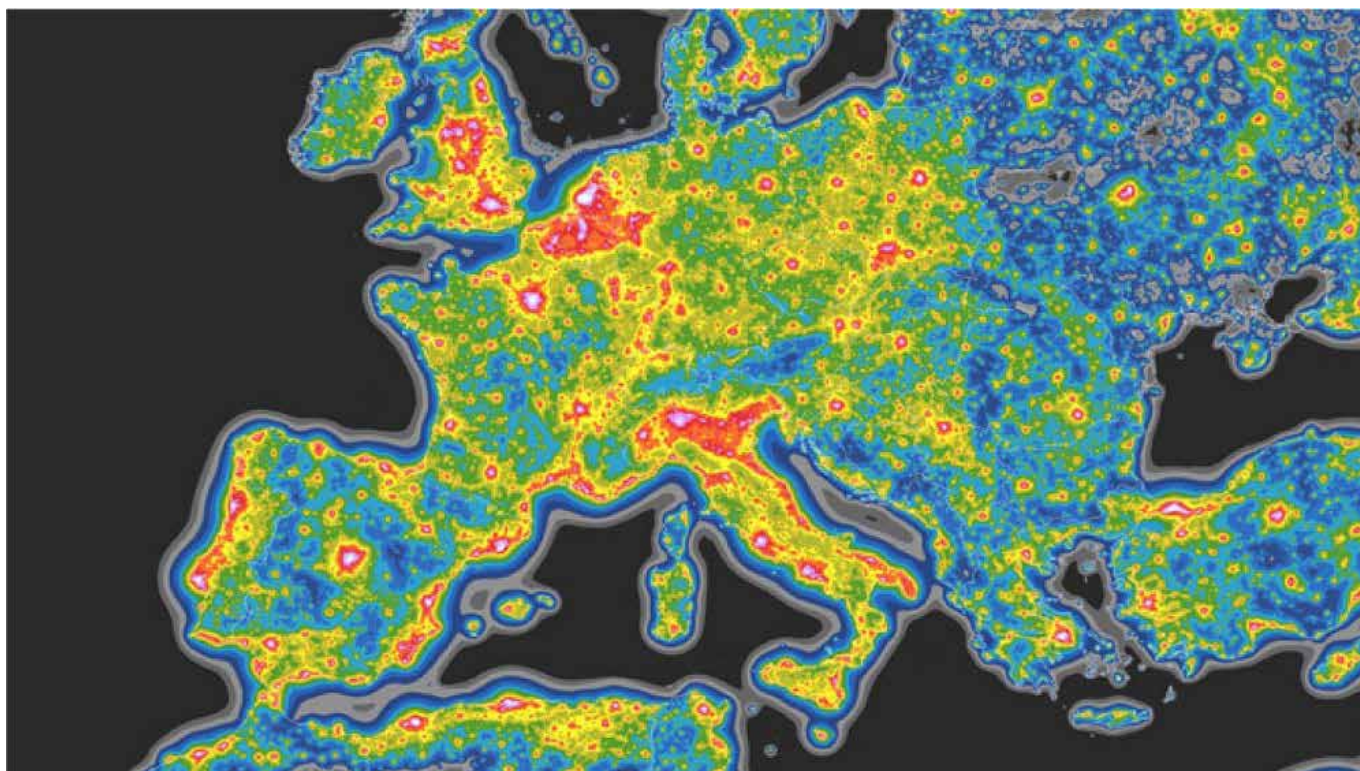


Figura 21 - Inquinamento notturno in Europa. L'Italia è il paese, tra i 20 più industrializzati, con il più alto tasso di inquinamento luminoso - Fonte "New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness"

basso adattati o sviluppati per misurare l'intensità e/o lo spettro del bagliore del cielo.

Due strumenti comunemente usati dalla comunità scientifica sono le fotocamere digitali reflex che forniscono una mappatura della calotta celeste in RGB e i sensori pancromatici che forniscono la brillantezza cumulata del cielo notturno.

