

Meteorologica

Anno XXIII - N. 1 - 2023

Resoconto Meteorologico
2022
Weather Report

5

Il 2022 in
Friuli Venezia Giulia

FVG weather report

8

Slovenia weather
report 2022

Report Meteorologico Slovenia

14

Carinthia weather
report 2022

Report meteorologico Carinzia

22

Il 2022 sul Carso

Coastal Karst weather report

32

Livello e temperatura
del mare

Sea level and temperature

38

Andamento nivologico
2021-2022

Snow report 2021-2022

42

Clima e criosfera nelle
Alpi Orientali

Cryosphere-climate in the E-Alps

55

Report glaciologico
Montasio Occidentale

Montasio West Glacier

58

Glaciological year 2021-22
at Triglav glacier

Report glaciologico Triglav

61

Glaciological year 2021-22
at Eiskar glacier

Report glaciologico Eiskar



SMA-A is a member of the European Meteorological Society, Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia & Società Meteorologica Italiana

Meteorologica

Bollettino della Società Meteorologica Alpino-Adriatica
Bulletin of the Alpine-Adriatic Meteorological Society

www.aametsoc.org

Edito a cura di - *Edited by*
Società Meteorologica Alpino-Adriatica

Direttore Editoriale Renato R. Colucci
Chief Editor

Direttore Responsabile Marco Virgilio
Director

Redazione Renato R. Colucci
Editorial Staff Costanza Del Gobbo
Andrea Securo
Laura Palmisano
Marco Virgilio

Per ricevere il bollettino o richiedere informazioni scrivere a:
To receive the bulletin or ask for information write to:

aametsoc@gmail.com

Questo numero è stato realizzato grazie al supporto di tutti i soci SMA-A.

This issue has been realized thanks to the support of all AAMS members.

SEDI SMA-A APS

Sede legale - Registered office:

Via Silvio Pellico, 9 I - 33043 Cividale del Friuli (UD)

Sede operativa - Operational headquarters:

via Brigata Re 29 - 33100 Udine

web: www.aametsoc.org

e-mail: aametsoc@gmail.com

CF & P.IVA: | VAT number: 02150490304

©2023 Meteorologica – ISBN 1827-3858



La nevicata del 20 novembre 2022 nei dintorni di Svisčaki, comprensorio del Monte Sneznik (Slovenia).

The November 20, 2022 snowfall around Svisčaki, Mount Sneznik (Slovenia).

Il 2022 in Friuli Venezia Giulia

Report meteo-climatologico delle stazioni meteorologiche regionali

A cura di **FURIO PIERI** e **ARTURO PUCILLO**

OSMER-ARPA

Temperatura

Ci siamo lasciati lo scorso anno con una temperatura media nella norma rispetto alla climatologia degli ultimi trent'anni e più fresca rispetto all'ultimo decennio. Il 2022, invece, è stato più caldo di 1 °C rispetto al trentennio climatico di riferimento 1991-2020. L'incremento è ancora più accentuato se consideriamo l'andamento termico secolare registrato a Udine: l'analisi dei dati dal 1901 mostra come il 2022 è stato decisamente l'anno più caldo, con un incremento rispetto alla media del secolo scorso di +2 °C.

A questo aumento della temperatura ha molto contribuito la particolare circolazione atmosferica estiva caratterizzata dalla quasi costante presenza dell'anticiclone africano. Si è avuta una prevalenza di tempo soleggiato e temperature massime costantemente molto alte: da metà maggio a metà settembre la media delle temperature massime in pianura si è attestata intorno ai 31 °C.

Nello specifico la temperatura media annua del 2022 sulla pianura si è attestata attorno ai 14/15 °C, sulla costa sui 16/17 °C, in montagna fra i 5 e i 12 °C con valori decrescenti in funzione dell'altitudine. Anche la temperatura media del mare misurata a Trieste a 2 metri di profondità (figura 1) è stata di circa 1 °C più alta della norma (periodo 1995-2021). Le anomalie positive più importanti si sono registrate da metà maggio a fine anno. Il periodo più lungo con temperature, seppur di poco, inferiori alla norma si è verificato tra gennaio e marzo.

Analizzando nello specifico i dati termici medi mensili di quest'anno e confrontandoli con le medie del trentennio di riferimento (1991-2020), si nota come in pianura solo nei mesi di marzo e aprile le temperature hanno mostrato valori leggermente più freschi della norma. Gli altri mesi, in particolare giugno, luglio e ottobre sono risultati molto più caldi.

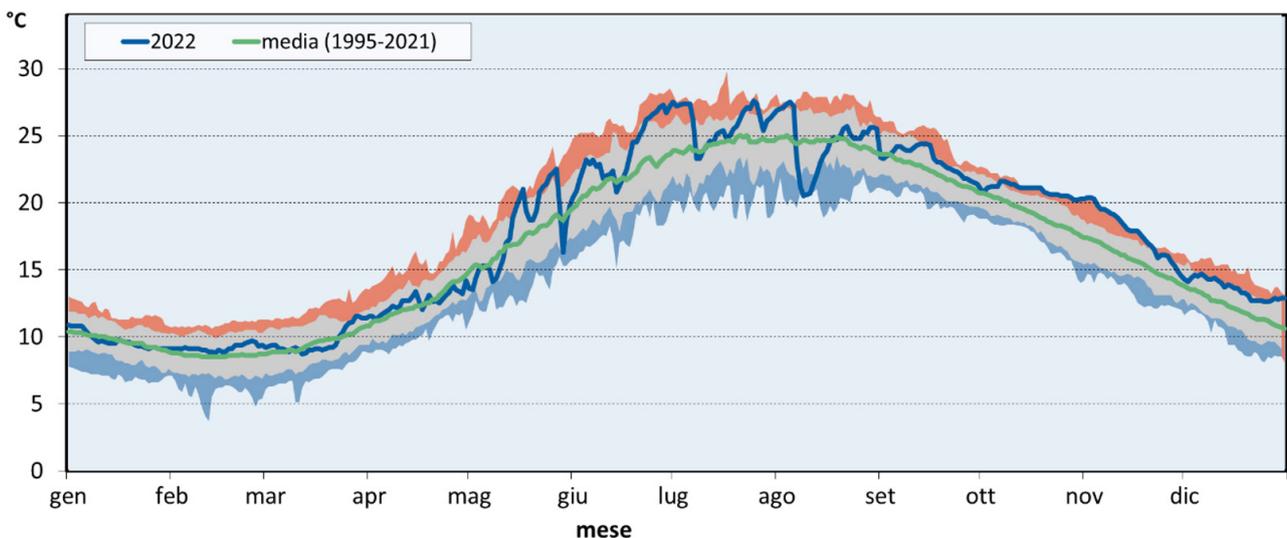


Figura 1 - Temperatura media giornaliera del mare a Trieste 2022 (linea blu scuro) a confronto con la temperatura media climatica 1995-2021 (linea verde). L'area azzurro-scura rappresenta il 10° percentile e il suo limite inferiore corrisponde alla temperatura media giornaliera più bassa registrata nella serie storica. L'area arancione rappresenta il 90° percentile e il suo limite superiore corrisponde alla temperatura media giornaliera più alta registrata nella serie storica.

Figure 1 - Average daily sea temperature in Trieste 2022 (dark blue line) compared with the climatic mean temperature 1995-2021 (green line). The dark-blue area represents the 10th percentile and its lower limit corresponds to the lowest daily mean temperature recorded in the historical series. The orange area represents the 90th percentile and its upper limit corresponds to the highest daily mean temperature recorded in the historical series.

Parlando degli estremi giornalieri, i giorni più rigidi del 2022 si sono registrati nella prima decade di gennaio, il 22 gennaio, il 13 marzo e verso la metà di dicembre, quando a Fusine il 13 dicembre è stata misurata una temperatura minima di -21.3 °C. Le temperature più elevate, invece, sono state misurate prevalentemente il 21,22 e 23 luglio; per qualche località il 5/6 agosto e il 3 settembre. In alcune località di pianura le temperature massime hanno sfiorato e talvolta superato i 39 °C.

In pianura il numero di giorni di gelo (giorni con $T_{min} \leq 0$ °C) nel 2022 è risultato più alto (rispetto alla media del trentennio 1991-2020) soltanto a gennaio e a marzo; le giornate di gelo sono invece risultate meno numerose a dicembre. Osservando, invece, il numero di giorni caldi (giorni con $T_{max} \geq 30$ °C), l'estate 2022 ne ha contati di più rispetto al dato degli ultimi 30 anni. Per esempio a Udine se ne sono contati 82, contro una media trentennale di 38. Le anomalie positive si sono registrate a giugno, luglio e agosto.

Precipitazioni

Se osserviamo la regione complessivamente, notiamo che le precipitazioni annuali sono risultate quasi ovunque inferiori dal 30 al 50 % rispetto alla climatologia (1991-2020, figura 2); solo in alcune zone, lungo la costa e nella media pianura friulana, dei forti temporali autunnali hanno riportato le precipitazioni nella norma climatica.

Le pluviometrie dell'intero 2022 si sono assestate tra 600 /1000 mm lungo la costa e i 2600 mm registrati sulle Prealpi.

Per quanto riguarda la frequenza delle piogge, anche questa risulta quasi ovunque più bassa della norma, in modo più pronunciato a Udine, a Trieste, nel Pordenonese e nelle Prealpi.

Considerando le precipitazioni mensili ciò che si nota maggiormente in quest'anno sono le anomalie negative che hanno contraddistinto quasi ogni mese delle diverse stazioni analizzate: è la ben nota siccità che ha caratterizzato tutto il 2022. Le eccezioni in positivo visibili anche dai grafici sono attribuibili prevalentemente a rovesci localizzati.

La siccità, che può essere quantificata anche grazie all'indice SPI stagionale, vede per tutte le stagioni valori di quest'indice negativi che rappresentano, quindi, diversi livelli di siccità.

Vento

Per quanto riguarda il vento nel 2022 a livello regionale si sono contate 12 giornate in cui, in una o più stazioni sinottiche della rete meteorologica, si sono registrate delle raffiche di vento superiori alla soglia di 100 km/h. 5 di questi episodi sono stati misurati in stazioni di quota (Monte Matajur, Pala d'Altei, Monte Zoncolan) per ingresso di flussi intensi.

Le raffiche di vento più forti si sono verificate il 15 settembre in concomitanza con un fronte temporalesco: a Trieste si sono superati i 120 km/h. Sono accaduti altri due episodi rilievo: il 18 agosto un temporale ha colpito tutta la regione facendo registrare sul Monte Matajur raffiche vicine ai 120 km/h, a Lignano di 106 km/h; il 5 giugno un fronte occidentale ha formato una linea temporalesca che ha colpito tutta la regione registrando a Pala d'Altei 117 km/h di raffica.

Le raffiche più intense di Bora si sono attestate attorno ai 100-110 km/h a Trieste per 5 volte.

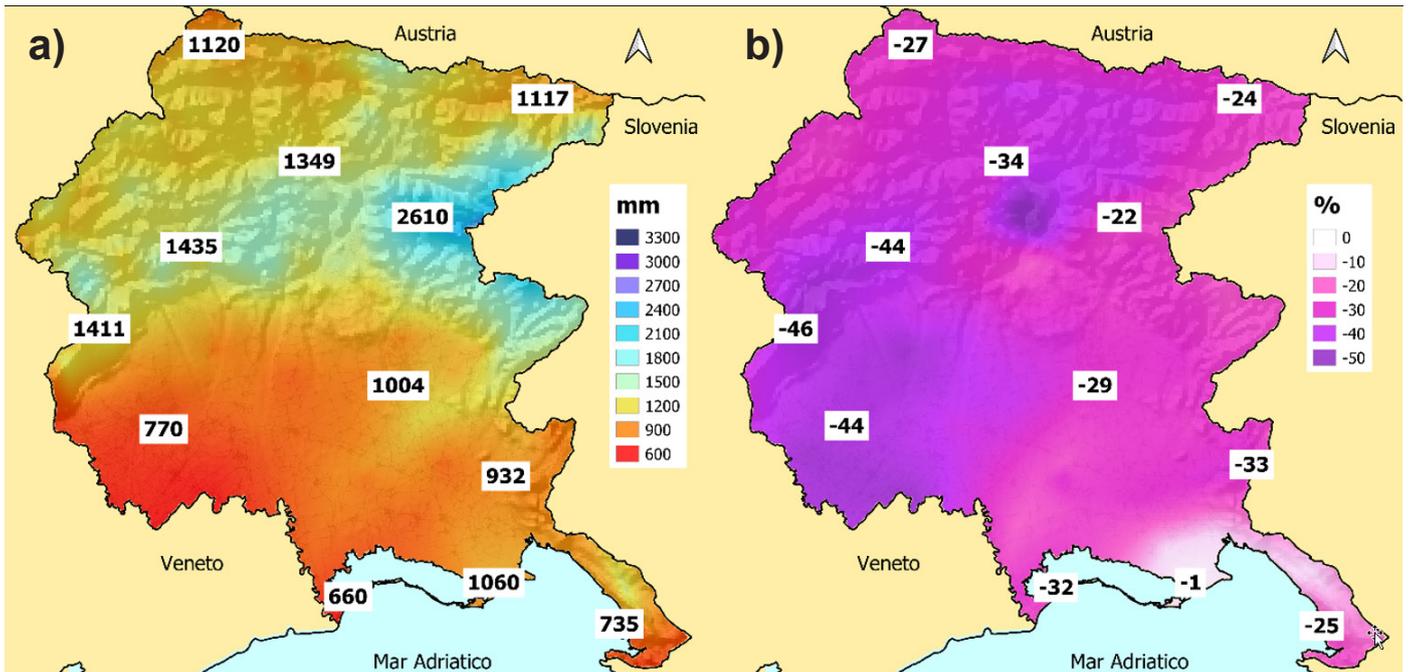


Figura 2 - Precipitazioni annue del 2022 (a); anomalia (%) precipitazioni annue 2022 rispetto al periodo 1991- 2020 (b).
Figure 2 - Annual precipitation in 2022 (a); annual precipitation anomaly (%) between 2022 and 1991-2020 average (b).

Abstract ENG

Weather report from 2022 in Friuli Venezia Giulia

After commenting a 2021 year characterized by temperatures in line with the average of the last ten years, 2022 has shown a mean temperature warmer than the 1991-2020 period, and it can be considered the hottest year since 1901. An interesting element is the sea temperature: the 2 m depth average temperature of Trieste station has reached 17.5 °C, against the average 16.5 °C of the 1995-2021. Only March and April measured temperature slightly cooler than 1991-2020 period; June, July and August shown very high temperatures. Considering the rainfall, the yearly cumulated precipitation is lower (-30/-50 %) than the climatology. Considering the wind, in 2022 there were 12 days in which, in one or more synoptic stations of the meteorological network of the region, wind gusts above the threshold of 100 km/h have been registered; five of these episodes were measured in altitude stations.

Slovenia weather report

Year 2022

BY **TANJA CEGNAR**

Agencija Republike Slovenije za Okolje

In the year 2022, the average temperature was 1.8 °C above the normal at the national level and thus the year 2022 was the warmest ever so far. There was 86 % as much precipitation as the average for the period 1981–2010, and sunny weather was 14 % more than normal.

The mean annual temperature exceeded the normal in the entire country, the anomaly was mostly between 1.5 and 2 °C.

The anomaly was slightly smaller in the northeast of Slovenia and Rateče. In some measuring stations in the hills of western and central Slovenia, the anomaly slightly exceeded 2 °C. At the national average, only two months in 2022 were colder than normal, namely March and April, the average temperature in September was equal to normal, and the other nine months were warmer than normal.



Foto R.R. COLUCCI

Intracloud lightnings in Krvavi Potok (Slovenia) September 17th, 2022
Fulmine nube-nube a Krvavi Potok (Slovenia) il 17 settembre 2022

The third warmest June so far, which was 3.7 °C warmer than normal, and October with the anomaly of 3.3 °C stood out. All four seasons were warmer than normal.

Most of the precipitation fell in the Julian Alps and in the area of the Trnovska planota, where the precipitation in some places exceeded 2100 mm. In the vast majority of the country, between 900 and 1,500 mm of precipitation fell. The least rainfall occurred on the Coast, the north-east of the country, Koroška and Krško-Brežiško polje, where precipitation was less than 900 mm. Precipitation was less than usual in the vast majority of the country, but there were also a few sites where precipitation exceeded the normal, especially in Bela Krajina and a few smaller areas in the central part of the country and in the Štajerska region.

In most of the territory, there was a precipitation deficit of up to 20 %, bigger deficit was in some places in western and northern Slovenia and part of Notranjska.

Winter, spring and summer, which was the third driest, were drier than usual. Only autumn was wetter than normal. Only three months in 2022 were wetter than normal, namely April, September and December. March stood out as the driest, and there was also a severe lack of precipitation in October.

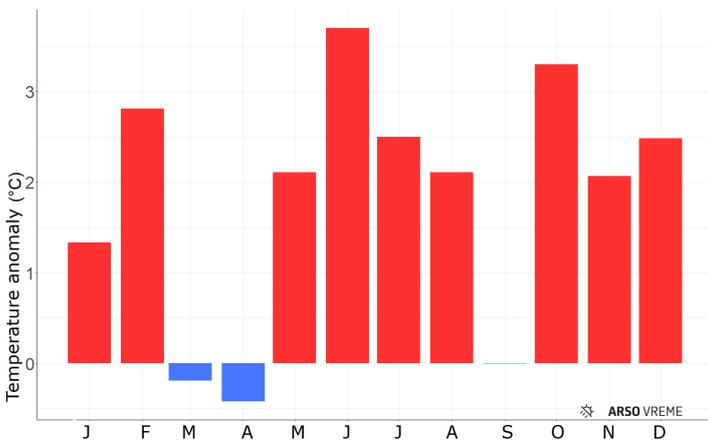


Figure 1 - Mean monthly temperature anomaly in 2022, reference period 1981-2010.

Figura 1 - Anomalia temperature mensili nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010.

There was more sunny weather than normal everywhere. In the vast majority of Slovenia, the normal was exceeded by 10 to 20 %. There was a smaller anomaly in Pomurje and in the mountains. Only four months were less sunny than usual, namely August, September, November and December. The other eight months were sunnier than normal, with a large anomaly in January and March.

Among the seasons, winter and spring contributed the most to above-average sunshine, but also summer and autumn were sunnier than usual, autumn only slightly.

On Kredarica, the snow cover was present for 255 days, on 2 May it reached 245 cm. The snow cover in the mountains has melted in May or at the beginning of June. There were 130 days with snow cover reported in Rateče, the maximum thickness was 75 cm observed on 6 January. Modest snow cover was also reported in the lowlands.

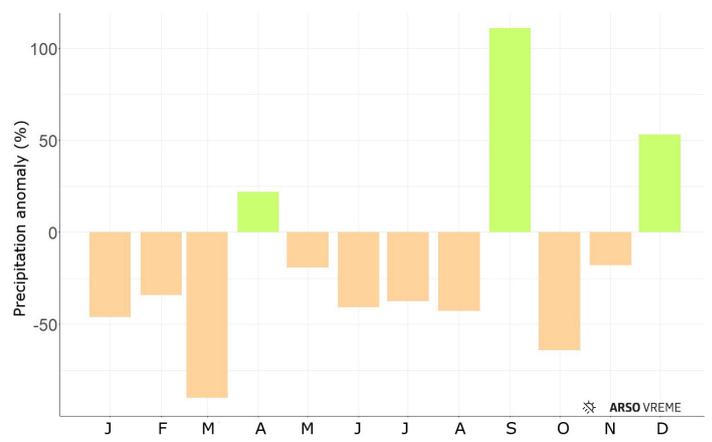
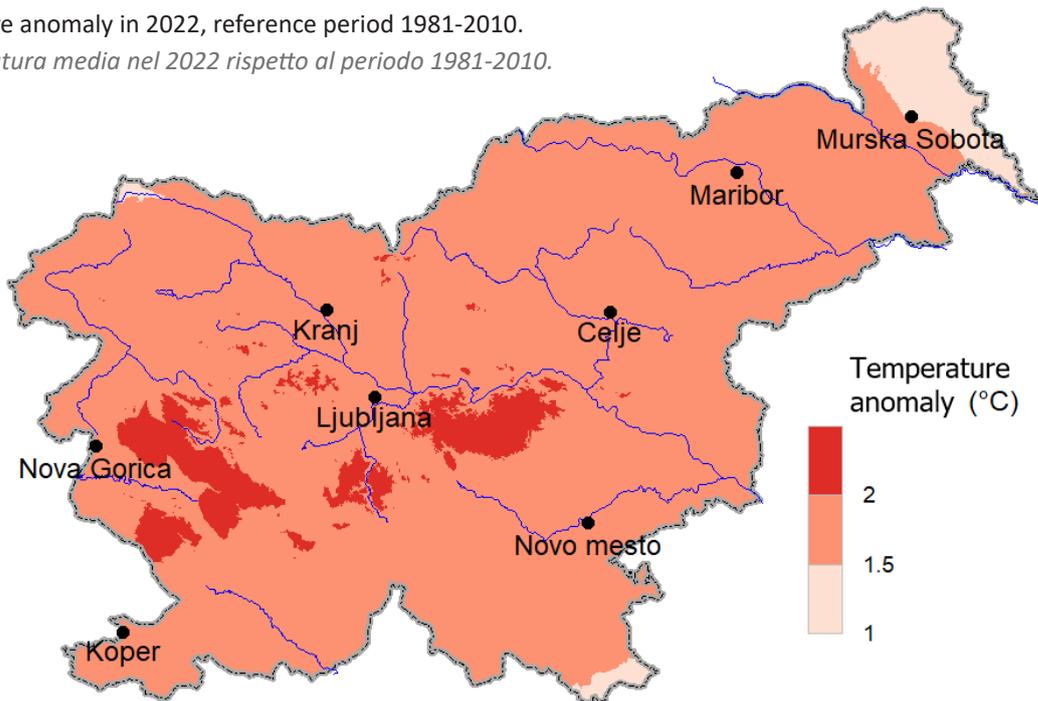


Figure 2 - Monthly precipitation anomaly in 2022 in %, reference period 1981-2010.

Figura 2 - Anomalia precipitazioni mensili nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010 (%).

Figure 3 - Mean air temperature anomaly in 2022, reference period 1981-2010.

Figura 3 - Anomalia di temperatura media nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010.



Temperature

Figure 4 - Mean air temperature anomaly in 2022, reference period 1981-2010.

Figura 4 - Anomalia di temperatura media nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010.

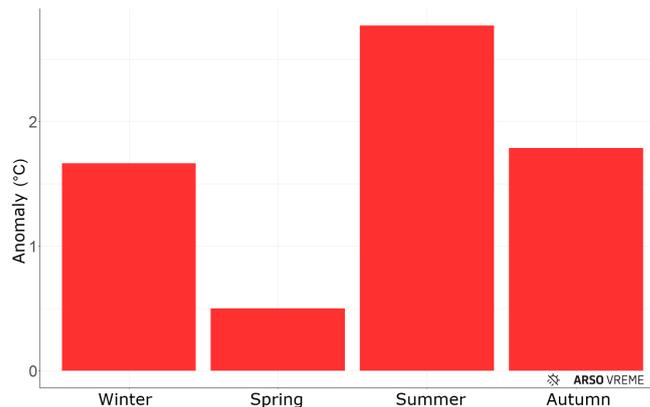


Figure 5 - Mean air temperature anomaly in 2022, reference period 1981-2010.

Figura 5 - Anomalia di temperatura media nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010.

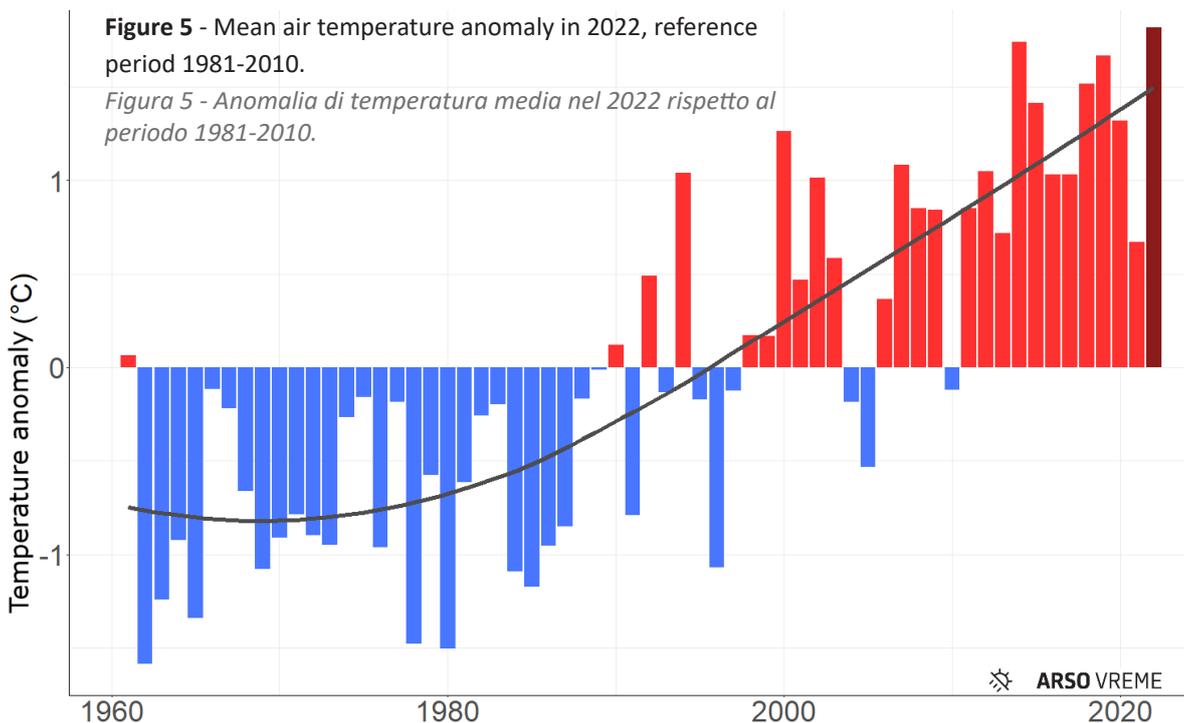
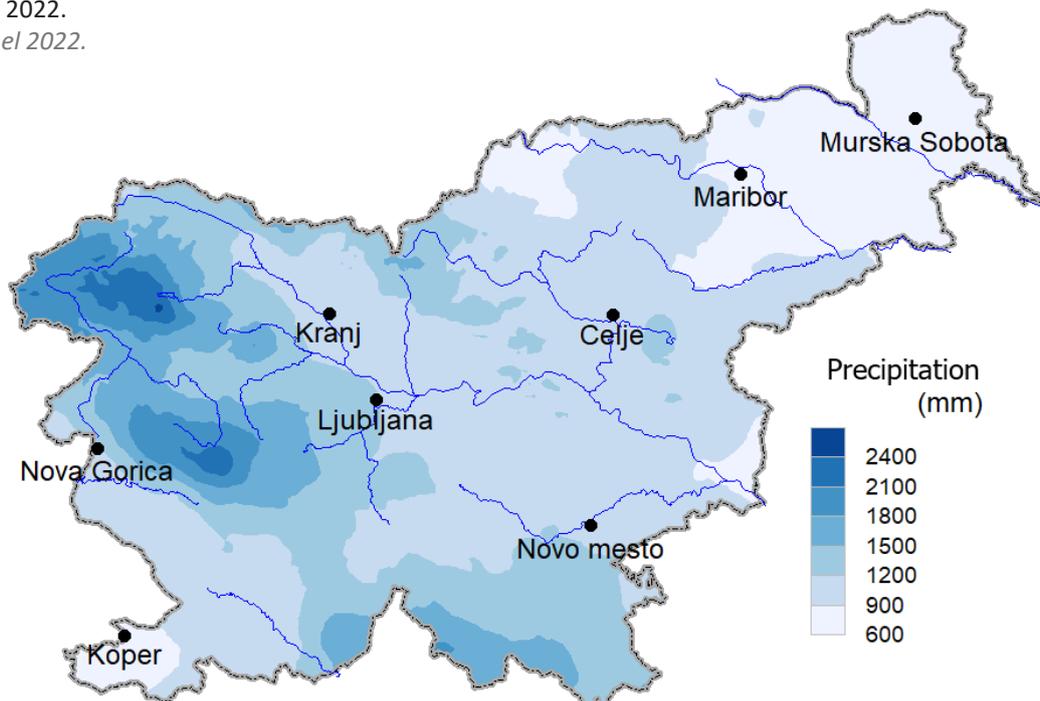


Figure 6 - Precipitation in 2022.
Figura 6 - Precipitazioni nel 2022.



Precipitation

Figure 7 - Mean air temperature anomaly in 2022, reference period 1981-2010.
Figura 7 - Anomalia di temperatura media nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010.

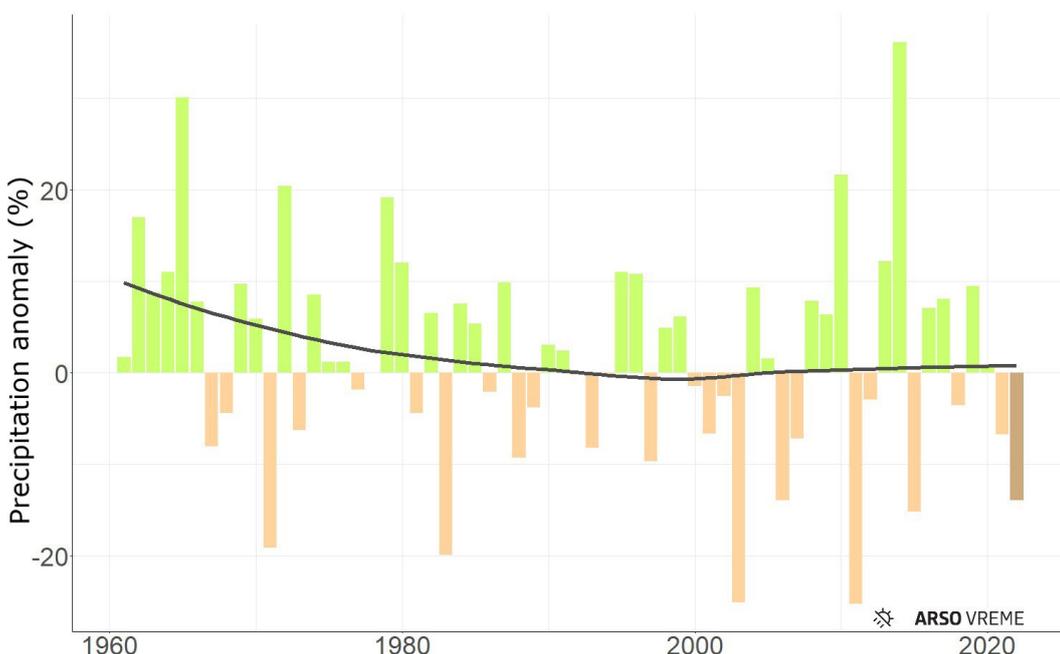
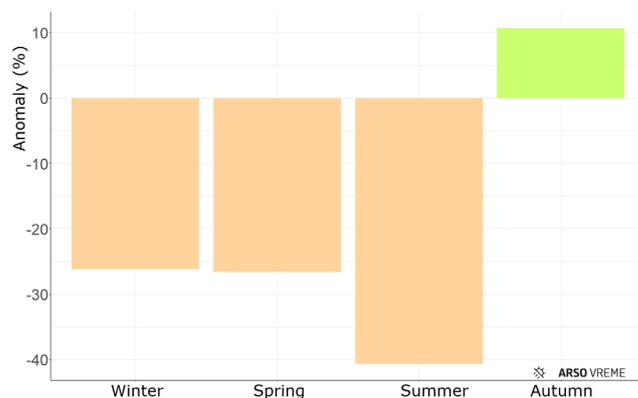


Figure 8 - Precipitation in 2022 compared to precipitation reference period 1981-2010 in %.
Figura 8 - Precipitazioni nel 2022 rispetto alla media 1981-2010 (%).

Figure 9 - Precipitation in 2022 compared to precipitation reference period 1981-2010 in %.
Figura 9 - Precipitazioni nel 2022 rispetto alla media 1981-2010 (%).

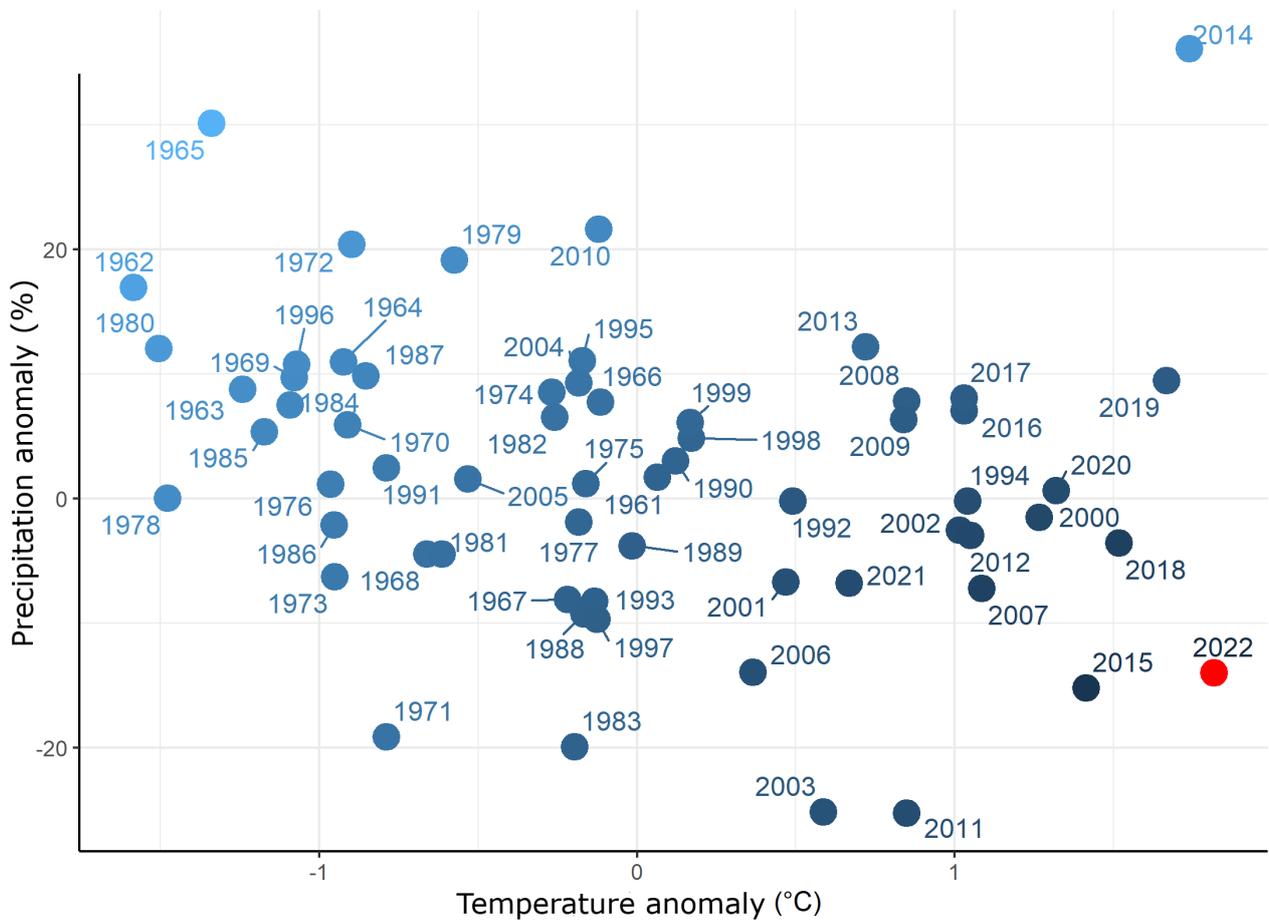
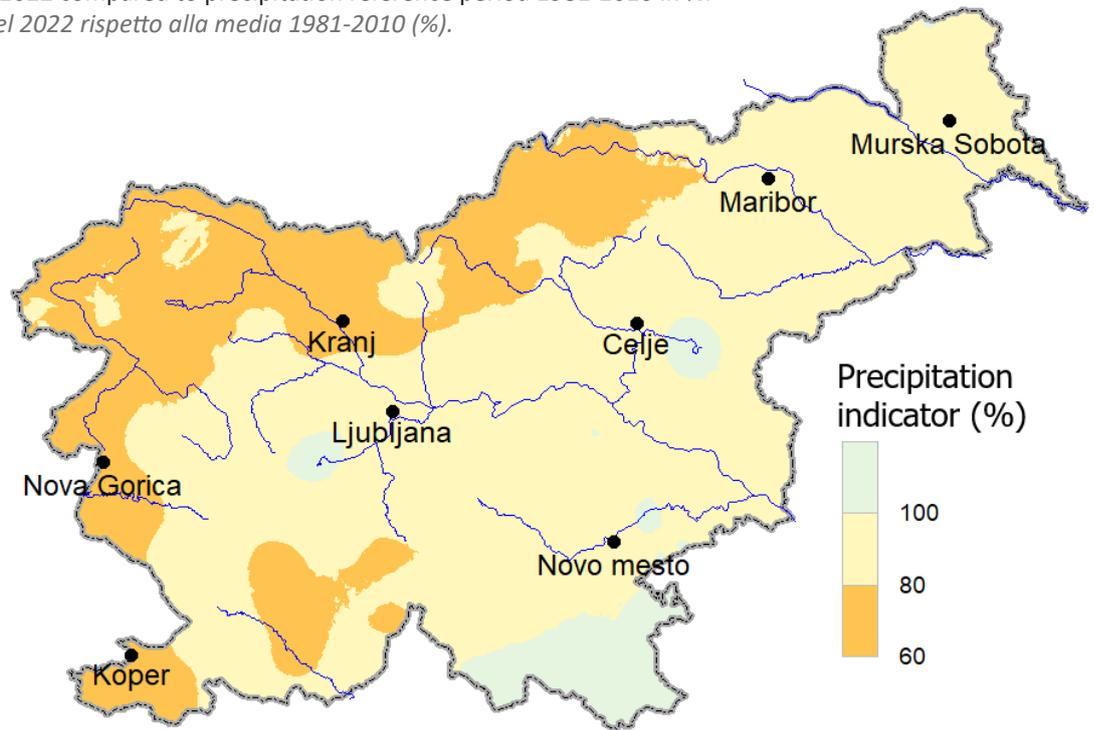


Figure 10 - Mean air temperature anomaly in 2022, reference period 1981-2010.
Figura 10 - Anomalia di temperatura media nel 2022 rispetto al periodo 1981-2010.

Sunshine

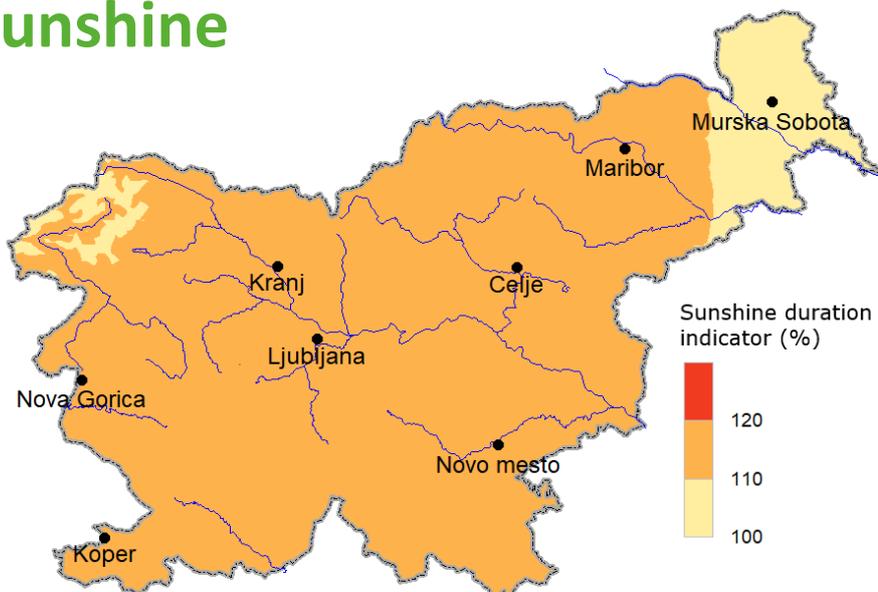


Figure 11 - Sunshine duration anomaly in 2022.

Figura 11 - Anomalia dei giorni di sole nel 2022.

Snow

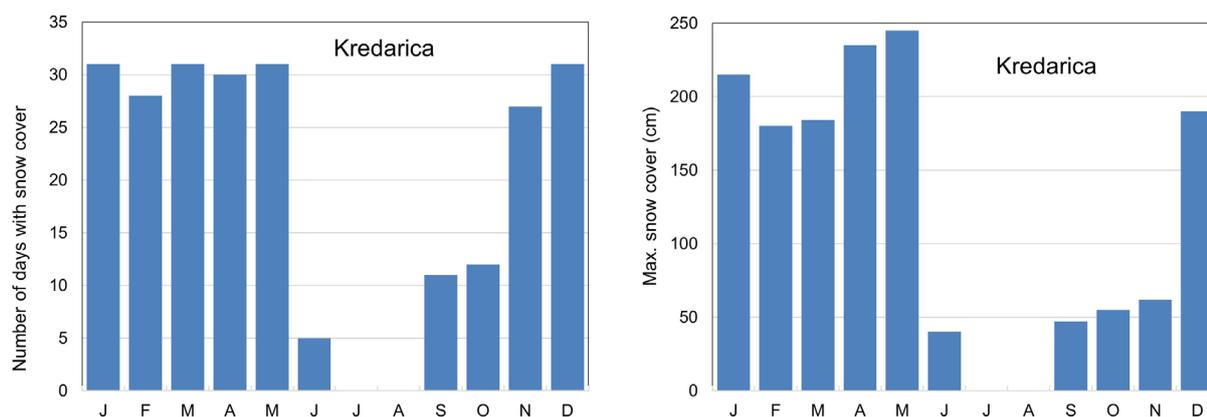


Figure 8 - Number of days with snow cover (left) and maximum snow cover (right) at Kredarica.

Figura 8 - Numero di giorni con copertura nevosa (sinistra) e spessore massimo copertura nevosa (destra) alla Kredarica.

Abstract ITA

Report meteorologico Slovenia 2022

Nel 2022 la Slovenia ha vissuto l'anno più caldo mai registrato, con una temperatura media di 1.8 °C superiore alla norma. L'intero Paese ha registrato temperature al di sopra della media, comprese tra 1.5 e 2.0 °C, ad eccezione del nord-est e di Rateče che hanno registrato anomalie leggermente inferiori. La maggior parte dei mesi è stata più calda del solito, ad eccezione di marzo e aprile. Giugno e ottobre si sono distinti come eccezionalmente caldi, con anomalie di 3.7 °C e 3.3 °C, rispettivamente. Tutte e quattro le stagioni sono state più calde del normale. Le precipitazioni sono state inferiori alla media nella maggior parte del Paese, con le Alpi Giulie e la Selva di Ternova che hanno ricevuto il maggior numero di precipitazioni. Tuttavia, alcune aree della Bela Krajina, della Slovenia centrale e della regione della Štajerska hanno registrato precipitazioni superiori alla media. L'inverno, la primavera e l'estate sono stati più secchi del solito, mentre l'autunno è stato più umido. Nel complesso, la quantità di sole è stata elevata, superando i livelli normali del 10-20% nella maggior parte della Slovenia. Solo quattro mesi hanno avuto meno sole del solito. La copertura nevosa è rimasta sulle montagne fino a maggio o all'inizio di giugno, con quantità significative segnalate a Kredarica e Rateče.

Carinthia weather report

Year 2022

BY CHRISTIAN STEFAN
Geosphere Austria



Mild winter on the mountains - mostly dry

January and February were mainly dry. The total precipitation was mainly caused by only two events. On the 5th of January heavy snowfall in the Villach region led to many trees falling down. In the Mölltal valley, less than 20 % of the normal precipitation fell in January. The climate mean temperature was exceeded by 3 degrees in January and by 2 degrees in February at medium altitudes. Winter as a whole was (after a cold December) clearly too mild (by 1 to 2 degrees) in the middle altitudes, while it was slightly too cool and often foggy in the lowlands. On the mountains the sun was shining 10 to 20 % longer than normal. Overall, it was often much too dry, especially in Upper Carinthia but also in the southern parts of the country up to 50 % below the average, only around the Gurktaler Alps fell more precipitation than normal.

Spring at first a little too cold

The mostly too dry winter was followed by an almost precipitation-free March. In the Mölltal valley, not even 15 % of the mean precipitation was reached. High-pressure situations with colder air masses from northeast led to a third more sunshine than usual. April was a rather changeable month with average amounts of precipitation. On the mountains it snowed more than normal. Despite a very mild phase in mid-April with even one summer day, it remained too cool. Like March, April was about 1 degree cooler than the climate mean.

Confluence area of the stream Arriacherbach into the stream Afritzerbach - destroyed "Kelag power plant Arriach" due to the heavy thunderstorms of June 28-29. Source: © WLV Gebietsbauleitung Kärnten Nordost.

Area di confluenza del torrente Arriacherbach nel torrente Afritzerbach - distrutta la Centrale elettrica "Kelag di Arriach" a causa dei forti temporali del 28-29 giugno. Fonte: © WLV Gebietsbauleitung Kärnten Nordost.

Catastrophic storms in the Gegendtal valley

In July, the extreme hot high-pressure weather initially continued, with some heavy thunderstorms also forming. An almost three-week heat wave began after mid-July. Overall, it was about 2 degrees warmer than the climate mean, in Klagenfurt the previous record from 2015 was equaled. In most regions it remained far too dry with often around 50 % of the average. The extreme dry weather also continued in August with a rain deficit in the southeast of the country of up to 40 %. Only around the Nockberge mountains it was wetter than normal. It was about 1 degree warmer than the climate average. On the 5th, the highest temperature of the year, 37.2 degrees, was recorded in the Lavanttal valley. In the hot and increasingly unstable air some severe thunderstorms were developing. The summer as a whole, about 2 degrees warmer than the climate average, was in some places the warmest since records began. 40 hot days were counted in Ferlach (on average 22 days). In the mountains, the high temperatures caused the winter snow cover to disappear extremely early. It was also one of the driest summers on record. Despite some very intense storm events, most regions received significantly less rain than normal (only 60 to 70 % in the east); in Klagenfurt, only the summer 2013 was drier in the last 90 years.



Figure 1 - Village center of Treffen, below the bridge of the main road over the stream Pöllingerbach - boulder deposits of the stream Pöllingerbach due to the heavy thunderstorms of June 28-29. Source: © WLV Gebietsbauleitung Kärnten Nordost.