Dopo due anni di studi e monitoraggi condotti da IBE-CNR (Istituto di BioEconomia) con pubblicazione sul Bollettino CSC-CAI:

- Massetti L., Meneguzzo F., 2022 - *Il cielo naturale notturno* - Aprile 2022 - pp 123-129

dove uno dei luoghi testati si trovava nei dintorni del Rifugio Battisti ci è arrivata la richiesta di estendere il test presso alcuni rifugi della rete "Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente".

Ora, in funzione dell'attrezzatura SQM messa a disposizione dal CNR, i rifugi della rete che partecipano ai monitoraggi sono:

Rifugio	Quota SQM m	Data installazione
Rifugio Chiarella	2.979	30/06/2024
Rifugio Telegrafo	2.147	10/08/2024
Rifugio Gilberti	1.992	13/07/2024
Rifugio Cervati	1.597	15/06/2024
Rifugio Citelli	1.760	riposizionato

Per alcuni di questi rifugi sono già stati esaminati i monitoraggi dei primi quattro mesi da parte di IBE-CNR.

I risultati si possono leggere: per il Rifugio Cervati nell'articolo pubblicato sul Bollettino CSC-CAI:



Figura 22 - Strumenti SQM del CNR presso il Rifugio Chiarella in alto e il Rifugio Telegrafo in basso - ph Gestori dei due rifugi

- Stinca A., Bonanomi G., Nicastri A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pp 35-55

mentre per il Rifugio Telegrafo lo pubblichiamo qui di seguito.

Rapporto inquinamento luminoso al Rifugio Telegrafo

Un sensore di misura della brillantezza del cielo notturno o buiometro (SQM-LU-DL di Unihedron) è stato installato presso il Rifugio Telegrafo (45°42'21,05"N 10°49'50,04"E) sul Monte Baldo alla quota 2.147 m il 10 Agosto 2024.

La figura 23 illustra la distribuzione dei valori di NSB (*Night Sky Brightness*) misurati al rifugio Telegrafo dal 10 Agosto 2024 all'8 Novembre 2024 (frequenza di campionamento di 5 minuti) rispettivamente per tutte le misure del periodo (ALL), per le misure nelle notti senza luna o con luna nuova (*moonless nights*) e le misure con una porzione di luna visibile al di sopra dell'orizzonte (*moon nights*).

Su ogni diagramma sono riportati dei valori di riferimento di situazioni tipiche indicate da linee orizzontali colorate: rosso (19 mpsas) corrisponde a valori tipici delle città; giallo (20.5 mpsas) corrisponde a valori tipici di ambienti rurali inquinati con inizio visibilità della Via Lattea; **verde (21.2 mpsas)** valori minimi per rientrare nella classificazione *Darksky International* di parco del buio; **viola (21.5 mpsas)** valori minimi per rientrare nella classificazione come santuario del buio secondo la classificazione *Darksky International* (darksky.org).

Nei diagrammi, l'ora della notte (ora UTC due ore indietro rispetto all'orario italiano per quasi tutto il periodo di studio) è riportata sull'asse delle x e il valore di NSB sull'asse delle y.

I colori indicano la frequenza di un valore di brillan-

za del cielo notturno a una certa ora. I colori dal blu al rosso indicano quanto è frequente un valore.

Le zone rosse indicano quali valori vengono misurati più frequentemente sul sito di studio e in generale corrispondono alle situazioni meno disturbate da nuvolosità del cielo.

Nel primo diagramma si può notare la concentrazione dei valori (rosso) nelle ore notturne e tra i valori di 20.3 e 21 mpsas. Le zone sfumate in giallo e verde indicano sia la transizione tra giorno e notte all'alba nella zona intorno alle ore 4 e al tramonto nella zona intorno alle ore 16-19 sia l'effetto della luna e delle nuvole.