Figura 1 - Centro del villaggio di Treffen, sotto il ponte della strada principale sul torrente Pöllingerbach - depositi di massi del torrente Pöllingerbach dovuti ai forti temporali del 28-29 giugno. Fonte: © WLV Gebietsbauleitung Kärnten Nordost.

Figure 2 - Confluence area of the stream Arriacherbach into the stream Afritzerbach - destroyed "Kelag power plant Arriach" due to the heavy thunderstorms of June 28-29. Source: © WLV Gebietsbauleitung Kärnten Nordost.

Figura 2 - Area di confluenza del torrente Arriacherbach nel torrente Afritzerbach - distrutta la Centrale elettrica "Kelag di Arriach" a causa dei forti temporali del 28-29 giugno. Fonte: © WLV Gebietsbauleitung Kärnten Nordost.



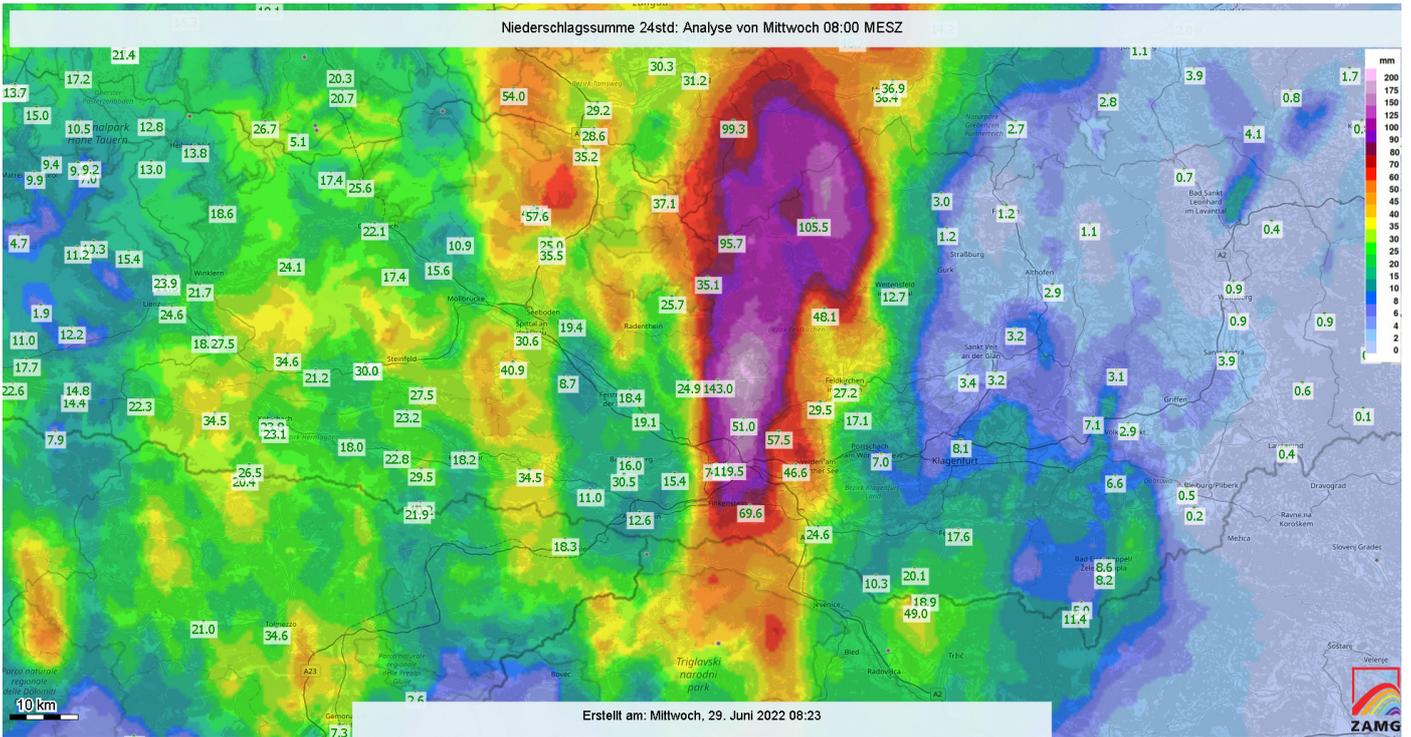


Figure 3 - 24-hour precipitation total in Carinthia from 28th June 8 a.m. to 29th June 8 a.m.; highest values reached up to 200 mm north of Villach. Source: INCA Analyses - GeoSphere Austria.
Figura 3 - da fare



Figure 4 - The “Kelag power plant Arriach”, opened in 1925, from a Google Street View image in September 2021. Source: © 2023 Google
Figura 4 - La Centrale elettrica “Kelag di Arriach”, inaugurata nel 1925, da un’immagine di Google Street View del settembre 2021. Fonte: © 2023 Google

Summer starts in mid May

May was also initially very unsettled with thundery showers and normal temperatures at first, but then hot summer weather up to 32 degrees set in. Overall, May was almost 2 degrees too warm. It rained often, however, the sum remained mostly below the average especially in the south with a

deficit of more than one third. On the 2nd of June severe thunderstorms with hail and gusts formed in the districts of St. Veit and Völkermarkt. This resulted in numerous firefighting operations and millions of euros worth of damage.

Overall, the monthly average was 2 to 3 degrees too warm. In Klagenfurt it was the second warmest June since measurements began (only 2019 was still 1 degree warmer). The sun was shining almost 20 % longer than normal. Precipitation from the Gurktal valley to the Karawanken often reached only 50 % of the nominal value (exception Völkermarkt with 50 % more than normal). In Upper Carinthia, the average was significantly exceeded. In Arriach 85 % more rain than normal fell.

One of the driest and hottest summer in history

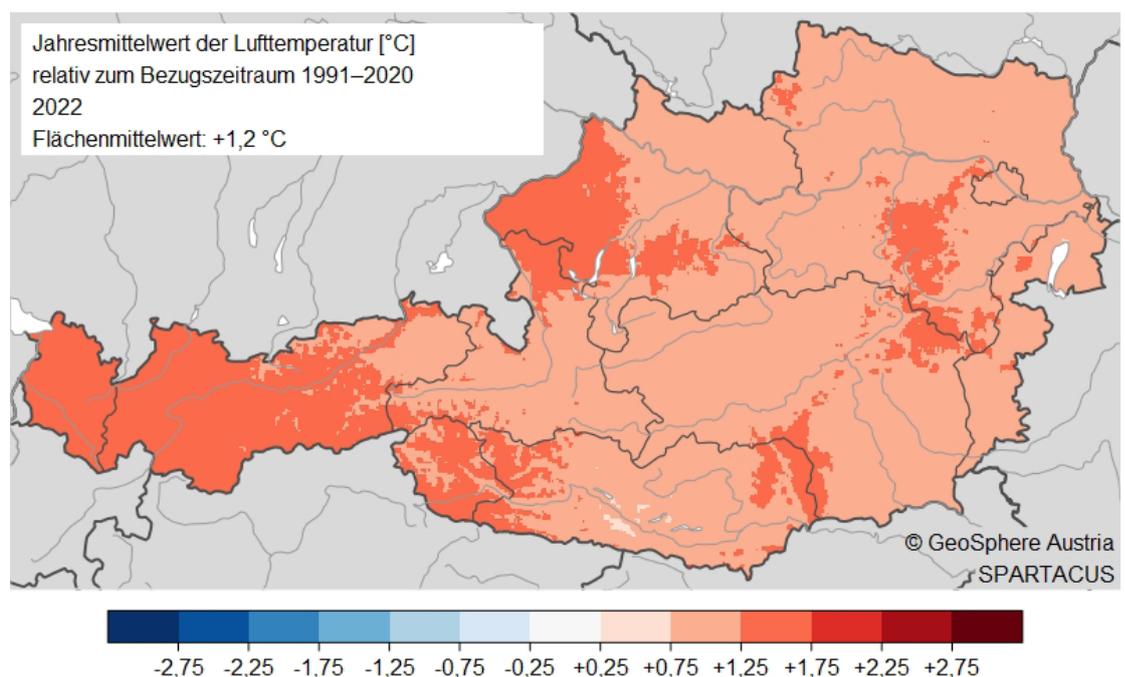
In July, the extreme hot high-pressure weather initially continued, with some heavy thunderstorms also forming. An almost three-week heat wave began after mid-July. Overall, it was about 2 degrees warmer than the climate mean, in Klagenfurt the previous record from 2015 was equaled. In most regions it remained far too dry with often around 50 % of the average. The extreme dry weather also continued in August with a rain deficit in the southeast of the country of up to 40 %.

Only around the Nockberge mountains it was wetter than normal. It was about 1 degree warmer than the climate average.

On the 5th, the highest temperature of the year, 37.2 degrees, was recorded in the Lavanttal valley. In the hot and increasingly unstable air some severe thunderstorms were developing. The summer as a whole, about 2 degrees warmer than the climate average, was in some places the warmest since records began. 40 hot days were counted in Ferlach (on average 22 days). In the mountains, the high temperatures caused the winter snow cover to disappear extremely early. It was also one of the driest summers on record. Despite some very intense storm events, most regions received significantly less rain than normal (only 60 to 70 % in the east); in Klagenfurt, only the summer 2013 was drier in the last 90 years.

Figure 5 - Temperature anomalies 2022 from mean values 1991–2020 in degrees Celsius. Source: Spartacus - Geosphere Austria.

Figura 5 - Anomalia di temperatura 2022 rispetto ai valori medi 1991-2020, in gradi Celsius. Fonte: Spartacus - Geosphere Austria



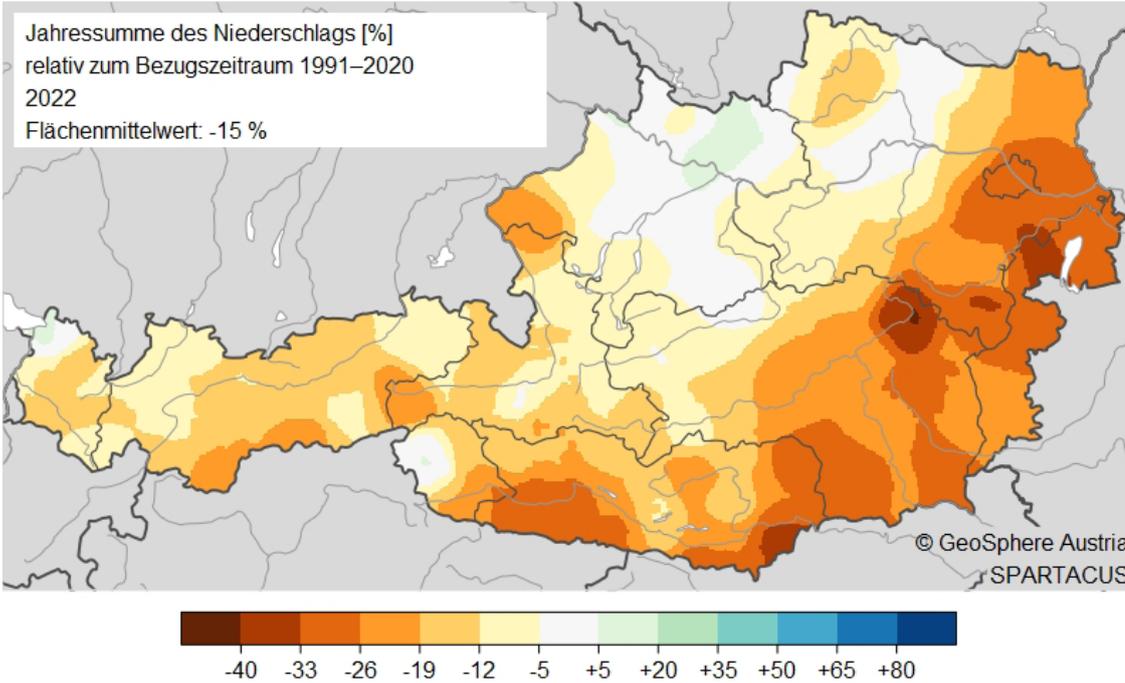


Figure 6 -Total precipitation 2022: percentage from mean values 1991-2020 (100 percent corresponds to the average climate value). Source: Spartacus - Geosphere Austria. *Figura 6 - Anomalia percentuale delle precipitazioni del 2021 rispetto ai valori medi 1991-2020 (il 100% corrisponde al valore climatico medio).* Fonte: Spartacus - Geosphere Austria.

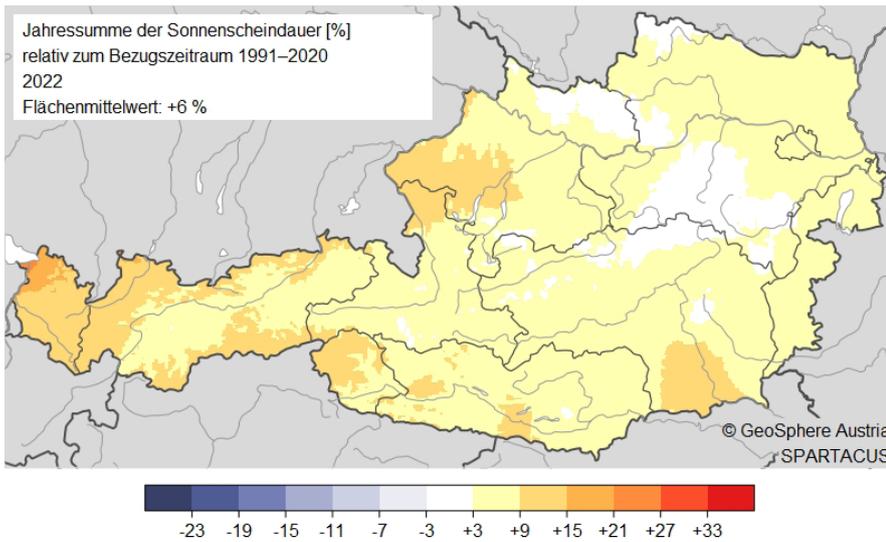
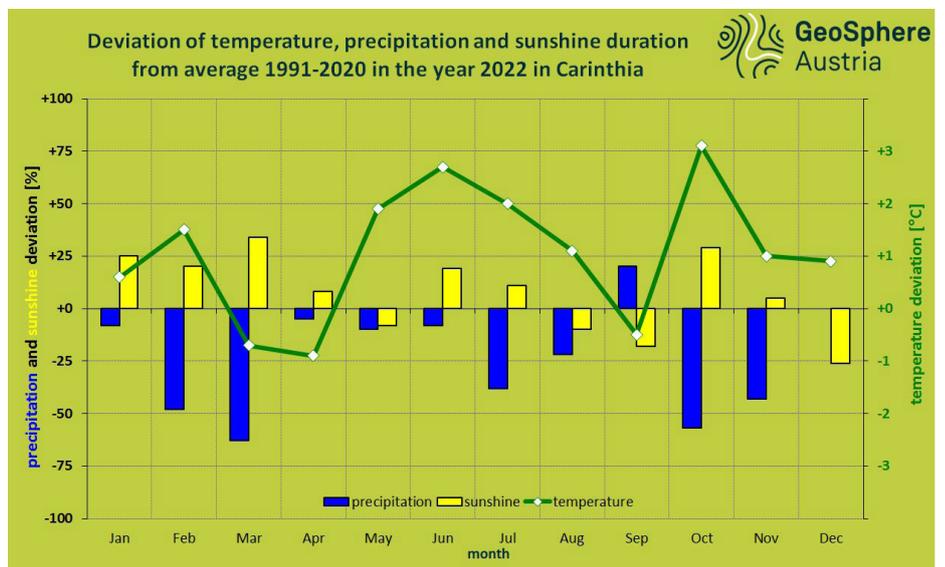


Figure 7 - Precipitation anomaly winter 2021/2022 shows more than three times values compared to climate average 1991-2020 in Upper Carinthia and East Tyrol. Source: Spartacus - Geosphere Austria. *Figura 7 - L' anomalia delle precipitazioni invernali 2021/2022 mostra come vi siano valori pari a tre volte la media climatica 1991-2020 in Alta Carinzia e Tirolo Orientale.* Fonte: Spartacus - Geosphere Austria.

Figure 8 - Monthly anomalies of temperature, precipitation and sunshine duration from average 1991-2020 in the year 2022 averaged over Carinthia. Source: GeoSphere Austria, Regional Office Carinthia. *Figura 8 -Anomalia mensili di temperatura, precipitazioni e durata del soleggiamento dalla media 1991-2020 all'anno 2022 in media sulla Carinzia.* Fonte: GeoSphere Austria, Ufficio regionale della Carinzia.



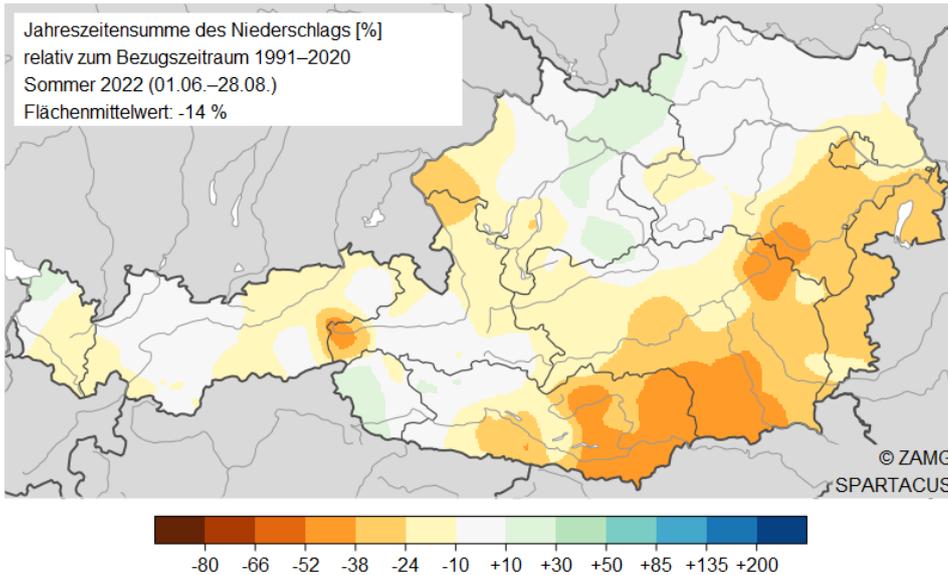


Figure 9 - Total precipitation summer 2022 in Austria (June 1 to August 28): percentage of mean values 1991–2020 (100 percent corresponds to the average climate value). Source: Spartacus – GeoSphere Austria. *Figura 9 - Precipitazioni totali estate 2022 in Austria (dal 1° giugno al 28 agosto): percentuale dei valori medi 1991-2020 (il 100% corrisponde al valore climatico medio). Fonte: Spartacus - GeoSphere Austria.*

Figure 10 - Uprooted trees in the area of bathing lake St. Andrä due to the severe storm front on August 18. Source: © ORF Carinthia.

Figura 10 - Alberi sradicati nell'area del lago balneabile di St. Andrä a causa del forte fronte temporalesco del 18 agosto. Fonte: © ORF Carinzia.



Devastating storm front on August 18th

A low pressure trough approached over Western Europe, an upper level low developed and gradually shifted over the western Mediterranean to the Gulf of Genoa. In addition to strong wind shear, lifting processes occurred on the front side, resulting in increased storm potential in the unstable air. A line of thunderstorms developed in the western Mediterranean region, which moved over Corsica and Italy further over Austria. First thunderstorms passed through Carinthia already in the morning and around noon, but had only minor effects. In the afternoon, another line of thunderstorms came from Italy. The thunderstorms intensified the further they came to the east, and the associated squalls also increased very quickly. In Lower Carinthia it was again very hot during the day (33 degrees) before the squall front from southwest led to rapid formation of thunderstorms, some of which were accompanied by extremely strong gusts above 100 km/h (Neumarkt just north of the border to Styria even 139 km/h). In the Lavanttal valley, the storm damage was most extreme; in St. Andrä, several people were badly injured by falling trees at a bathing lake, and two children died. Due to the storm damage, there were 590 fire department operations. Fallen trees also caused damage to power lines. 20,000 households were temporarily affected by power outages. The highway and rail traffic were also temporarily disrupted.

Cool and wet September very mild and dry October

Mostly dry and sunny summer weather continues during the first September week. Then cold fronts brought slow cooling during the month with widespread rain. The second half of the month was much cooler (morning frost on the 22nd). Overall, September was about 0.5 degrees too cool and the sunshine showed a deficit of almost 20 %. Precipitation was mostly above average; in the Klagenfurt basin it rained 50 to 70 % more. October was often the second warmest (after 1966) or even the warmest (Villacher Alpe and Kanzelhöhe) since measurements began. It was almost 3 degrees warmer than climate mean. In addition, there were 20 to 30 % more sunshine hours. Most of the time it stayed dry. Overall, only 20 to 70 % of the average rain sum fell.

First snow in November and persistent stratus clouds

November starts with temperatures above 20 degrees. Afterwards, it was somewhat cooler, but high pressure again prevailed. The weather continued to be changeable but still a bit too mild and partly sunny. Especially in the Klagenfurt basin, however, stratus persisted for some time. On the 22nd, an Italian low brought intense precipitation, especially to the south of Carinthia, and the snow line dropped to low elevations. Overall, however, only 50 to 70 % of the normal precipitation fell, in the northwest often not even a third. Temperatures were about 1 degree above the climate mean. December started quite unsettled, with snowfall temporarily down to some valleys and high pressure weather in between. The lowlands of Lower Carinthia, however, remained partially negatively affected by often persistent low stratus clouds. The lowest temperature of the year with -18.1 degrees was recorded in Hermagor. The second half of the month dry weather dominated. The precipitation total was similar to the climate mean. Overall, it was mostly too mild by almost 1 degree. There was far too little sunshine. In Klagenfurt, only one third of the normal sunshine hours were recorded due to persistent fog and low stratus.

Abstract ITA Report meteorologico Carinzia 2022

La Carinzia, in Austria, ha vissuto un anno caratterizzato da condizioni meteorologiche estreme. Gennaio e febbraio sono stati secchi, con forti neviccate nella regione di Villach che hanno causato danni agli alberi, mentre la valle Mölltal ha ricevuto precipitazioni minime. L'inverno è stato mite alle medie altitudini, ma più fresco e nebbioso in pianura. Nel complesso, la regione ha sofferto condizioni di siccità, soprattutto nell'Alta Carinzia e nel sud, con precipitazioni significativamente inferiori alla media. L'estate è stata eccezionalmente calda e secca, con alcune aree che hanno registrato le temperature più calde mai registrate. A giugno si sono verificati forti temporali, con grandinate e forti raffiche di vento, con conseguenti danni ingenti. I mesi di novembre e dicembre sono stati caratterizzati da temperature miti, tempo variabile e ore di sole inferiori alla media, con novembre caratterizzato da scarse precipitazioni e dicembre da periodi di neviccate e periodi di siccità.

Il 2022 sul Carso

Gli osservatori storici del Carso costiero

A cura di **RENATO R. COLUCCI**

Istituto di Scienze Polari (CNR) & Società Meteorologica Alpino-Adriatica

L'altipiano carsico costiero si estende per una trentina di chilometri in direzione NW-SE indicativamente tra le località di Duino e Medeazza a nord e quelle di Dolina e Grozzana a sud. Per descrivere l'andamento meteorologico del 2022 ci affidiamo ai dati raccolti da due osservatori storici posti al centro di questa direttrice: quello di Borgo Grotta Gigante-Briščkiki (che indicheremo con l'abbreviazione BGG) in Comune di Sgonico-Zgonik e quello di Col (toponimo in lingua slovena che si legge Zol con pronuncia della lettera "z" sonora) in comune di Monrupino-Repentabor. I due siti soddisfano uno degli obiettivi primari che si pone la SMA-A, ossia lo studio del clima e delle sue variazioni, con particolare riguardo al recupero degli archivi storici di dati ed alla valorizzazione e salvaguardia degli osservatori storici (Art.3 comma b dello statuto).

Foto **R.R. COLUCCI**

Dopo diversi mesi con precipitazioni molto scarse, alla fine Agosto porta piogge normali sul Carso costiero. Qui una cella temporalesca in movimento nord-sud il 21 agosto è il preludio a quello che poi sarà il mese di settembre più piovoso almeno degli ultimi cinquant'anni

After several months of poor precipitation, August eventually brings average rainfalls over the coastal Karsts. Here a storm cell moving north-south on August 21 is the prelude to the rainiest month of September at least in the last fifty years.



La stazione meteorologica di BGG (figura 1a) sorge a 276 m di quota, al centro della direttrice NW-SE dell'altipiano carsico e più o meno a metà distanza tra la linea di costa e lo spartiacque collinare di confine tra Italia e Slovenia. Quest'ultimo è rappresentato dal massiccio del Monte Lanaro-Volnik (545 m), seguendo la direttrice SW-NE ortogonale alla linea di costa. L'impianto della strumentazione risale al 1966 e la raccolta dati inizia ufficialmente il giorno 1 gennaio 1967. Da allora la raccolta dei dati non ha mai subito interruzioni ed il sito rappresenta la serie di dati meteorologici omogenea e continua più lunga per l'altipiano carsico, e tra quelle recenti una delle più lunghe dell'intero territorio geografico del Friuli Venezia Giulia. La peculiarità del sito osservativo è quella di mantenere attiva ancora oggi, a fianco delle moderne centraline di acquisizione automatica, la parte strumentale meccanico-analogica tradizionale. Gli strumenti per la misura di temperatura e umidità sono collocati all'interno di una capanna meteorologica tradizionale in legno di larice verniciato di bianco a doppia grigliatura per annullare gli effetti della radiazione solare sugli strumenti (*Stevenson Screen*; Figura 1b). Questi fattori distinguono il sito osservativo da una classica stazione meteorologica, permettendo di classificarlo come osservatorio climatologico. Per la maggior parte dei parametri osservati funzionano infatti almeno due strumenti in parallelo per garantire la continuazione della serie storica e ridurre al minimo, o annullare, le perdite di dati. L'affiancamento della strumentazione automatica digitale avviene nel 2007.

La stazione meteorologica di Col (figura 1a) sorge a 418 m di quota all'interno del *Tabor* (rocca fortificata) di Monrupino, luogo caratterizzato da una storia più che millenaria. Il colle sorge isolato e svetta di poco più di un centinaio di metri dall'altitudine media dell'altipiano circostante, rendendolo un sito particolarmente significativo dal punto di vista meteorologico, trovandosi quasi sempre al di sopra delle inversioni termiche. Gli strumenti per la misura di temperatura e umidità sono collocati all'interno di uno *Stevenson Screen* del tutto simile a quello di BGG (Figura 1c). La stazione fu installata negli anni '70 del secolo scorso a cura dell'Istituto Talassografico di Trieste, ora Istituto di Scienze Marine del CNR (ISMAR). Funzionò prima regolarmente, poi l'acquisizione fu interrotta e ripresa in differenti periodi, in particolare tra gli anni '90 e 2000. A dicembre 2018 il sito osservativo è stato restaurato e ripristinato e da allora la raccolta dati è garantita dalla Società Meteorologica Alpino-Adriatica (SMA-A) grazie ad un accordo di cooperazione tra la SMA-A e l'ISMAR stesso.

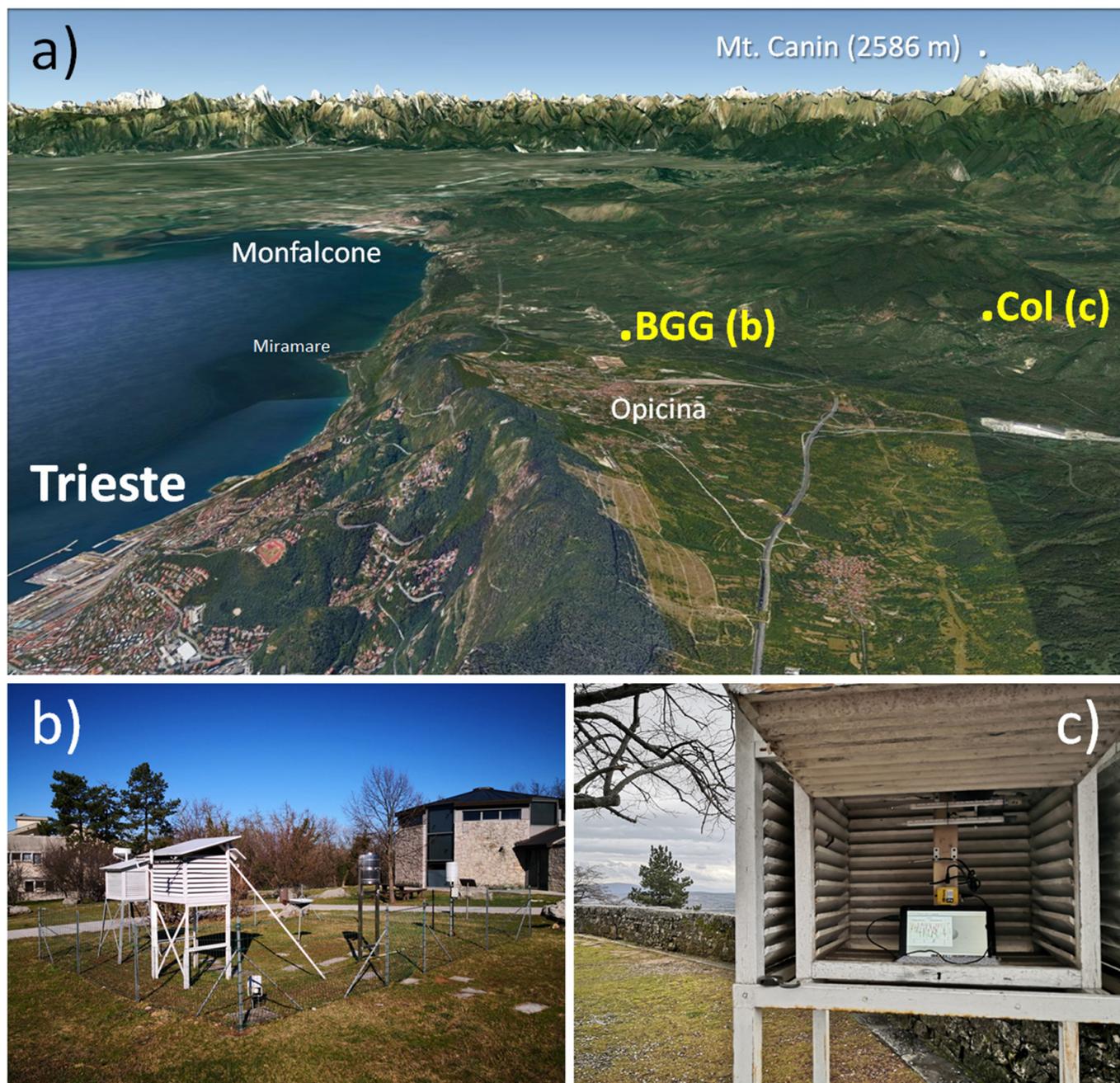


Figura 1 - La posizione dei due siti osservativi storici dell'altipiano carsico costiero (a) a Borgo Grotta Gigante (BGG; b) ed al tabor di Col (c). In particolare in c) si nota il sistema a doppia persiana che permette la libera circolazione dell'aria e la massima schermatura della radiazione solare.

Figure 1 - The two historical weather observatories of the coastal Karst plateau (a) in Borgo Grotta Gigante (BGG; b) and on the tabor of Col (c). In particular in c) we note the double shutter system which allows free circulation of air and maximum shielding from solar radiation.

Dati e strumentazione

I dati presentati in questo resoconto sono quelli di temperatura dell'aria (AT), umidità relativa (RH) e precipitazioni (P). Per la temperatura dell'aria e l'umidità relativa a BGG sono in funzione un termometro a minima ad alcool ed un termometro a massima a mercurio di tipo tradizionale con risoluzione 0.2°C ed accuratezza $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

Abbinato a questi è in funzione un termoigrografo a orologeria con carica settimanale a lamina bimetallica (AT) e a capelli (RH) con risoluzione 1.0°C (AT) e 5% (RH) ed accuratezza $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ e (AT) e $\pm 3\%$ (RH). Una sonda PT100 (risoluzione 0.03°C ed accuratezza $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$) ed un trasduttore capacitivo (risoluzione 0.01 ed accuratezza $\pm 2\%$) SIAP-Micros® misurano rispettivamente AT e RH ogni minuto.

Da dicembre 2022 un data logger Tynytag® accoppiato ad una sonda multi-parametrica AT (risoluzione 0.01°C e accuratezza $\pm 0.35^\circ\text{C}$) ed RH (risoluzione 0.3% e accuratezza $\pm 3\%$) con acquisizione dei valori estremi in ogni intervallo di cinque minuti completa il back-up dei dati.

A Col sono in funzione una coppia di termometri a minima ed a massima di tipo tradizionale come a BGG con risoluzione 0.2°C ed accuratezza $\pm 0.1^\circ\text{C}$ assieme ad un data logger Tynytag® identico a quello in funzione a BGG. Tutti i sensori sono installati all'interno degli *Stevenson screen* (Figura 1b e 1c). Le precipitazioni sono misurate solamente a BGG, anche in questo caso con strumentazione ridondante.

Ai dati raccolti da un pluviometro SIAP-Micros® a vaschetta basculante con area di raccolta di 200 cm² e dotato di riscaldatore per le precipitazioni solide, si aggiungono quelli rilevati da un pluviografo a vaschetta basculante ad orologeria con carica settimanale, entrambe con risoluzione 0.2 mm. I dati raccolti sono corretti da un pluviometro manuale con bocca da 500 cm² controllato giornalmente dal personale della stazione meteorologica. I dati di temperatura e precipitazione riportati in questo report, possono differire da quelli reperibili nell'archivio pubblico disponibile ad esempio sul portale web OSMER in quanto gli errori derivanti da eventuali starature strumentali o malfunzionamenti sono stati corretti ed eliminati.

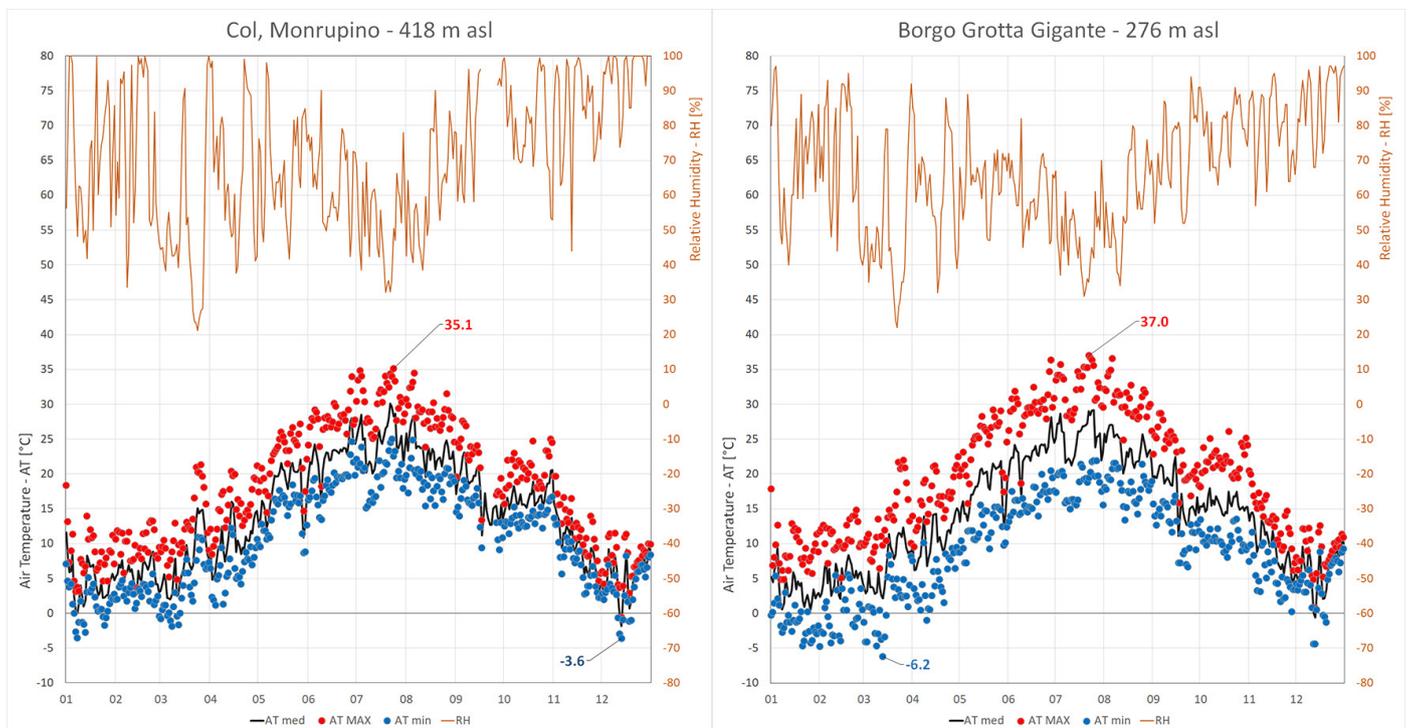


Figura 2 - Temperatura media (linea nera) ed estremi (pallini blu e rossi) giornalieri, umidità relativa (linea arancione) ai siti di BGG e Col nel corso del 2022. In evidenza gli estremi assoluti annuali della temperatura.

Figure 2 - Daily mean temperature (black line) and extremes (blue and red dots), relative humidity (orange line) in BGG and Col in 2022. Annual temperature extremes highlighted.

Temperatura e umidità nel 2022

L'andamento giornaliero delle temperature e dell'umidità relativa sono riassunti in Tabella 1 ed in Figura 2. In tabella 1 sono riportati sia le medie mensili dedotte dai dati orari (colonna AT hh mean evidenziata in rosso) sia quelle dedotte dalla semi-somma degli estremi giornalieri (colonna AT (m+M)/2). Questo doppio approccio, apparentemente ridondante, è stato usato

in particolare per confrontare i dati del 2022 con quelli climatologici del trentennio 1971-2000 non essendo ancora stata completata l'elaborazione dei dati orari di tutta la serie. Si può constatare, dal confronto con la colonna dei dati orari, come generalmente questi siano mediamente di 2-3 decimi inferiori rispetto alle medie ottenute dagli estremi giornalieri. Solo nel caso di giugno la temperatura media oraria mensile risulta superiore di 0.1°C a BGG, ma non a Col.

A BGG dieci dei dodici mesi del 2022 risultano più caldi del normale, e di questi 7 in maniera significativa essendo superiori ad 1 σ (σ =deviazione standard). Eccezionalmente caldi i mesi di giugno, luglio ed ottobre con anomalie rispettivamente di 3.7 σ , 2.6 σ e 2.5 σ . Le medie mensili ed annuale risultano di qualche decimo inferiori a BGG rispetto a Col nonostante la differenza di 142 m di quota presupporrebbe una temperatura inferiore di 0.9°C

rispetto a BGG (gradiente medio ambientale 0.65°C ogni 100 metri di quota in più). Questa apparente anomalia è facilmente spiegabile considerando l'effetto delle inversioni termiche che portano le temperature minime notturne a BGG a valori nettamente inferiori rispetto a quelle che si registrano a Col. Prevalentemente inferiori a Col, invece, le temperature massime diurne.

| 2022 | BGG | | | | | | | Col | | | | | | |
|----------|------------|-----------------------|----------|------------|--------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|---------|------------|------------|--------|--------|
| | AT (m+M)/2 | climatology 1971-2000 | Δ | AT hh mean | AT min | AT MAX | P tot | climatology 1971-2000 | % 2022 vs climatology | P ddMAX | AT (m+M)/2 | AT hh mean | AT min | AT MAX |
| Jan | 3.9 | 3.3 ± 1.6 | + 0.6 | 3.5 | -4.7 | 17.9 | 19.7 | 89.7 | 22 | 9.0 | 4.8 | 4.5 | -3.5 | 18.4 |
| Feb | 5.5 | 4.3 ± 1.8 | + 1.2 | 5.2 | -4.8 | 14.9 | 33.3 | 71.8 | 46 | 9.8 | 6.3 | 5.9 | -0.4 | 13.3 |
| Mar | 7.3 | 7.3 ± 1.8 | 0.0 | 6.9 | -6.2 | 22.0 | 54.5 | 88.0 | 62 | 51.5 | 8.0 | 7.4 | -1.9 | 21.3 |
| Apr | 10.8 | 10.7 ± 1.0 | + 0.1 | 10.7 | -1.0 | 22.5 | 13.9 | 111.8 | 12 | 10.7 | 10.9 | 10.3 | 1.2 | 21.2 |
| May | 18.0 | 15.4 ± 1.5 | + 2.6 | 17.9 | 7.2 | 29.2 | 39.4 | 116.5 | 34 | 13.7 | 18.1 | 17.7 | 8.6 | 27.2 |
| Jun | 22.9 | 18.8 ± 1.1 | + 4.1 | 23.0 | 13.2 | 36.4 | 46.0 | 129.6 | 35 | 14.7 | 23.1 | 22.8 | 13.4 | 34.0 |
| Jul | 25.6 | 21.7 ± 1.5 | + 3.9 | 25.3 | 15.0 | 37.0 | 33.6 | 83.4 | 40 | 12.1 | 25.3 | 24.9 | 15.1 | 35.1 |
| Aug | 24.4 | 21.9 ± 1.6 | + 2.5 | 23.8 | 13.4 | 36.6 | 103.8 | 107.9 | 96 | 26.4 | 24.0 | 23.4 | 15.4 | 34.5 |
| Sep | 17.5 | 17.7 ± 1.7 | - 0.2 | 17.3 | 6.6 | 28.7 | 520.7 | 125.7 | 414 | 135.1 | 17.3 | 17.2 | 9.1 | 27.6 |
| Oct | 16.3 | 13.0 ± 1.3 | + 3.3 | 15.6 | 8.1 | 26.1 | 37.9 | 154.7 | 24 | 22.4 | 17.2 | 16.7 | 11.5 | 25.0 |
| Nov | 9.6 | 7.7 ± 1.4 | + 1.9 | 9.5 | 0.2 | 20.5 | 80.5 | 142.5 | 56 | 16.5 | 9.8 | 9.5 | 2.2 | 19.7 |
| Dec | 6.4 | 4.4 ± 1.1 | + 2.0 | 6.2 | -4.4 | 12.6 | 235.0 | 120.5 | 195 | 71.5 | 5.5 | 5.3 | -3.6 | 11.5 |
| mean/tot | 14.0 | 12.3 ± 0.6 | + 1.7 | 13.7 | | | 1218.3 | 1342.1 | 90.8 | | 14.2 | 13.8 | | |
| min | 3.9 | 3.3 | | 3.5 | -6.2 | | 13.9 | | | | | 4.5 | -3.6 | |
| MAX | 25.6 | 21.9 | | 25.3 | | 37.0 | 520.7 | | | | | 24.9 | | 35.1 |

Tabella 1 - Riassunto mensile ed annuale dei dati di temperatura e precipitazione registrati a BGG e Col. Da sinistra a destra: [BGG] AT(m+M)/2, temperatura media mensile/annua calcolata come semisomma degli estremi giornalieri; climatologia normale 1971-2000; Δ , differenza tra il 2022 e la climatologia 1971-2000; AT hh mean, temperatura media mensile/annua calcolata dai dati orari; AT min, temperatura minima assoluta mensile/annua; AT MAX, temperatura massima assoluta mensile/annua; P tot, precipitazioni totali mensili/annua; climatologia 1971-2000; %2022 vs climatologia, percentuale precipitazioni totali rispetto alla climatologia 1971-2000; P ddMAX, valore massimo giornaliero di precipitazione; [Col] come per [BGG].

Table 1 - Monthly and annual temperature and precipitation summary recorded in BGG and Col. From left to right: [BGG] AT(m+M)/2, monthly/annual mean temperature as average of daily extremes; climatology 1971-2000; Δ , difference between year 2022 and 1971-2000 climatology; AT hh mean, mean monthly/annual air temperature as average of hourly data; AT min, lowest monthly/annual temperature; AT MAX, highest monthly/annual temperature; P tot, monthly/annual total precipitation; climatology 1971-2000; %2022 vs climatologia, total precipitation percentage compared to 1971-2000 climatology; P ddMAX, highest daily total precipitation; [Col] as for [BGG].

In Figura 3a sono riportate le medie ed i valori estremi mensili registrati nelle due stazioni. Nei grafici sotto (Figura 3b e 3c), gli andamenti delle temperature orarie nei mesi di gennaio e luglio. Si nota come, generalmente, le temperature minime notturne a BGG siano inferiori di anche più di 5°C in condizioni di inversione termica (con cielo non coperto e vento debole), mentre le massime giornaliere beneficiano del fattore quota sia in inverno sia, più marcatamente, in estate risultando più fresche a Col. Ciò influisce sulla marcata differenza di escursione termica nei due siti osservativi (Figura 4).

BGG nel 2022 presenta escursione termica generalmente molto marcata con valori prossimi ai 14°C di differenza tra gli estremi giornalieri in estate e di 5-12 °C durante il trimestre invernale. Col, pur seguendo il medesimo ciclo annuale, presenta valori ridotti a 4-9 °C durante l'inverno ma maggiori e pari a 8-10°C durante il trimestre estivo. I valori massimi estremi di escursione termica giornaliera si sono verificati il 25 marzo con 18.7°C ed il 9 aprile con 16.1°C rispettivamente a BGG e Col, i minimi estremi di 1.4°C e 1.3°C il 23 e 26 dicembre.