Il secondo diagramma elimina l'effetto della luna per cui la zona rossa è molto più concentrata e si posiziona tra valori di 20.5 e 21.0 mpsas. Le zone sfumate in giallo indicano la presenza di nuvolosità. La parte superiore della zona rossa si può considerare a tutti gli effetti come il valore tipico di brillantezza del cielo notturno in condizioni ottimali di quella zona. Nel caso del Rifugio Telegrafo il valore più alto registrato in condizioni ottimali è stato **20.92 mpsas** che dimostra l'alterazione del buio naturale, anche ad alta quota, dovuta all'inquinamento luminoso proveniente dalle aree urbanizzate che circondano il Monte Baldo.

Il terzo diagramma mostra valori più bassi e diffusi dovuti alla presenza della luna e alla sua variabilità luminosa dovuta al ciclo delle fasi lunari.

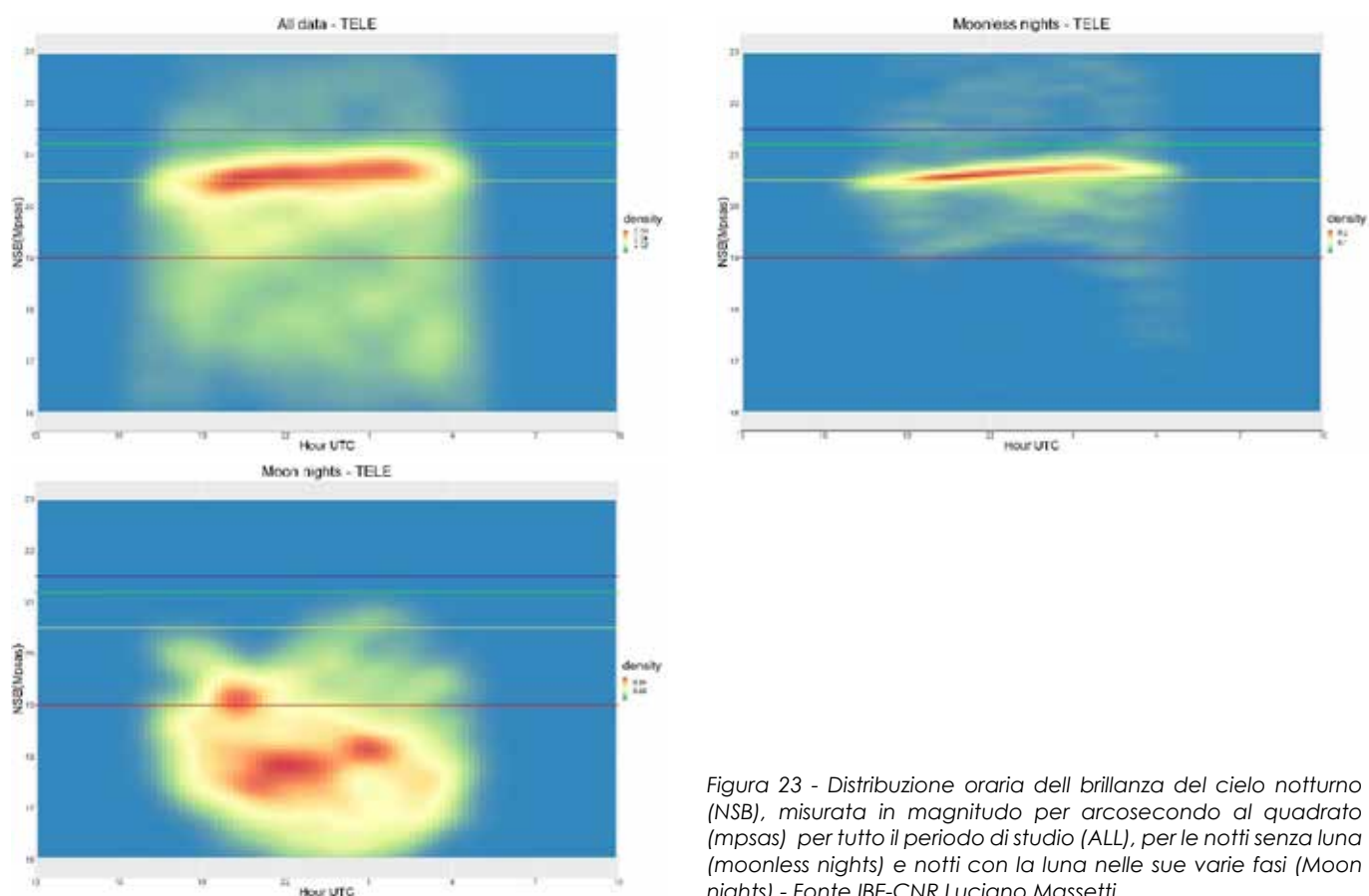


Figura 23 - Distribuzione oraria dell brillantezza del cielo notturno (NSB), misurata in magnitudo per arcosecondo al quadrato (mpsas) per tutto il periodo di studio (ALL), per le notti senza luna (moonless nights) e notti con la luna nelle sue varie fasi (Moon nights) - Fonte IBE-CNR Luciano Massetti

Conclusioni

Sono trascorsi i primi cinque anni di questo grande progetto che sta destando interesse non solo nel nostro Paese ma anche in quelli a noi vicini.

La costruzione di una rete altomontana per un costante aggiornamento sullo stato del clima e dell'ambiente delle nostre montagne non è una ripetizione di qualcosa di già esistente perché prima di questa non c'era così completa, dalle Alpi alla Sicilia sui punti più elevati delle dorsali montuose.

L'abbiamo costituita utilizzando i quattro Osservatori CNR, di cui l'Osservatorio CNR "O. Vittori" di Monte Cimone è il solo rappresentante italiano alla rete mondiale WMO, insieme a venticinque rifugi CAI, tutti già esistenti e localizzati nei punti di interesse. Tutto ciò ci ha permesso di costruire senza occupare nuovo spazio e senza cementare nulla.