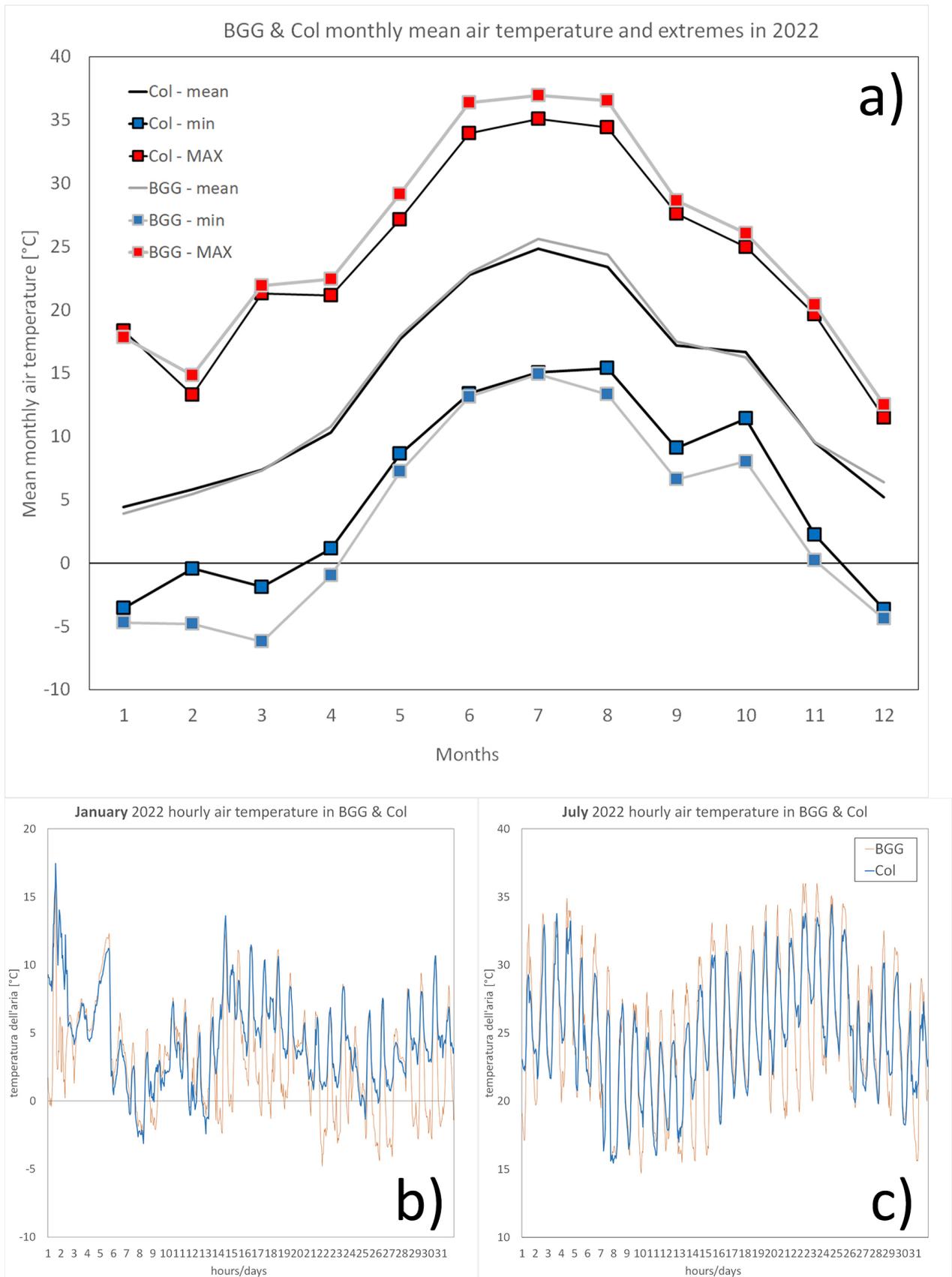


Figura 3 - Confronto fra le temperature medie mensili e gli estremi mensili di BGG e Col (a) e delle temperature orarie nei mesi di gennaio (b) e luglio (c) di BGG (linea arancione) e Col (blu).

Figure 3 - Comparison between mean monthly air temperature and extremes in BGG and Col (a) and hourly air temperatures in January (b) and July (c) in BGG (orange line) and Col (blue line).

La temperatura minima assoluta di -6.2°C , superiore di 1.8°C al valore annuo normale, si è inconsuetamente verificata a BGG il 13 marzo, mentre a Col si sono toccati i -3.6 il 13 dicembre. Le giornate con temperatura minima sotto lo zero sono state 52 a BGG e 22 a Col, 2 a BGG le giornate con media giornaliera inferiore o uguale a 0°C . Solo a Col il 13 dicembre con una massima giornaliera di -0.6°C si è registrata una giornata di ghiaccio, ossia con il termometro che non sale mai al di sopra della soglia 0°C per l'intera giornata. La massima assoluta di 37.0°C , superiore di 3.1°C al valore annuo normale, è stata registrata a BGG il 22 luglio, mentre si sono raggiunti i 35.1°C il 24 luglio a Col. Sono 52, quasi il quadruplo del normale, le giornate con massima superiore a 30°C a BGG e 30 a Col, rispettivamente 10 e 1 quelle con massima superiore ai 35°C . Le notti tropicali, ossia le giornate in cui la temperatura minima notturna non scende al di sotto della soglia 20°C , sono state 16 a BGG ben 31 a Col. Nel periodo di riferimento 1971-2000 le notti tropicali a BGG non superavano in media i due giorni all'anno.

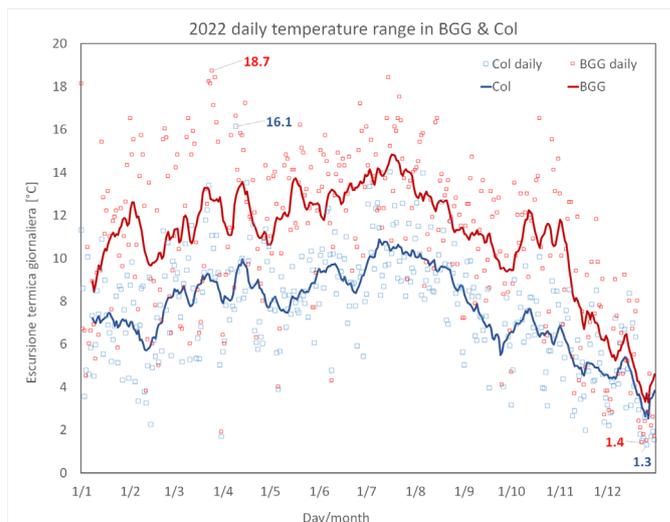


Figura 4 - Escursione termica giornaliera a Col e BGG. Le linee rossa e blu sono una media mobile centrata di periodo 15 giorni.
 Figure 4 - Daily thermal excursion in Col e BGG. The blue and red lines represent a 15 days centered running mean.

Il 2022 risulta l'anno più caldo della serie storica lunga 56 anni, assieme al 2014 ed al 2018. Le piccole differenze di qualche centesimo di grado con queste due annate sono inferiori all'accuratezza del dato (Figura 5). Per confronto con i dati di Trieste, che dispone di un archivio di 205 anni, **il 2022 rappresenta quindi l'anno più caldo da almeno 205 anni.**

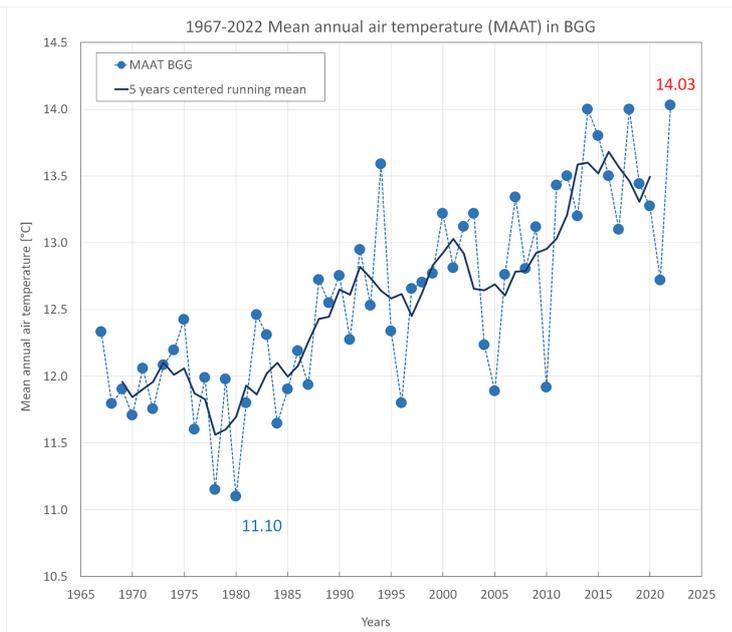
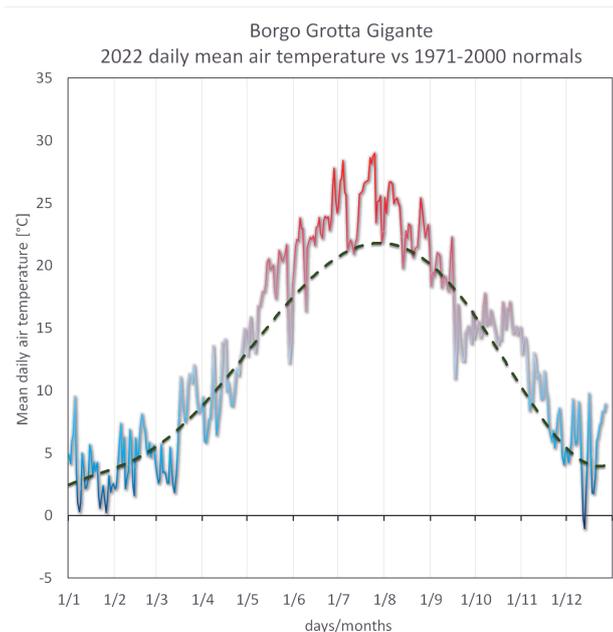


Figura 5 - Temperatura dell'aria a BGG: (a) Temperature medie giornaliere 2022 rispetto alla climatologia normale 1971-2000 (linea nera tratteggiata); (b) temperatura media annua (pallini blu) e media mobile centrata su 5 anni (linea nera)
 Figure 5 - Air temperature in BGG: (a) Mean daily air temperature in 2022 compared to the 1971-2000 climatology (dashed line); (b) mean annual air temperature (blue dots) and 5-years centered running mean (black line).

Precipitazioni nel 2022

Il 2022 ha visto una perdurante e lunga carenza di precipitazioni, in particolare nei primi 7 mesi dell'anno. Totali mensili inferiori al 50% del normale sono stati osservati da gennaio a luglio, con l'unica eccezione marzo che ha registrato il 62% del totale mensile normale con soli due giorni di pioggia e 54.5 mm di accumulo, 51.5 mm dei quali caduti nella sola giornata del 31 marzo (Tabella 1 e Figura 6).

Tale situazione è stata indotta da una perdurante anomalia positiva di pressione a tutte le quote centrata a sud delle isole britanniche ed estesa fino alla Francia ed il nord Italia (Figura 7). È la medesima anomalia di geopotenziale, associata a frequenti e perduranti situazioni di cielo sereno, venti deboli ed inversioni termiche, ad aver portato le elevate escursioni termiche giornaliere osservate nel primo semestre del 2022 (Figura 4). Il mese di agosto è l'unico a registrare una pluviometria normale (Figura 6), sia in termini dei totali accumulati sia in relazione al numero dei giorni piovosi che sono 12. Il mese con l'anomalia negativa maggiore è aprile che registra solo il 12% dell'accumulo totale normale, 13.9 mm invece dei 111.8 mm del periodo normale 1971-2000. Di fatto, il periodo dal 26 febbraio al 5 maggio ha visto solamente tre giorni con precipitazioni significative, dal 31 marzo al 2 aprile. Anche il mese di ottobre registra un'anomalia negativa molto marcata con solo il 24% della pioggia normale. Essendo il mese climaticamente più piovoso dell'anno, il deficit mensile in termini di millimetri caduti è il più alto dell'anno con 116.8 mm in meno. Nonostante la ricorsiva carenza di precipitazioni, il totale pluviometrico annuale 2022 si discosta solo del 9% dal totale annuo. Le precipitazioni complessive ammontano a 1218 mm rispetto ai 1342 mm normali (Tabella 1 e Figura 6).

Questa peculiarità è dovuta quasi esclusivamente all'eccezionale apporto di precipitazione osservato nel corso del mese di settembre. I 520.7 mm misurati sono il valore mensile più alto nel corso dei 56 anni di operatività della stazione non solo a settembre, ma rispetto a tutti i 672 mesi fin qui disponibili in archivio. Al contrario, i 13 giorni di pioggia risultano un dato normale. Questo aspetto descrive la tendenza recente che sembra veder aumentata la frequenza di precipitazioni intense concentrate in un numero inferiore di eventi piovosi.

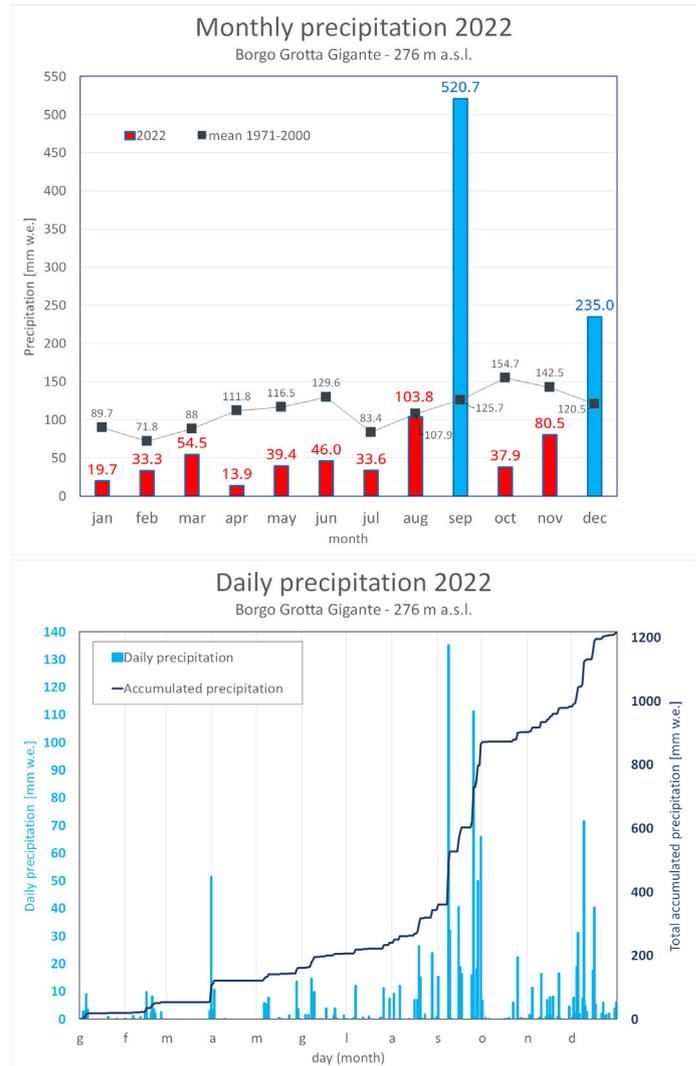


Figura 6 - Precipitazioni a BGG: (a) precipitazioni totali mensili rispetto alle precipitazioni medie annuali 1971-2000 (quadrati e linea nera), con le barre rosse e blu rispettivamente precipitazioni mensili minori e superiori alle medie; (b) precipitazioni giornaliere del 2022 e precipitazioni totali cumulate.

Figure 6 - Precipitation in BGG: (a) monthly total precipitation vs 1971-2000 mean annual precipitation (black squares and line), in red and blue bars respectively below and above average monthly precipitation; (b) 2022 daily precipitation and total accumulated precipitation.

Questa ipotesi andrà comunque eventualmente confermata in futuro completando la fase di rielaborazione del dataset. L'eccezionale piovosità di settembre è legata ad una importante anomalia negativa nei geopotenziali collocata tra l'Europa centrale ed orientale che ha portato a frequenti situazioni di flussi occidentali e sud-occidentali in particolare sul Carso. Nella carta delle anomalie di precipitazione mensili prodotta dall'Osservatorio Meteorologico regionale dell'ARPA si vede come il Carso sia l'area del FVG con i valori maggiori.

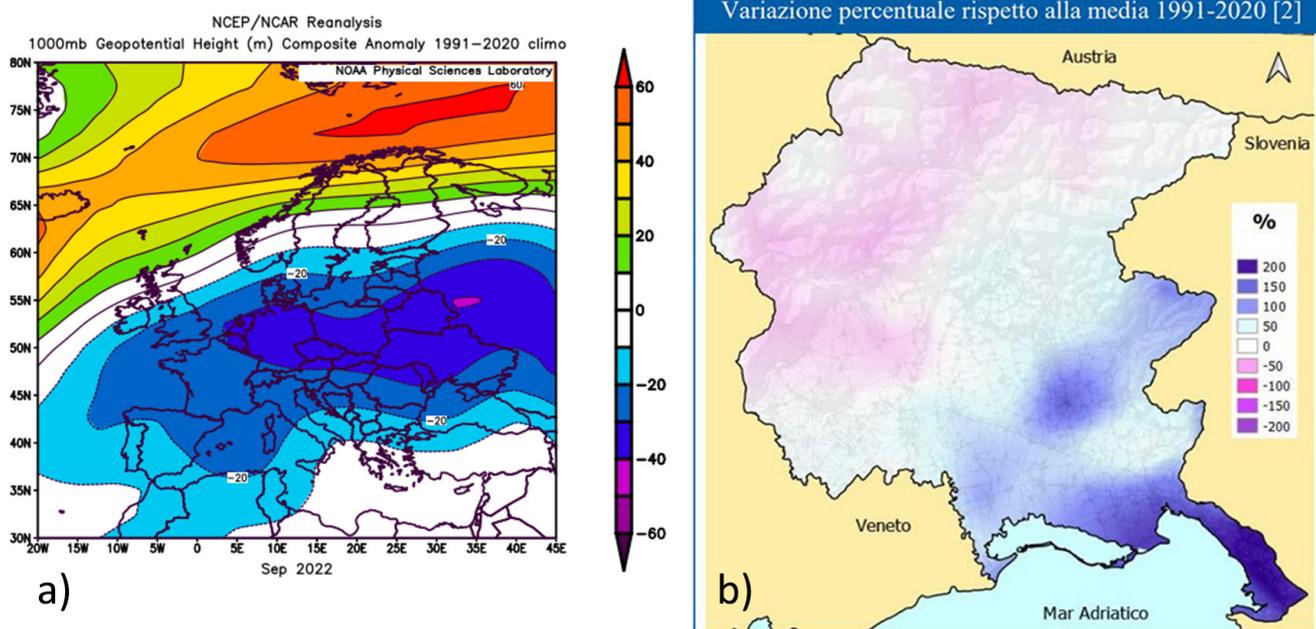


Figura 7 - Anomalie di geopotenziale a 1000 hPa e precipitazioni settembre 2022 vs climatologia 1991-2020: (a) campi delle anomalie di altezza geopotenziale al suolo nel mese di settembre 2022 grazie a Climate Plotting and Analysis Tools by NOAA; (b) carta della variazione percentuale delle precipitazioni sul FVG nel settembre 2022 grazie al Report Settembre 2022 edito da meteo.fvg.

Figure 7 - 1000 hPa Geopotential height and precipitation anomalies in September 2022 vs 1991-2020 climatology: (a) Geopotential height anomalies in September 2022 thanks to the Climate Plotting and Analysis Tools by NOAA; (b) Map of precipitation percentage variations over the FVG Region in September 2022 thanks to meteo FVG report September 2022.

L'8 e 25 settembre si superano i 100 mm giornalieri con rispettivamente 135.1 mm e 111.3 mm. L'8 settembre in particolare, il moto di una linea di instabilità in spostamento da ovest verso est si blocca in corrispondenza del confine occidentale del FVG, innescando una serie di temporali autorigeneranti a forma di "V" (V-shaped) tra le Lagune di Grado e Marano. Il flusso alle quote medie a circa 90 km/h da SW ha interagito con un flusso da ENE nei primi 600 m circa di troposfera. La convergenza al suolo tra le correnti orientali e la corrente fresca al suolo generata dai moti verticali in discesa indotti dalle precipitazioni del temporale, ha portato le celle temporalesche a rigenerarsi di continuo.

Anche il mese di dicembre risulta molto piovoso con un totale pluviometrico quasi doppio rispetto al normale (Tabella 1 e Figura pioggia). In questo caso però anche i giorni di pioggia risultano significativi con 21 giorni piovosi su 31. Precipitazioni particolarmente abbondanti il 9 ed il 16 con rispettivamente 71.5 mm e 40.4 mm. Complessivamente a BGG si registrano 135 gg di pioggia/neve nel corso del 2022, di cui 5 giorni con quantitativi superiori ai > 50 mm e 2 giorni con più di 100 mm.

Molto scarse rispetto alla climatologia le precipitazioni nevose, in particolare perché la quota neve, nei pochi eventi nevosi osservati, risulta sempre piuttosto elevata. Il 2022 si chiude a BGG con nessun accumulo nevoso al suolo e con solo qualche sporadica fioccata. Il 21 febbraio una intensa, ma breve, precipitazione nevosa interessa solo le quote superiori ai 600 m con un velo al suolo osservato solamente sulla cima del Monte Cocusso-Kokoš (673 m). Una nevicata tardiva il 9 aprile porta rispettivamente 1 cm e 3 cm nelle località di Pesek (465 m) e Grozzana (520 m), con 6 cm misurati sulla cima del Monte Cocusso-Kokoš. La nevicata più significativa interessa la parte centro-meridionale del Carso l'11 dicembre con 8 cm di accumulo a Pesek, 10 cm a Grozzana e 15 cm sulla cima del Monte Cocusso-Kokoš. Complessivamente, quindi, si totalizzano rispettivamente 0 cm, 9 cm e 14 cm a BGG, Pesek e Grozzana. Dal 2004 la Società Meteorologica Alpino-Adriatica (prima UMFVG) monitora gli accumuli nevosi in questi 3 siti del Carso. I valori medi dedotti dai dati fin qui raccolti in questi 19 anni sono pari a 21 cm di neve totale a BGG, 36 cm a Pesek e 44 cm a Grozzana.

A BGG, dove la neve viene monitorata dall'istituzione del sito osservativo nel 1967, la media del periodo 1971-2000, per omogeneità dei dati commentati in questo resoconto, è di 25 cm di neve all'anno distribuita su 6.3 giorni nevosi.

Nel trentennio 1991-2020 i cm di neve all'anno si sono ridotti a 19 distribuiti su 6.1 giorni nevosi. Negli ultimi 10 anni (2013-2022), la media annua si è ridotta a 15 cm di neve distribuiti su 3.9 giorni nevosi.



Figura 8 - L'8 dicembre 2022 forte Bora interessa le Alpi Dinariche e le coste dell'Adriatico orientale. Nell'immagine la classica nube orografica del Monnte Nanos (1312 m asl) è particolarmente luminosa grazie alla contemporanea presenza della Luna piena. La luce arancione al centro è il ripetitore televisivo.

Figure 8 - On December 8th, 2022 strong Bora wind affect the Dynaric Alps and the Adriatic coasts. In the image the typical orographic cloud of Mount Nanos (1312 m asl) is particularly bright thanks to the contemporary presence of full Moon. The orange light in the middle is the repeater antenna.

Abstract ENG

Weather report from Coastal Karst, 2022

We present data of two historical weather observatory located in the coastal Karst, spreading about 30 km along a NW-SE transect between the villages of Duino-Medeazza in the north sector, and Dolina-Grozzana in the south: the Borgo Grotta Gigante-Briščiki (BGG) and Col. Air temperature, relative humidity and precipitation are discussed, as well as peculiar events. Mean annual air temperature in BGG and Col was rispctively 14.0°C and 14.2°C against a normal 1971-2000 climatology of 12.3 °C. Therefore, 2022 is the warmest year ever recorded since the beginning of observation sin BGG started in 1967. Making comparison with Trieste town data, 2022 represents the warmest year since at least 205 years. The greatest anomalies have been detected in June, July and October with respectively 3.7, 2.6 and 2.5 standard deviation. Temperature extremes were -6.2 and 37.0 in BGG, and -3.6 and 35.1 in Col. Precipitation in BGG were below average 9 months over 12, with only September and December above average. Particularly, September with 520.7 mm represents the highest monthly precipitation total ever recorded over 672 months (starting in January 1967). Snow in 2022 was ephemeral. Total snow accumulation accounts for 0 cm in BGG, 9 cm in Pesek and 14 cm in Grozzana. Since 2004 the Alpine-Adriatic Meteorological Society is monitoring daily snow accumulation in these 3 sites. Normal values recorded in the last 19 years account for 21 cm, 36 cm and 44 cm.

Livello e temperatura del mare nel 2022

A cura di **FABIO RAICICH**

Istituto di Scienze Marine (CNR) & Società Meteorologica Alpino-Adriatica

e **RENATO R. COLUCCI**

Istituto di Scienze Polari (CNR) & Società Meteorologica Alpino-Adriatica

Foto R.R. COLUCCI

Una cella temporalesca sul mare si muove in direzione dell'area di Sistiana-Duino, devastata da settimane di incendi boschivi. Il fumo degli incendi, spinto da Bora leggera al suolo, è visibile all'orizzonte nella parte destra dell'immagine.

A storm cell over the sea is moving towards the area of Sistiana-Duino, devastated by several weeks of woods fires. The smoke of the fire, pushed by weak Bora on the ground, is visible on the horizon, in the right portion of the image

Trieste, 2022

Presentiamo il riassunto degli andamenti del livello marino e della temperatura del mare, osservati a Trieste durante il 2022, grazie alle medie giornaliere e mensili. Il livello è misurato (in cm) rispetto allo Zero Istituto Talassografico (ZIT) presso il Molo Sartorio; la temperatura del mare è misurata (in °C) a 2 m di profondità presso il Molo Fratelli Bandiera. Le medie giornaliere del livello marino e della temperatura del mare sono presentati in Figura 1. Fino ad agosto il livello marino è stato prevalentemente inferiore alla norma climatologica del 2001-2020. Il livello è stato particolarmente basso per quasi tutto il mese di marzo, in cui la pressione atmosferica è spesso stata superiore a 1030 hPa. Solo nella seconda decade di novembre e nella prima metà di dicembre il livello è stato significativamente più alto del valore normale (Figura 1a). L'andamento nei due mesi di fine anno è stato condizionato dalle ampie variazioni della pressione atmosferica, tra cui meritano menzione i +32 hPa dal 22 al 27 novembre e i +30 hPa dal 16 al 19 dicembre. Su base mensile da segnalare che il livello medio di marzo è stato ben 21 cm più basso della norma. Il livello medio annuo del 2022 è stato pari a 165.5 cm; benché si tratti del secondo valore più basso dell'ultimo decennio, è pur sempre superiore ai livelli medi annui osservati fino al 2000 (in Figura 2a la serie temporale dal 1946). Il massimo livello medio giornaliero è stato osservato il 22 novembre con 213 cm, in corrispondenza a pressione atmosferica di 995 hPa. Questo valore è di poco superiore al minimo dell'anno di 993 hPa, osservato il 31 marzo. Il 16 dicembre è stata invece registrata la massima anomalia dell'anno, pari a +39 cm rispetto al livello normale. Appena inferiore, cioè +38 cm, è l'anomalia del 22 novembre, quando è stata osservata una tracimazione, che ha raggiunto 308 cm cioè 30 cm sopra l'orlo del Molo Sartorio. Anche il giorno successivo si è verificata una tracimazione, con 285 cm ossia 7 cm sopra il molo. Il 22 marzo sono stati registrati sia il minimo livello medio giornaliero, con 124 cm, sia la massima anomalia negativa, con 39 cm sotto la norma climatologica. Questi si collocano nel periodo di pressione atmosferica persistentemente alta della seconda metà di marzo. La tracimazione del 22 novembre rappresenta il settimo evento più alto registrato dal 1875: in sequenza troviamo i 360 cm del 26 novembre 1969, i 320 cm del 25 febbraio 1879 e del 1 dicembre 2008,

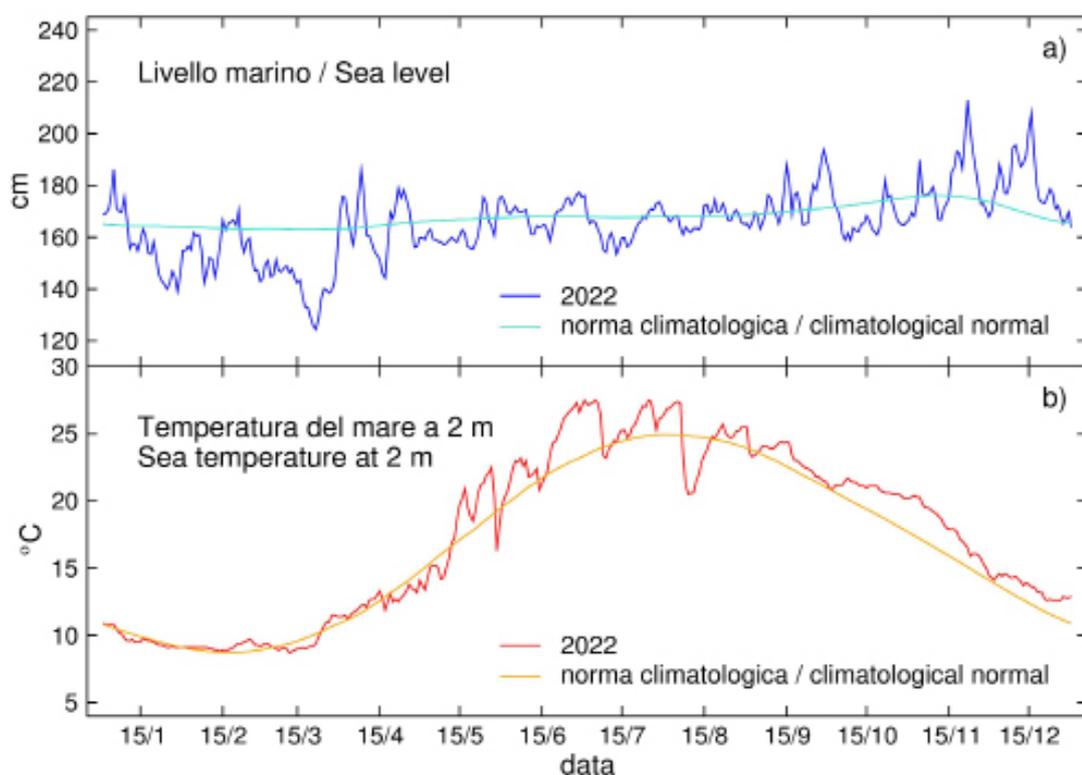
i 317 cm del 15 novembre 1910, i 316 cm del 12 novembre 2019 e i 313 cm del 27 novembre 1898. Benché alcuni tra gli eventi più intensi siano stati osservati alla fine del XIX e all'inizio del XX secolo, la frequenza delle tracimazioni è via via aumentata nel tempo seguendo l'andamento del livello medio del mare. Dal 1875 al 2009 sono stati osservati 49 eventi, pari a una frequenza media di 0.4 eventi all'anno, mentre dal 2010 in poi gli eventi sono stati 21, cioè 1.6 eventi all'anno, una frequenza quattro volte maggiore.

Nel 2022 la temperatura del mare è stata vicina ai valori climatologici del 2001-2020 fino alla metà di maggio. Come ormai frequentemente accade negli ultimi anni, già dalla fine di maggio si è assistito a un significativo riscaldamento del mare che, con l'eccezione di agosto, è rimasto generalmente più caldo della norma fino alla fine dell'anno. Questo è avvenuto specialmente in giugno, luglio, ottobre e novembre (Figura 1b). Degni di nota sono il periodo dal 23 giugno al 6 luglio, quando la temperatura è stata almeno 3.4 °C sopra la norma, così come quello dal 23 ottobre al 18 novembre, con almeno 2.0 °C sopra i valori climatologici.

La temperatura media annua è stata di 17.4 °C. Si tratta del terzo valore più alto mai registrato dopo i 17.5 °C del 2014 e del 2018 e del quinto anno consecutivo sopra i 17 °C (Figura 2b).

La temperatura media giornaliera più alta è stata osservata i giorni 1, 5 e 25 luglio con 27.5 °C. La massima anomalia positiva si è verificata il 28 giugno, quando la temperatura di 27.3 °C ha superato di 4.2 °C il valore climatologico.

La temperatura media giornaliera più bassa è stata registrata il 12 marzo con 8.7 °C, appena 0.7 °C sotto la norma. Come spesso accade le più grandi anomalie negative rispetto alla climatologia sono state registrate nella tarda primavera e in estate a causa dell'upwelling (richiamo di acqua più fredda dal fondo) indotto dalla Bora. Segnaliamo gli eventi del 29 maggio e del 9 agosto. Nel primo caso la temperatura ha toccato 16.3 °C, pari a 3.0 °C sotto la norma, dopo una diminuzione di 6.2 °C in due giorni; la Bora ha raggiunto una massima raffica di 105 km/h. Nel secondo, dopo una discesa di 6.8 °C in tre giorni, sono stati raggiunti i 20.3 °C, cioè 4.3 °C sotto il valore normale, che rappresenta la massima anomalia negativa dell'anno; in quell'occasione la Bora ha toccato gli 82 km/h.



I dati del livello marino e della pressione atmosferica provengono dall'archivio dell'Istituto di Scienze Marine di Trieste del Consiglio Nazionale delle Ricerche, quelli della temperatura del mare provengono dall'archivio dell'ARPA FVG – OSMER e GRN, che gli autori ringraziano.

Figura 1 - (a) Medie giornaliere del livello marino del 2022 (curva blu) e valori climatologici (celeste); (b) valori giornalieri della temperatura del mare del 2022 (curva rossa) e valori climatologici (arancione).

Figure 1 - (a) Daily averages of 2022 sea level (blue curve) and climatological values (light blue); (b) daily values of 2022 sea temperature (red curve) and climatological values (orange).

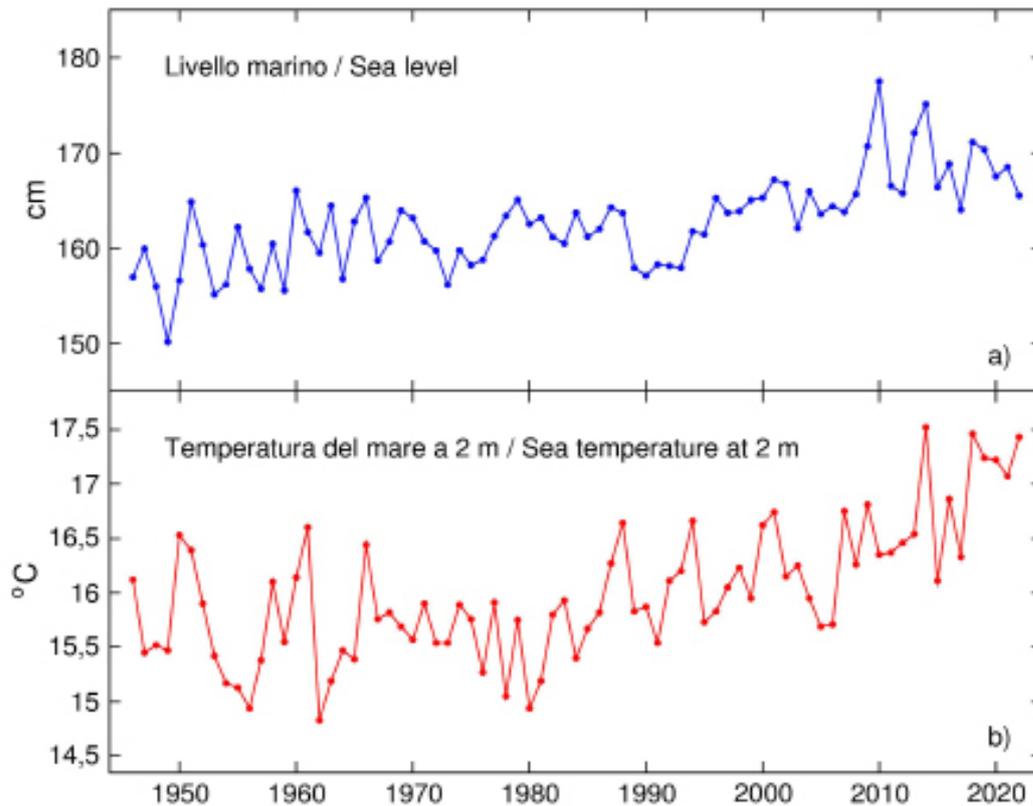


Figura 2 – Medie annuali del livello marino (a) e della temperatura del mare (b) dal 1946 al 2022.
Figure 2 - Annual averages of sea level (a) and sea temperature (b) from 1946 to 2022.

Livello marino

| Mese | 2022 | clima. | diff. |
|-------------|--------------|--------------|-------------|
| GEN | 157.8 | 164.3 | -6.5 |
| FEB | 156.7 | 162.6 | -5.9 |
| MAR | 142.4 | 163.8 | -21.4 |
| APR | 165.0 | 164.5 | +0.5 |
| MAG | 162.1 | 166.9 | -4.8 |
| GIU | 169.0 | 168.3 | +0.7 |
| LUG | 163.9 | 167.5 | -3.6 |
| AGO | 167.2 | 168.2 | -1.0 |
| SET | 173.8 | 169.8 | +4.0 |
| OTT | 167.5 | 173.1 | -6.6 |
| NOV | 180.5 | 176.6 | +3.9 |
| DIC | 180.4 | 168.4 | +12.0 |
| Anno | 165.5 | 167.9 | -2.4 |

Temperatura del mare

| Mese | 2022 | clima. | diff. |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| GEN | 9.7 | 9.8 | -0.1 |
| FEB | 9.2 | 8.6 | +0.6 |
| MAR | 9.6 | 9.6 | 0.0 |
| APR | 12.6 | 12.6 | 0.0 |
| MAG | 17.9 | 17.3 | -0.6 |
| GIU | 23.7 | 21.8 | +1.9 |
| LUG | 25.9 | 24.4 | +1.5 |
| AGO | 24.5 | 24.6 | -0.1 |
| SET | 23.2 | 22.4 | +0.8 |
| OTT | 20.9 | 19.2 | +1.7 |
| NOV | 17.8 | 15.7 | +2.1 |
| DIC | 13.4 | 12.2 | +1.2 |
| Anno | 17.4 | 16.6 | +0.8 |

Tabella 1 – Medie mensili del livello marino nel 2022, valori climatologici (2001-2020) e anomalia.

Table 1 - Monthly mean sea level in 2022, monthly climatological (2001-2020) values and anomaly.

Tabella 2 – Medie mensili della temperatura del mare nel 2022, valori climatologici (2001-2020) e anomalia.

Table 2 - Monthly mean sea temperature in 2022, monthly climatological (2001-2020) values and anomaly.



Fulmine nube-nube particolarmente luminoso sopra la superficie marina del Golfo di Trieste e la località di Barcola (Trieste), durante il temporale del 19 agosto 2022.

Extremely bright inter-cloud lightning above the sea surface of the Gulf of Trieste and the suburb of Barcola (Trieste) during the August 19th, 2022 storm.

Abstract ENG

Sea level and sea temperature in 2022

We present a summary of sea level and sea temperature behaviours observed at Trieste in 2022. The sea level is measured (in cm) relative to local Zero (Zero Istituto Talassografico – ZIT) at Molo Sartorio; the sea temperature is measured (in °C) at 2-m depth at Molo Fratelli Bandiera. The sea level was prevalingly lower than the climatological mean until August, particularly in March, when the atmospheric pressure often exceeded 1030 hPa. Only in the second decade of November and in the first half of December the sea level was notably above the climatological value. The annual mean was 165.5 cm, which, despite being the second lowest value during the last ten years, is higher than all the annual means recorded until 2000. The highest daily mean sea level was observed on 22 November, and the lowest on 22 March. Molo Sartorio was flooded on 22 November, during the seventh highest flood event on record, and on 23 November. Note that, following the general mean sea level rise, from 1875 to 2009 the mean frequency of floods was 0.4 events per year, but it increased to 1.6 events per year from 2020 onwards. The sea temperature was close to the climatology until May, while, except in August, it was generally above the normal means for the rest of the year, particularly in June, July, October and November. The annual mean was 17.4 °C, that is the third highest value on record. Two significant cooling events, caused by Bora-induced upwelling, occurred on 29 May and 9 August. The highest mean daily temperature was recorded on 1, 5 and 25 July with 27.5 °C, and the lowest on 12 March with 8.7 °C.



Foto R.R. COLUCCI

Una nube a mensola precede l'ingresso dell'intensa cella temporalesca in movimento O-E sul Golfo di Trieste. 18 agosto 2022.
A shelf cloud foregoes the ingress of an intense storm cell moving west-east over the Gulf of Trieste. August 28th, 2022.



Foto R.R. COLUCCI

Un cluster di piccole celle temporalesche sul Golfo di Trieste muove da SO verso NE (da sx a dx nell'immagine) con intensi rivesci e qualche bel fulmine nube-suolo (mare). Il fumo dell'incendio a Sistiana-Duino riconoscibile dal layer di colore marrone in basso all'orizzonte, dopo essere spinto sul mare dalla Bora è "aspirato" dalle correnti di updraft del temporale sul retro della cella. 6 agosto 2022

A cluster of small storm cells moves over the Gulf of Trieste from SW to NE (from left to right in the picture) with intense showers and a few nice cloud-to-ground (sea) lightnings. The smoke of fire affecting the area of Sistiana-Duino, recognizable as a thin brown layer far in the distance, after being pushed by Bora wind to the sea goes in the inflow of the storm updraft, on the back of the cell. August 6, 2022

Andamento nivologico

A cura di **MAURO AZZINI**

Struttura stabile centrale per l'attività di prevenzione del rischio da valanga del FVG

Verso la fine di novembre abbiamo le prime abbondanti nevicate sulle Alpi con maggiori quantitativi sulle Alpi Giulie fino a fondo valle, in altre zone dell'arco alpino sopra gli 800 m circa.

Le precipitazioni nevose di dicembre si sono concentrate prevalentemente nella prima decade del mese: in particolar modo è scesa la neve il 2 e il 5. Nelle giornate dell'8 e 9 dicembre vi sono nuove abbondanti precipitazioni; l'altezza della neve al suolo nel Tarvisiano è compresa fra 80 e 120 cm, sul Piancavallo 80 cm e nei monti di Forni di Sopra 110 cm.

Il mese di gennaio è caratterizzato da alta pressione, sul Monte Zoncolan il primo gennaio c'è una temperatura massima di 12.8° C e una temperatura media di quasi +10 °C; a Forni di Sopra la massima sale a +17.6 °C con una temperatura media poco sotto i +10 °C. Il 5 gennaio arriva un fronte freddo che provoca sulle Prealpi piogge molte intense, nel pomeriggio la neve arriva fino a 600 m soprattutto sul Tarvisiano 40 cm a fondovalle, e 70 cm in quota verso la Carnia la nevicata è meno abbondante (20-40 cm). Le precipitazioni nevose di gennaio si sono concentrate il 5 e il 6 del mese. Visti i pochissimi apporti nevosi, l'altezza dello strato nevoso, per le stazioni considerate, risulta molto più basso della media in base alla climatologia degli ultimi 50 anni. Nel mese di febbraio le nevicate si sono concentrate il 15 e 16 per il passaggio di un fronte.

Le precipitazioni conseguenti sono abbondanti e la quota nevesi assesta intorno ai 500m circa. Nel primo pomeriggio del 15 una linea convettiva temporalesca associata al fronte freddo risale la pianura da sud-ovest verso nord-est e provoca rovesci, anche di grandine e graupel (neve pallottolare). Verso la fine del mese vi sono degli episodi di vento moderato da NE e in quota le temperature sono basse con zero termico intorno ai 1000 m e -8/-10 °C a 2000 e con il vento gelido c'è un notevole effetto Wind-chill. Le precipitazioni nevose di marzo sono state praticamente quasi assenti.



Ha nevicato solo l'ultimo giorno del mese e solo in quota, con dei quantitativi perlopiù modesti. Lo strato nevoso alle quote più basse già ad inizio mese era nullo. Le precipitazioni nevose di aprile non sono state molto rilevanti. La neve è caduta nei primi giorni del mese, verso il 10 e a fine mese, senza apportare quantità considerevoli. Più precisamente il giorno 9 di aprile su tutta la fascia alpina, oltre gli 800-1000 m di quota si registrano delle nevicate moderate, si manifestano in molte località temporali con graupel o pioggia mista a neve e la quota neve cala fino a 500 m circa. A fine episodio l'accumulo di neve al suolo risulta però scarso in Carnia occidentale, più abbondante a partire dalla Val But, (chiamata anche Canale di San Pietro, che collega Tolmezzo (UD) con l'Austria attraverso Passo Monte Croce Carnico) verso est, con 20 cm a Sella Nevea, 30 cm sul Monte Canin. Anche in quota, visti i pochi apporti nevosi, l'altezza dello strato nevoso risulta inferiore alla media.

Evoluzione stagionale: precipitazioni e temperature

L'altezza del manto nevoso (HS) e della neve fresca (HN) delle stazioni prese in esame, mostrano come il mese di dicembre abbia avuto delle precipitazioni nevose nelle giornate del 2, 5, 8 e 9, con apporti nevosi nel Tarvisiano fra gli 80 e 120 cm, sul Piancavallo 80 cm e a Forni di Sopra fino a 120 cm. In questa prima fase invernale, l'altezza del manto nevoso, per le stazioni considerate, è risultata in media rispetto alla climatologia degli ultimi 50 anni. Alla stazione di misura di HS di Tarvisio (UD) posta a 777 m s.m.l. dove lo spessore massimo registrato è stato di 68 cm durante la nevicata del 09 dicembre 2021. Se confrontiamo i dati HN registrati nei vari anni, possiamo notare che vi è un sensibile calo dello spessore dell'HN.

Anche per quanto riguarda lo Zoncolan (UD) 1750 s.m.l. abbiamo un valore di HS massimo di 89 cm registrato in data 16 febbraio 2022. Per quanto riguarda il dato della HN notiamo che durante la stagione 2021-2022 abbiamo avuto uno spessore di 243 cm, dato ben al disotto della media. Stessa cosa anche per Forni di Sopra (UD) 910 m s.l.m. con il dato di HS del modello 1 (spessore massimo registrato) di 48 cm e HN (neve cumulata) di 116 cm.

Nella stagione 2021-2022 i due dati di HS e di HN sono ben al disotto della media anche per Forni di Sopra quindi. A Sella Nevea (UD) 1124 s.m.l. abbiamo un valore di HS (spessore massimo registrato di 95 cm) in data 6 gennaio 2022, e la cumulata di HN (spessore massimo registrato di 116 cm) anche in questo caso il trend in relazione alle nevicate è negativo, come per le altre località prese in considerazione. Anche per quanto riguarda il modello 1 del rifugio Gilberti (UD) 1850 s.m.l. abbiamo un HS massimo di 226 cm registrato in data 6 gennaio 2022, mentre per il dato della HN notiamo che durante la stagione 2021-2022 abbiamo avuto uno spessore di 244 cm, ben al disotto della media.

Lunghi periodi di temperature elevate durante la stagione e scarse precipitazioni nevose, hanno determinato sui versanti a Sud la mancanza della copertura nevosa anche durante il periodo invernale, d in particolare durante quello primaverile. Il mese di febbraio e marzo sono stati anche caratterizzati da alcuni episodi di forte vento. Sul Monte Zoncolan (UD) la massima raffica ha toccato i 97 Km/h con direzione NE.