In questo periodo abbiamo anche avviato le strategie necessarie per aggiungere ai compiti dei rifugi CAI quello di diventare luogo di diffusione della cultura scientifica per sviluppare la consapevolezza di come l'uomo e i cambiamenti climatici influenzino le montagne. Questo è l'altro nostro *payoff* legato al logo Rifugi Sentinella:

La Scienza nei Rifugi

Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle nostre montagne: racconti dai rifugi dove la cultura scientifica è di casa

Siamo riusciti ad avviare in una decina di rifugi anche buona parte degli studi e osservazioni scientifiche sull'ambiente grazie al lavoro e all'entusiasmo di molti Soci CAI (tra i quali anche molti ricercatori, professori e tecnici universitari).

In questo periodo sono stati redatti un numero importante di articoli scientifici (20) inerenti al nostro progetto, tutti pubblicati sul Bollettino CSC-CAI e alcuni anche su riviste specializzate.

Abbiamo informato e documentato, attraverso la loro federazione, tutti i Parchi in cui risiedono i rifugi e gli osservatori. Stiamo regolarizzando tutti gli accordi con le Università interessate al nostro progetto.

Cresce l'interesse anche al nostro interno: la Commissione Centrale di Speleologia e Torrentismo dal 2025 entra nel progetto occupandosi di verificare, presso alcuni rifugi, cosa sta succedendo in ipogeo con i cambiamenti climatici. Anche da parte CNR vi sarà sicuramente un nuovo e grande apporto con la costituzione, al loro interno, del Gruppo di Lavoro sulle Montagne del Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente.

Questo è un grande progetto per oggi e per il futuro, dove molte nuove generazioni di soci CAI e di ricercatori del CNR potranno portare avanti quanto iniziato da noi in questi primi cinque anni. Se così sarà avremo che:

- nel 2030 ci saranno 10 anni di storia consolidata;
- nel 2050 ci saranno 30 anni di storia consolidata;
- nel 2100 ci saranno 80 anni di storia consolidata.