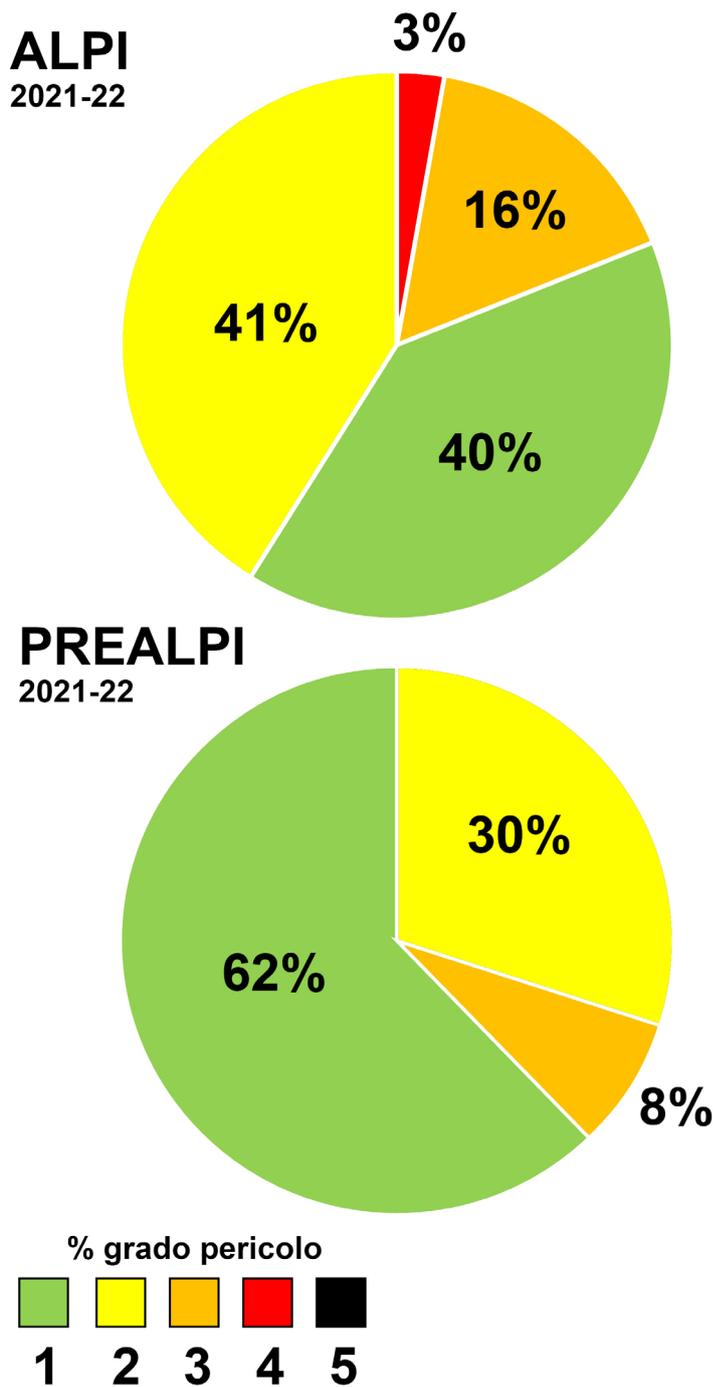


Figura 1 - % grado pericolo valanghe nelle Prealpi e Alpi della regione Friuli-Venezia Giulia (2021-22).

Figure 1 - % avalanche danger degree in the Pre-Alps and Alps of the Friuli-Venezia Giulia region (2021-22).

Per quanto riguarda il grado di pericolo valanghe nella stagione 2021-2022 sulle Alpi, abbiamo avuto il 40 % di pericolo di grado 1, il 41 % di pericolo di grado 2, 16 % pericolo grado 3 e 3 % di grado 4.

Invece, sulle Prealpi, abbiamo avuto il 62 % pericolo di grado 1 il 30 % di pericolo di grado 2, 8 % pericolo grado 3.

I grafici del pericolo valanghe sia delle Alpi che delle Prealpi evidenziano anche in questo caso, la mancanza di precipitazioni nevose importanti, infatti sulle Alpi abbiamo una quasi uguaglianza in percentuale del grado di pericolo valanghe debole a moderato. Cosa ancora più evidente per le Prealpi, dove ha dominato il grado 1-debole di pericolo valanghe. Come possiamo vedere dal grafico qui sotto sulle Alpi la situazione principale riguardo ai problemi valanghivi è stata la neve ventata con il 45%, neve bagnata dovuta alle piogge ma anche alle temperature elevate per il periodo, con il 24 % e gli strati deboli persistenti con il 17 %. La neve fresca è rappresentata solo per il 14% viste le scarse precipitazioni.

L'andamento dei problemi valanghivi per le Prealpi si possono riassumere come evidenzia il grafico sottostante in: neve ventata con il 42 %, neve bagnata con il 26%, strati deboli persistenti con il 18 % e la neve fresca con il 14%. Per lunghi periodi della stagione i versanti Sud risultavano con pochissima neve.

Durante la stagione 2021-2022 nell'arco montano del Friuli Venezia Giulia non si sono verificati incidenti da valanga, inoltre, in merito all'attività valanghiva spontanea e provocata, non ci sono stati eventi degni di menzione e, anche durante la fase primaverile, il manto nevoso risultava stabile come quasi tutto l'inverno.



Figura 2 - Neve tardiva nell'area del Monte Sneznik, Alpi dinariche, il 4 aprile 2022.
Figure 2 - Late snow in the Mount Senznik area, Dynaric Alps, on April 4th, 2022.

Abstract ENG

Snow season 2021-22

During the 2021-2022 winter season, the Italian Alps, particularly the Julian Alps, experienced heavy snowfall towards the end of November. Snowfall was mainly concentrated in the first ten days of December, with significant snowfall on the 2nd and 5th. On 8th and 9th December, new heavy rainfall was recorded, bringing the height of snow on the ground to between 80 and 120 cm in areas such as Tarvisio and Forni di Sopra. January was characterised by high pressure, with higher than average temperatures and little snowfall. In February, snowfalls were concentrated on the 15th and 16th. March and April recorded little snowfall. The data suggest a decrease in snow thickness compared to the average of the last 50 years. Avalanche danger was predominantly weak to moderate, and no significant avalanche accidents were reported in the Friuli Venezia Giulia mountain range during the season.



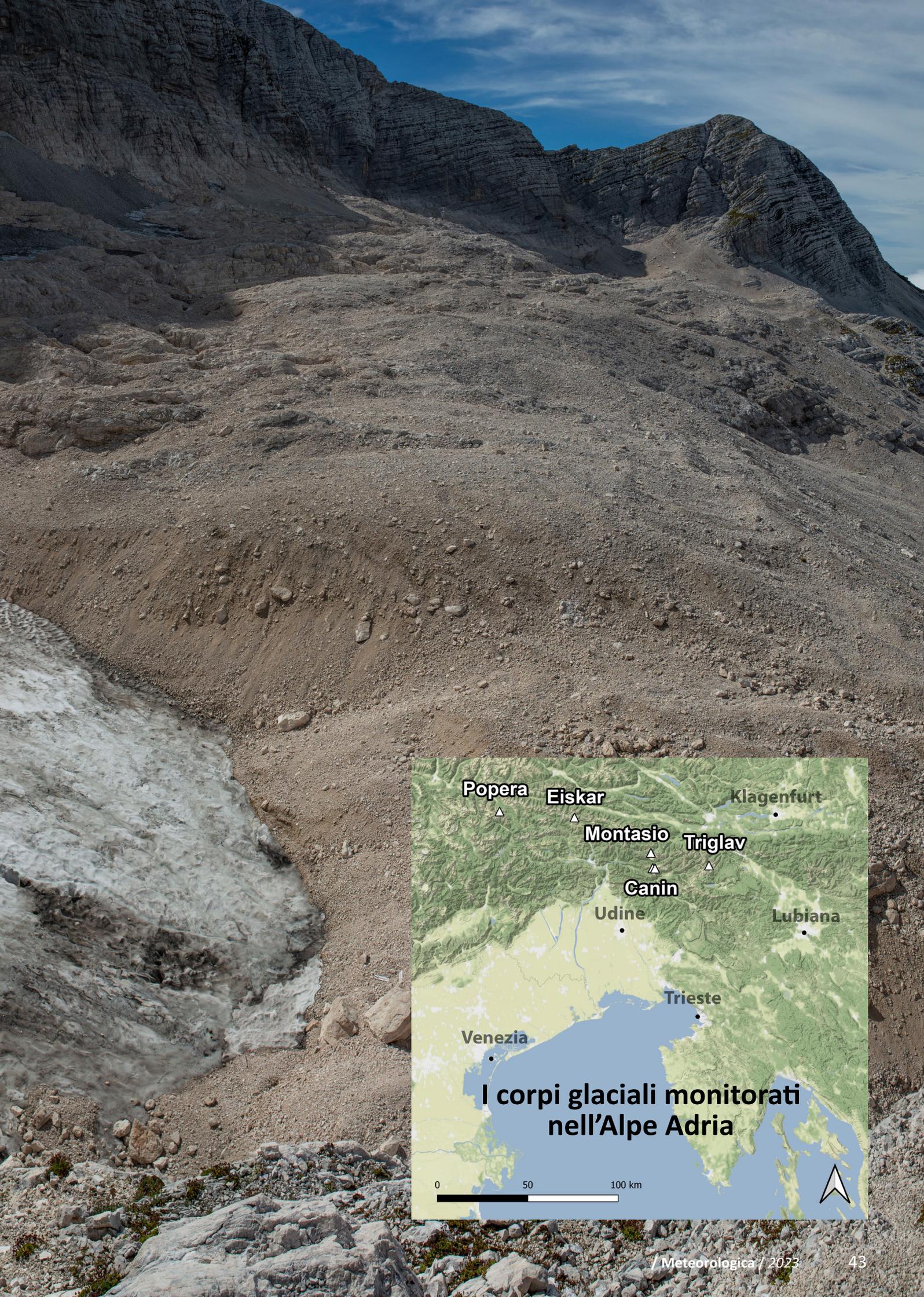
Clima e criosfera nelle Alpi Orientali

La risposta dei corpi glaciali di Alpi Giulie, Carniche e Dolomiti di Sesto nel 2022

Il corpo glaciale orientale del Canin il 14 settembre, particolarmente in sofferenza, alla fine dell'estate 2022.

The Eastern Canin ice body on September 14th suffering the consequences of the summer 2022.

Foto A. SECURO



Il 2022 è l'anno più caldo da almeno 172 anni a questa parte

Report temperature in Canin

A cura di **RENATO R. COLUCCI**

Istituto di Scienze Polari (CNR) & Società Meteorologica Alpino-Adriatica

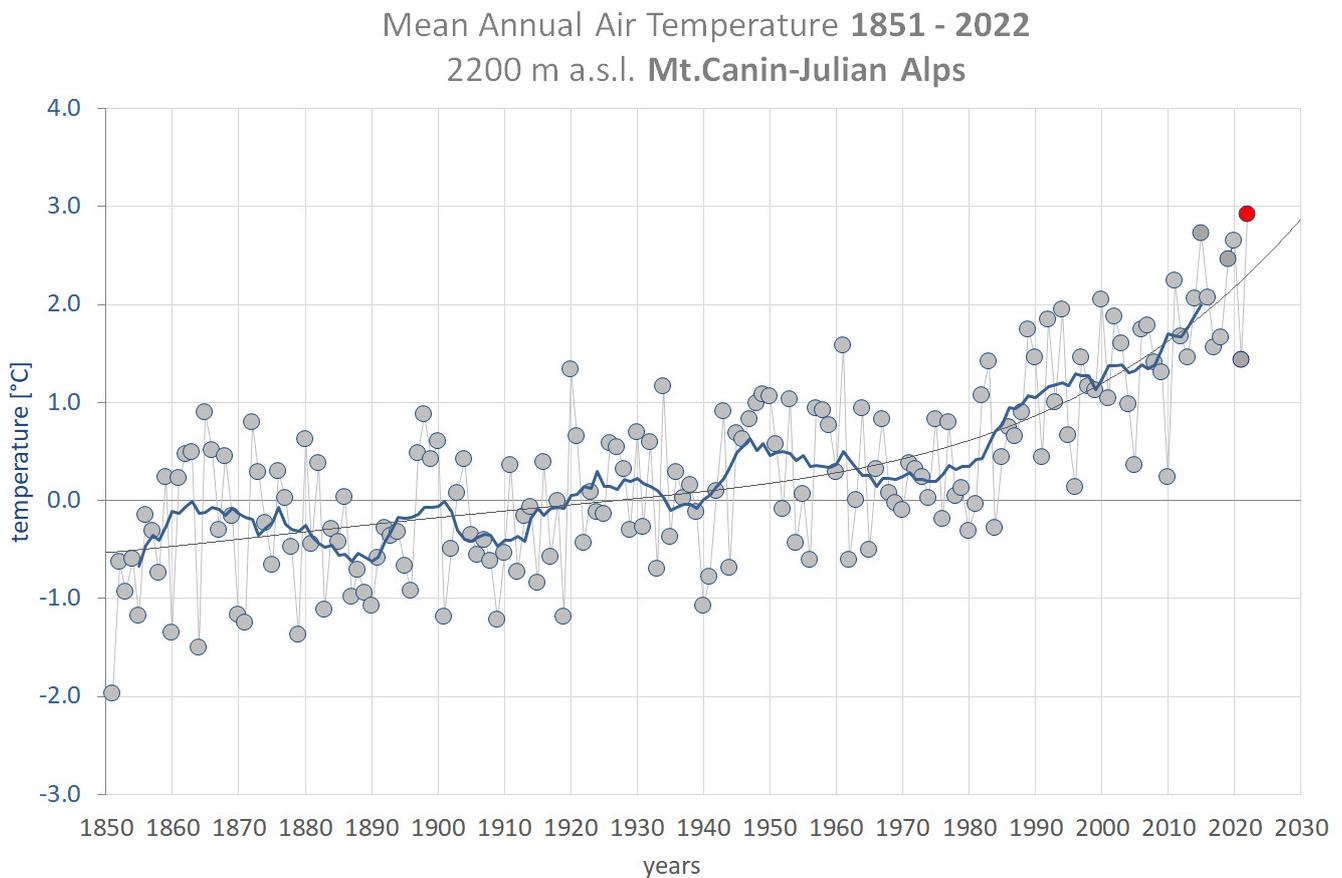


Figura 1 - Temperatura media annuale misurata a 2200 m in Canin. Dati puntuali (pallini e curva grigi) e media mobile centrata di periodo 11 anni (curva blu). In evidenza il 2022 (pallino rosso).

Figure 1 - Mean annual air temperature measured at 2200 m in Canin. Data (gray dots and curve) and 11-years-centered moving average (blue curve). 2022 is the red dot.

Temperatura 2022

L'analisi dei dati della temperatura ci mostra come il 2022 risulti termicamente il più caldo mai osservato (Figura 1) in Alpi Giulie. Il dato, inserito nel trend di lungo periodo, conferma il rapido incremento della temperatura che si osserva in particolare negli ultimi 3 decenni pari a circa +1.5°C dall'inizio degli anni '80 ad oggi. Dal 1984 (39 anni) non si sono più registrate temperature medie annuali inferiori a 0°C

ai 2200m di quota della stazione meteorologica del Monte Canin. La temperatura minima di -15.5°C del 2022 si è verificata tra le ore 5.30 e le ore 6 del 12 dicembre, mentre la temperatura massima di 19.6°C tra le ore 13.30 e le 14 del 22 luglio. Il 12 dicembre con -13.6°C risulta anche la giornata con la temperatura media giornaliera più bassa dell'anno, mentre il 21 luglio con 16.1°C è la giornata più calda. A titolo di confronto con i dati medi giornalieri del passato a partire dal 1955, le giornate termicamente

estreme al sito del Canin si sono verificate il 6 gennaio 1985 con una media giornaliera di -25.5°C ed il 27 luglio del 1983 con una media giornaliera di 20.0°C (Figura 2). I dati per il Canin alla quota di 2200 m dal 1851 sono stati recentemente elaborati in un lavoro pubblicato nel 2015 sull'International Journal of Climatology. In questo lavoro l'errore associato alle medie giornaliere antecedenti il 2012 è stato calcolato in $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$.

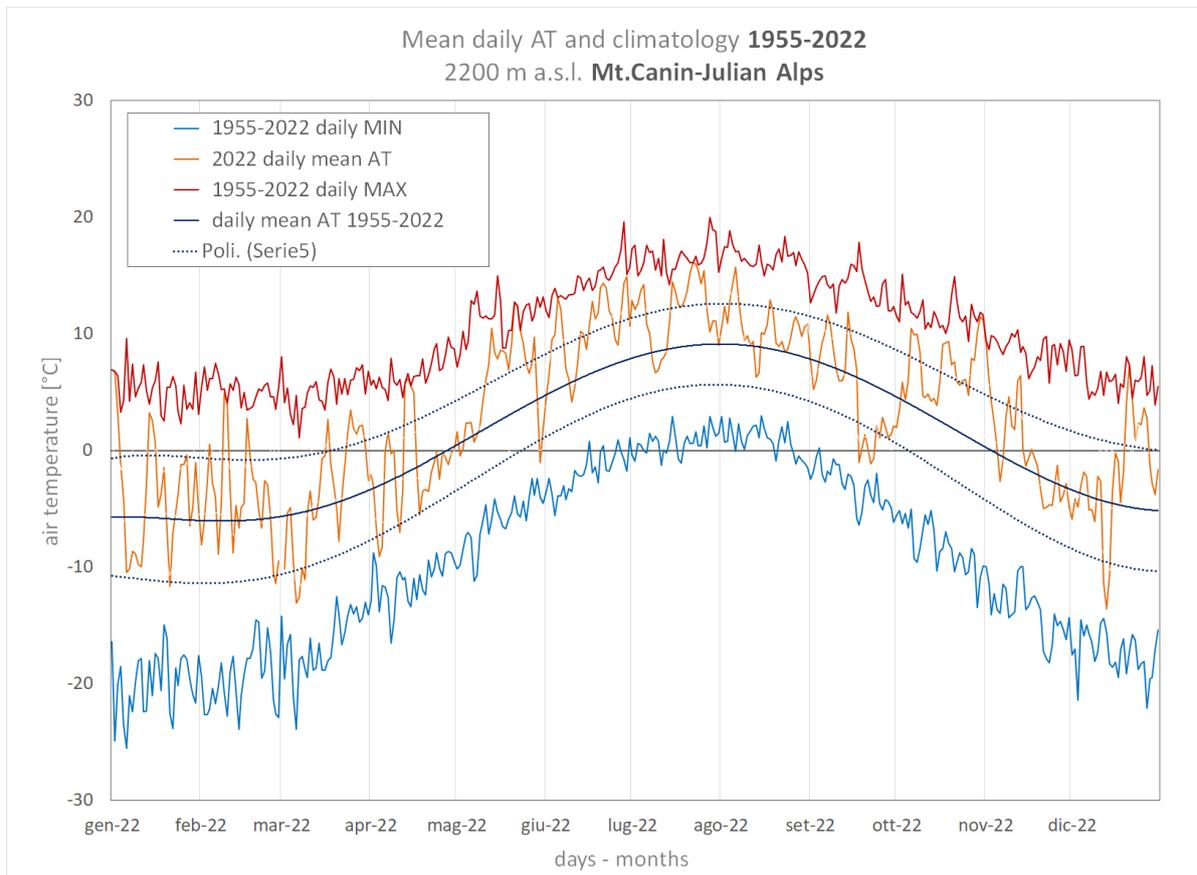


Figura 2 - Curve annuali delle temperature medie giornaliere a 2200 m di quota in Alpi Giulie-Canin nel 2022 (curva arancione). In evidenza la media climatologica ed una deviazione standard 1955-2022 (curve blu continua e tratteggiate) ed i valori estremi assoluti giornalieri 1955-2022.

Figure 2 - Annual daily mean temperatures at 2200 m in the Julian Alps-Canin area in 2022 (orange curve). The climatological mean and one standard deviations 1955-2022 (solid and dashed blue curves), and the daily 1955-2022 extremes are also highlighted.

L'anomalia di temperatura media del mese di giugno, la più alta osservata, è di $+4.9^{\circ}\text{C}$. Ottobre, con una media mensile di 7.1°C ed un'anomalia di $+4.6^{\circ}\text{C}$ risulta il mese più caldo dell'intera serie storica, e quindi da almeno 172 anni. Ad esso si contrappone settembre che, con un'anomalia rispettivamente di -0.7°C e -1.0°C rispetto alla climatologia 1961-1990 e 1991-2020, risulta l'unico mese più fresco del normale (Tabella 1 e Figura 3). Considerando la sola climatologia recente 1991-2020, affetta dal repentino riscaldamento degli ultimi 3 decenni, anche il mese di aprile risulta lievemente più fresco del normale (-0.6°C), ma con anomalia nettamente positiva ($+0.9^{\circ}\text{C}$) se si considera la climatologia del trentennio precedente (Tabella 1 e Figura 4).

Tutte le 4 stagioni del 2022 risultano nettamente superiori termicamente alle medie di riferimento. L'estate in particolare presenta un'anomalia di 3.6°C rispetto alla climatologia 1961-1990 e di $+2.0^{\circ}\text{C}$ rispetto a quella 1991-2020.

In linea generale la stagione che mostra il riscaldamento più costante e marcato in Alpi Giulie ad alta quota è proprio l'estate.

Il riscaldamento iniziato negli anni '80 con un tasso di incremento di circa 0.8°C ogni 10 anni (8°C a secolo) non mostra segni di interruzione. La temperatura media estiva si è ormai alzata di circa 2.5°C dagli anni 1980 ad oggi (Figura 3).