Bibliografia articoli pubblicati sul Bollettino CSC-CAI

- Barbieri G., 2021 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report primo anno del progetto* - Ottobre 2021 - pp 23-29
- Smiraglia C., Fugazza D., Diolaiuti G., 2021 - *Continua inesorabile il regresso dei ghiacciai italiani e alpini. Le evidenze dei recenti catasti* - Aprile 2021 - pp 7-21
- Nigrelli G., Chiarle M., 2022 - *Temperature in aumento nell'ambiente periglaciale alpino. Evoluzione nel periodo 1990-2020* - Aprile 2022 - pp 45-51
- Gobbi M., Ambrosini R., Casarotto C., Diolaiuti G., Ficeola G.F., Lencioni V., Seppi R., Smiraglia C., Tampucci D., Valle B., Caccianiga M., 2022 - *Ghiacciai in estinzione e crisi della biodiversità* - Aprile 2022 - pp 53-65
- Bonasoni P., Frezzini L., Davolio S., Nigrelli G., Filetto P.V., Verza G.P., 2022 - *Rifugi montani sentinelle del clima e dell'ambiente. Un progetto CAI-CNR che si estende dalle Alpi al Mediterraneo* - Aprile 2022 - pp 9-17
- Massetti L., Meneguzzo F., 2022 - *Il cielo naturale notturno* - Aprile 2022 - pp 123-129
- Barbieri G., 2022 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report secondo anno del progetto* - Ottobre 2022 - pp 59-75
- Torroni A., Fabbri F., Barbieri G., 2022 - *Biodiversità in ambienti in quota - Analisi della comunità macrozobentonica del laghetto del Giardino Esperia* - Ottobre 2022 - pp 111-137
- Barbieri G., Pinotti E., 2022 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report primo anno del progetto* - Ottobre 2022 - pp 77-83
- Barbieri G., 2023 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, al Monte Cimone. Report terzo anno del progetto* - Aprile 2023 - pp 45-61
- Smiraglia C., Mortara G., 2023 - *Cambiamenti climatici e cambiamenti degli itinerari in alta montagna. Un'introduzione al tema* - Ottobre 2023 - pp 11-27
- Bonanomi G., Allevato E., Amoroso G., Bellucci F., Nicastri A., Idbella M., 2024 - *Ricostruzione della storia della vegetazione di alta quota del Monte Cervati, del Gran Sasso e di Campi Imperatore mediante analisi pedo-antropologica e del DNA antico - Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente* - Aprile 2024 - pp 23-35
- Barolin D., Teppa G., 2024 - *La vegetazione del bacino glaciale della Bessanese - Contributo alla conoscenza della colonizzazione vegetale di un'area glaciale delle Alpi Graie - Rifugio Gastaldi* - Aprile 2024 - pp 37-47
- Barbieri G., Pinotti E., 2024 - *Monitoraggio botanico di alcune specie target, possibili indicatori di cambiamento climatico, nelle aree di Groppo Rosso, Valle Tribolata e Ciapa Liscia. Report secondo anno del progetto* - Aprile 2024 - pp 49-57
- Barbieri G., Marino E., 2024 - *Cambiamenti climatici e piante officinali. Il caso della coltivazione della salvia comune (Salvia officinalis) e della lavanda vera (Lavandula angustifolia)* - Aprile 2024 - pp 59-65
- Nigrelli G., Chiarle M., 2024 - *Il periodo climatologico normale 1991-2020 sulle Alpi - Un focus sull'ambiente in quota* - Aprile 2024 - pp 11-21
- Barbieri G., 2024 - *Linum capitatum subsp. serralatum - Specie di interesse conservazionistico - Monitoraggio presso i Rifugi Sentinella del clima e dell'ambiente* - Ottobre 2024 - pp 21-29
- Matta E., Nigrelli G., 2024 - *Rilievi fenologici presso il Rifugio Gastaldi - Estate 2024* - Aprile 2025 - pp 27-33
- Stinca A., Bonanomi G., Nicastri A., Errico D., Bigu B., Ciano I., Bellucci F., 2025 - *Rilievi botanici, faunistici e inquinamento luminoso - Primi studi presso il Rifugio Cervati* - Aprile 2025 - pp 35-55
- Bertolani R., Frigieri F., Guidetti R., 2025 - *I tardigradi della lettiera di faggio - Primi studi presso il Rifugio Esperia* - Aprile 2025 - pp 61-69