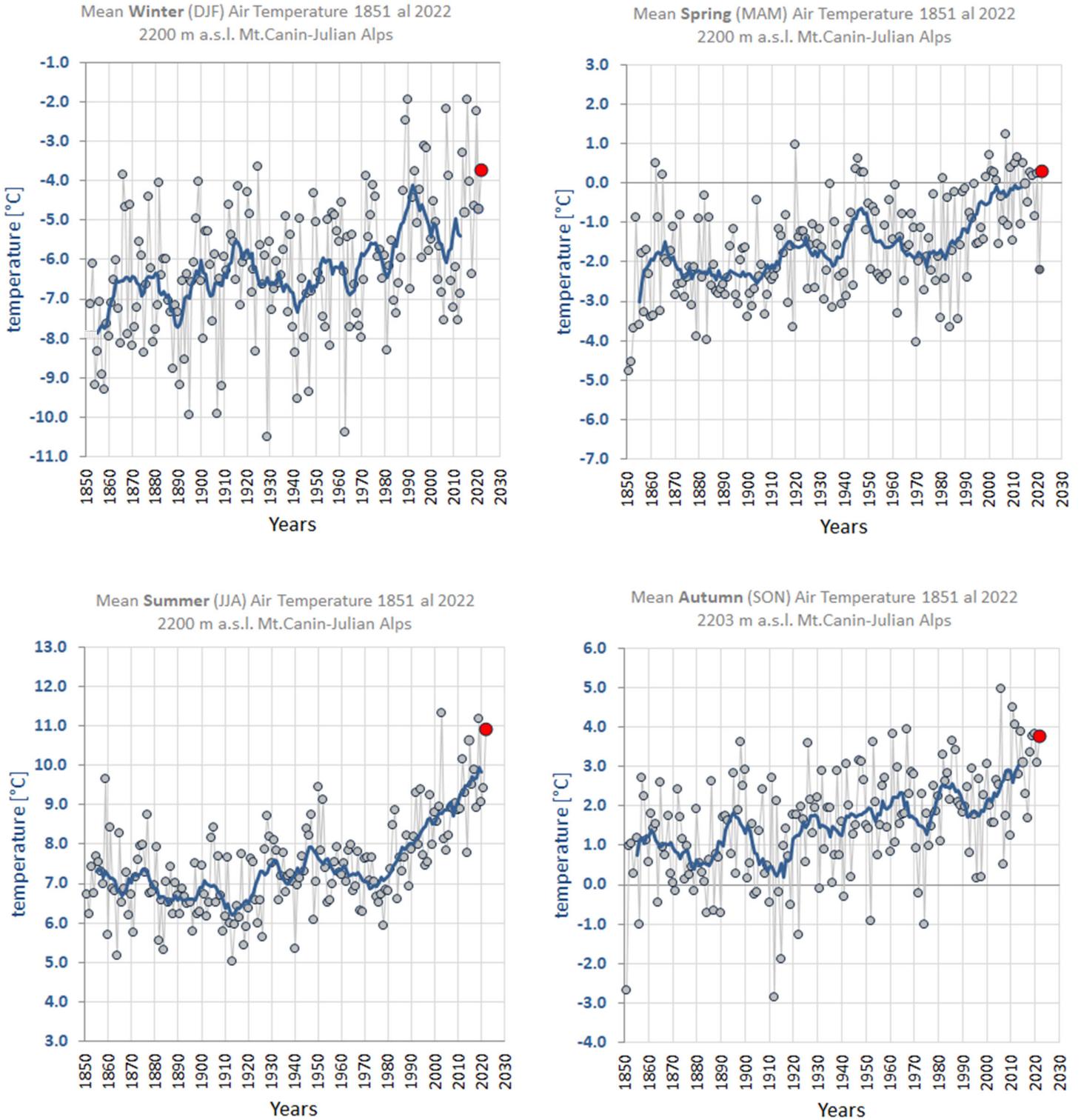


Figura 3 - Temperature medie mensili 1851-2020 delle 4 stagioni e media mobile centrata di periodo 11 anni. Il 2022 è evidenziato dal pallino rosso.

Figure 3 - 1851 - 2020 Monthly mean temperature in the four seasons with 11-years-centered running mean. 2022 is highlighted as a red dot.

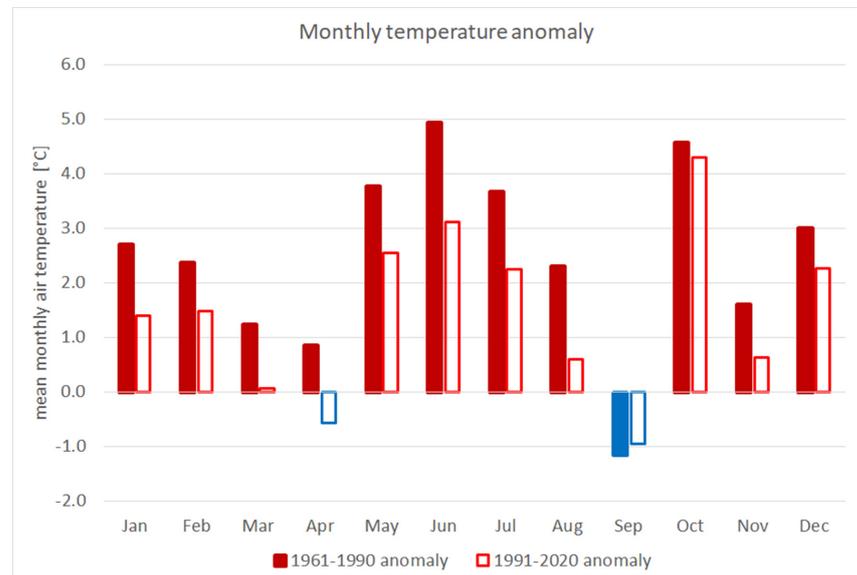
| m/y | Air Temperature | | | | | | | | |
|------|-----------------|-------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 2022 | | | 1961-1990 | | 1991-2020 | | 1851-2020 | |
| | mean | min | MAX | mean | diff. | mean | diff. | mean | diff. |
| Jan | -3.7 | -13.3 | 8.8 | -6.4 | 2.7 | -5.1 | 1.4 | -6.9 | 3.2 |
| Feb | -4.2 | -14.9 | 8.0 | -6.6 | 2.4 | -5.7 | 1.5 | -6.5 | 2.3 |
| Mar | -3.7 | -14.7 | 7.1 | -4.9 | 1.2 | -3.7 | 0.1 | -5.0 | 1.3 |
| Apr | -1.4 | -11.4 | 11.2 | -2.2 | 0.9 | -0.8 | -0.6 | -2.1 | 0.7 |
| May | 5.9 | -2.3 | 18.0 | 2.1 | 3.8 | 3.3 | 2.6 | 2.2 | 3.7 |
| Jun | 10.5 | 2.3 | 18.7 | 5.6 | 4.9 | 7.4 | 3.1 | 5.8 | 4.7 |
| Jul | 11.8 | 3.6 | 19.6 | 8.1 | 3.7 | 9.6 | 2.3 | 8.2 | 3.6 |
| Aug | 10.4 | 4.1 | 19.2 | 8.1 | 2.3 | 9.8 | 0.6 | 8.2 | 2.2 |
| Sep | 4.9 | -2.9 | 15.6 | 6.0 | -1.2 | 5.8 | -1.0 | 5.5 | -0.6 |
| Oct | 7.1 | 2.0 | 14.0 | 2.5 | 4.6 | 2.8 | 4.3 | 1.7 | 5.4 |
| Nov | -0.6 | -9.2 | 8.1 | -2.2 | 1.6 | -1.3 | 0.6 | -2.6 | 2.0 |
| Dec | -2.0 | -15.5 | 9.6 | -5.0 | 3.0 | -4.2 | 2.3 | -5.3 | 3.3 |
| YEAR | 2.9 | -15.5 | 19.6 | 0.4 | 2.5 | 1.5 | 1.4 | 0.3 | 2.7 |

Tabella 1 - da sinistra temperature medie, minime (azzurro) e massime (rosso) mensili registrate nel corso del 2022 con i riferimenti al trentennio 1961-1990, all'ultimo trentennio utile (1991-2020) e a tutta la serie (1851-2020) con le rispettive differenze. Con i colori azzurro e rosso nelle colonne vicine alle medie di riferimento sono messe in evidenza le rispettive anomalie nel 2022.

Tabella 1 - from left to right mean, min and MAX monthly air temperature recorded in 2022 compared to the thirty years reference 1961-1990, the last 30 years reference (1991-2020) and the whole record (1851-2020) with respective differences. Blue and red colors beside the long-term averages highlight the 2022 anomalies.

Figura 4 - Istogramma delle anomalie 2022 rispetto ai trentenni di riferimento 1961-1990 e 1991-2020.

Figure 4 - bar histogram of 2022 anomalies compared to 30 years reference 1961-1990 and 1991-2020.



Abstract ENG

Year 2022, warmest ever reported

Year 2022 is the warmest ever reported in the temperature record since 1851. The mean annual air temperature was 2.9°C with extremes between -15.5°C December 12th, and 19.6°C July 22nd. Summer 2022 is extremely hot ranking 3rd in the top warmest ever after 2003 and 2019. The summer is preceded by a winter with scarce precipitation and below average snowfalls. This two factors led to extremely negative glacier mass balance all over the Alps and in the three monitored ice bodies of the Eastern Alps, discussed in the next article.

La risposta dei corpi glaciali del Canin (Alpi Giulie) e del Popera (Dolomiti di Sesto)

A cura di **RENATO R. COLUCCI, ANDREA SECURO, COSTANZA DEL GOBBO**
Istituto di Scienze Polari (CNR) & Società Meteorologica Alpino-Adriatica

La Società Meteorologica Alpino-Adriatica in collaborazione con l'Istituto di Scienze Polari del CNR, monitora tre piccoli corpi glaciali delle Alpi orientali: al glacionevato orientale del Canin ed al glacionevato di Prevala in Alpi Giulie, si è aggiunto dal 2020 il ghiacciaio del Popera in Dolomiti di Sesto. Per le Alpi Giulie i rilievi 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, ma nei due corpi glaciali delle Alpi Giulie sono effettuati anche i bilanci di massa invernali. L'estate 2022 è risultata essere la terza più calda mai verificata da quando esistono osservazioni meteorologiche sulle Alpi orientali. Le tre estati più calde si sono verificate nell'arco degli ultimi 20 anni, nell'ordine 2003, 2019 e 2022 (Figura 3, Pagina 46).

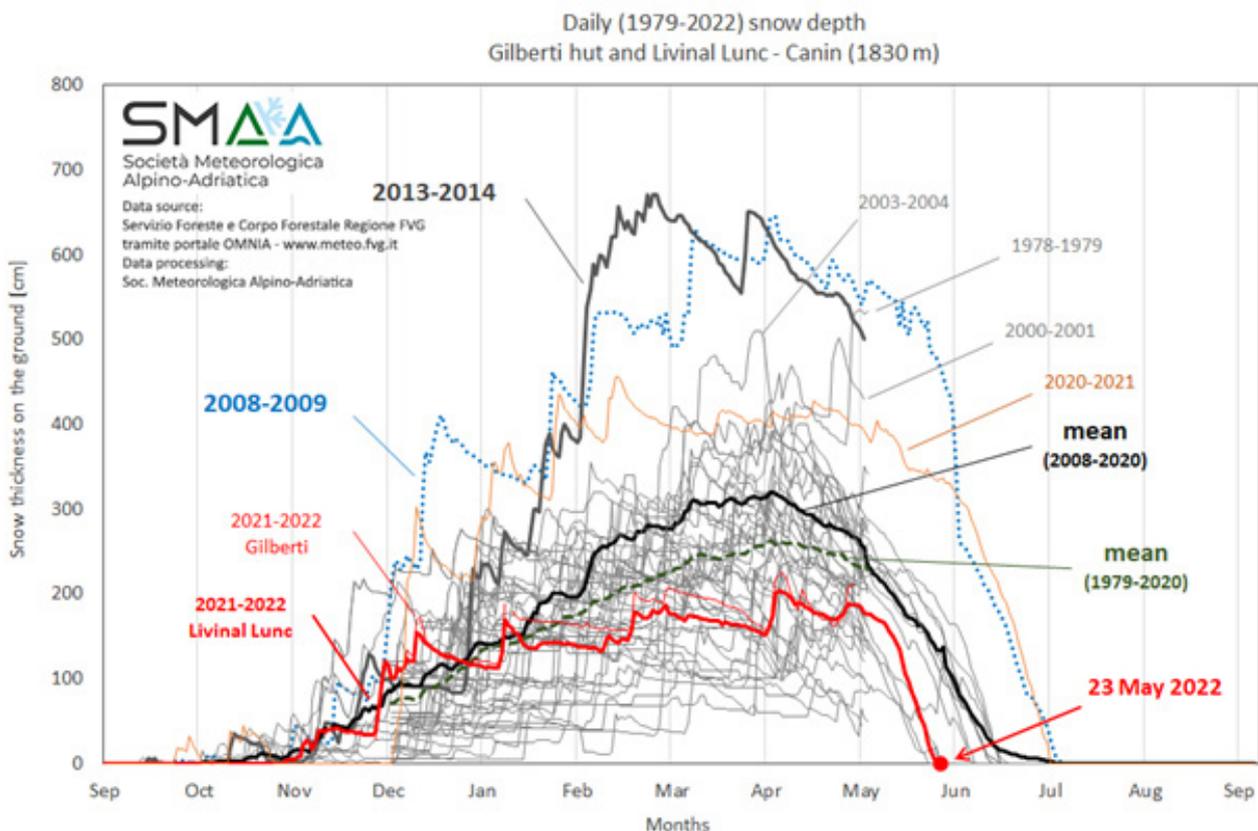


Figura 1 - Spessore di neve al suolo misurati alle stazioni del Livinal Lunc (1837 m slm) e del campo AINEVA del Rifugio Gilberti in Canin (1850 m slm). Gli spessori giornalieri inverno 2021-22 sono rappresentati con la linea rossa

Figure 1 - Snow thickness in Canin at the Livinal Lunc (1837 m asl) and Gilberti AINEVA site (1850 m asl). The daily 2021-22 snow thickness is the red line.

Un'estate termicamente così estrema è stata preceduta da un inverno particolarmente avaro in precipitazioni nevose, con picchi negativi in alcuni settori alpini mai verificatesi in precedenza da quando esistono osservazioni in merito.

Tuttavia, in Alpi Giulie la sommatoria neve invernale, seppur sotto media, è stata comunque non estrema (Figura 1). Al sito AINEVA del Rifugio Gilberti (1840 m) i rilievi giornalieri manuali condotti tra il 26 novembre 2021 ed il 27 aprile 2022, riportano infatti un valore di 610 cm, poco meno di 1 metro inferiore al valore normale degli ultimi 30 anni.

Va detto che la sommatoria neve dei dati "ufficiali" rappresenta sempre una sottostima della realtà a causa del limitato periodo di osservazione, ma è con quella che si fanno i confronti con i dati del passato.

Nella realtà, la neve totale caduta al Gilberti nell'inverno 2021-22 ammonta a 703 cm, sommatoria che tiene conto delle nevicate occorse al di fuori dell'intervallo temporale riportato qualche riga sopra.

Ci sono da conteggiare infatti le nevicate del 7 ottobre (10 cm), 2, 3 e 4 novembre (46 cm), 8 novembre (25 cm) 14 novembre (2 cm) e 23 novembre (1 cm).

Il 1993, che rimane l'inverno più avaro in precipitazioni nevose, riporta negli archivi una sommatoria di soli 205 cm, davvero pochi per i valori normali delle Alpi Giulie.

Canin Orientale

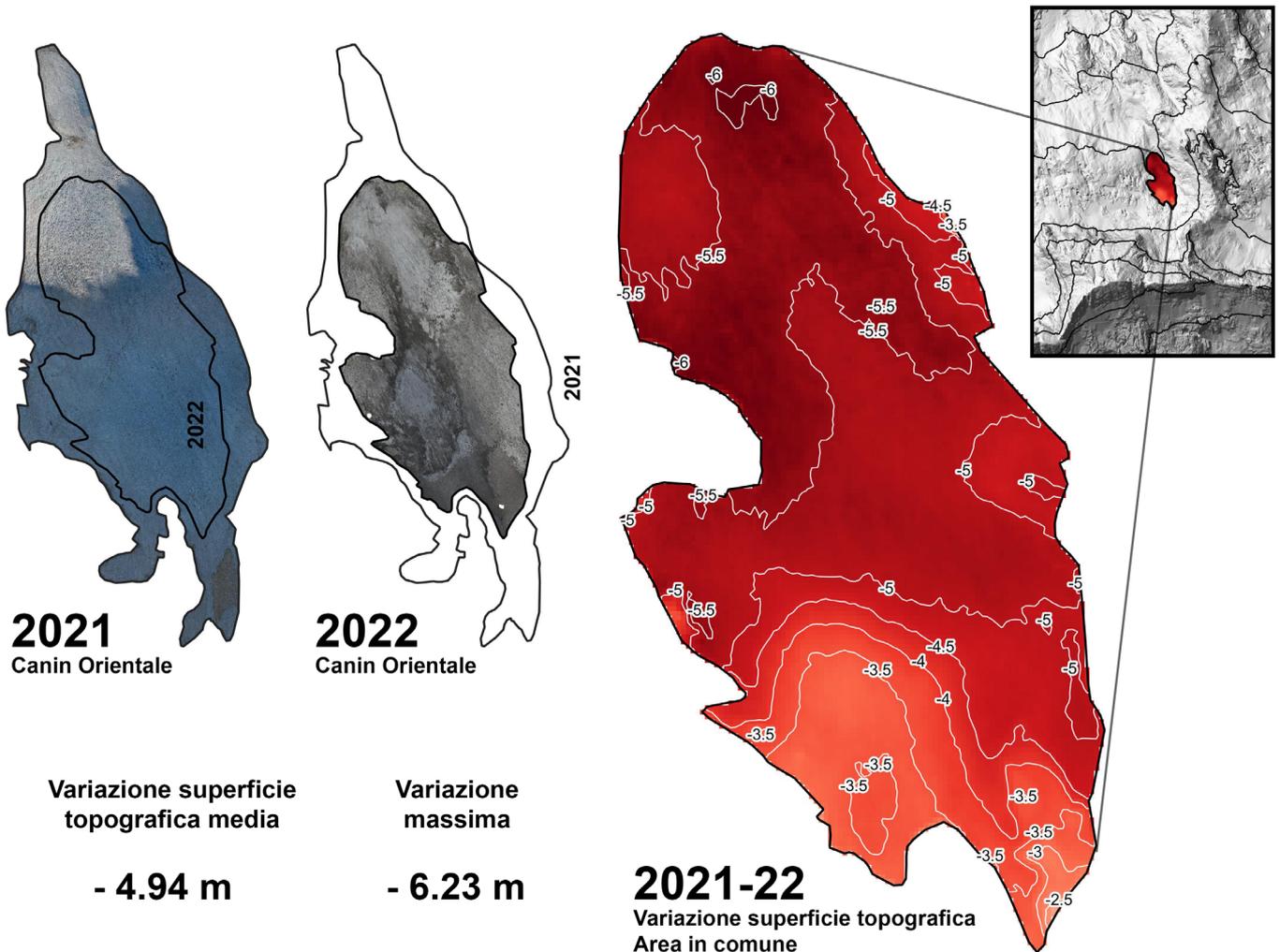


Figura 2 - Variazione topografica del corpo glaciale orientale del Canin il 14 settembre 2022 rispetto al 2021.

Figure 2 - Topographic differences of Canin East ice patch September 14th 2022 compared to 2021.

L'infelice combinazione inverno secco – estate con caldo estremo ha portato con sé effetti disastrosi su gran parte della criosfera alpina con bilanci di massa straordinariamente negativi, e mai osservati nella storia delle osservazioni glaciologiche delle Alpi, che sono peraltro quelle attive da più tempo a livello globale. Non deve stupire l'uso apparentemente esagerato dei superlativi, motivato dal dover descrivere un qualcosa di mai osservato in precedenza dalla comunità scientifica e dagli enti preposti ai monitoraggi.

Nelle figure 2, 4 e 6 vengono riportati i bilanci di massa annuale dei tre corpi glaciali. I rilievi sono stati effettuati il 7 settembre 2022 al ghiacciaio del Popera, il 14 settembre sull'orientale del Canin ed il 3 ottobre in Prevala. Per quanto riguarda il Canin orientale, è stato eseguito anche un rilievo il 3 ottobre ma con l'apparato glaciale ricoperto dalla neve caduta a settembre. Per questo motivo abbiamo preferito usare il rilievo del 14 settembre, precedente alla nevicata e che descrive visivamente in maniera più esaustiva lo stato di sofferenza del corpo glaciale.

Tutti i bilanci eseguiti sono stati realizzati con la tecnica della Structure from Motion, simile alla fotogrammetria, ricostruendo le superfici topografiche (metodo geodetico). Successivamente, il differenziale con i rilievi analoghi dell'anno precedente, hanno permesso di ricostruire le variazioni topografiche e quindi il bilancio di massa. Per quanto riguarda il Canin, quindi, la diminuzione topografica mediata su tutta la superficie è stata di 4.94 m, con un massimo di 6.23 m nel settore frontale (Figura 2). Nei rilievi autunnali si sono osservati diversi mulini glaciali nella parte frontale dell'apparato (Figura 3), proprio in corrispondenza dell'area del glacionevato maggiormente interessata dalla diminuzione topografica. In tutta la porzione in sinistra orografica, inoltre, sono evidenti le numerose bédrières superficiali che drenano l'acqua di fusione (Figura 3). Nel corso di un ulteriore sopralluogo effettuato nel mese di novembre, i mulini glaciali erano ancora molto evidenti seppur non più attivi in superficie ma solo, debolmente, al fondo degli stessi con ancora un po' di acqua subglaciale circolante.

Foto R.R. COLUCCI



Figura 3 - La fronte del corpo glaciale orientale del Canin il 14 settembre 2022 con i mulini glaciali e le bédrières superficiali. Un mulino glaciale è evidenziato in a)
Figure 3 - Terminus of the Canin East ice patch on September 14th, 2022 with glacial moulin and bédrières. A glacial moulin is highlighted in a)

Prevala

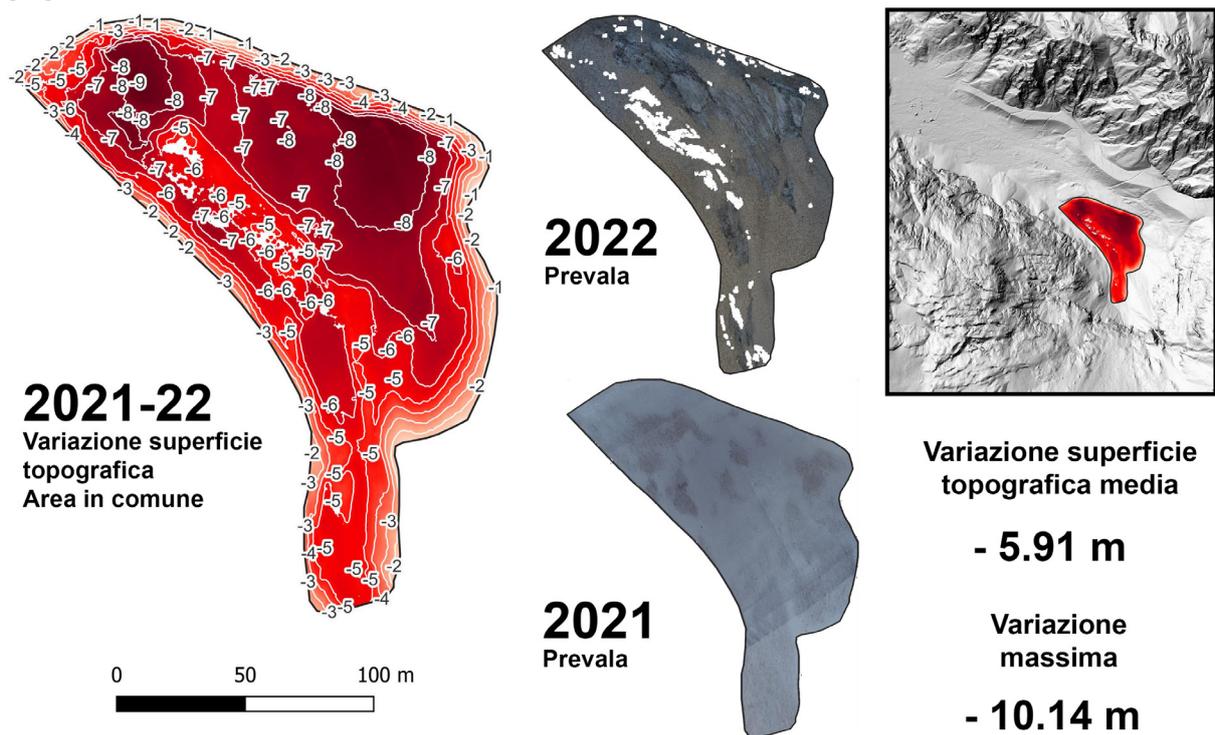


Figura 4 - Variazione topografica del corpo glaciale del Prevala il 3 ottobre 2022 rispetto al 2021.

Figure 4 - Topographic differences of Prevala snow-ice patch in 2021-2022.

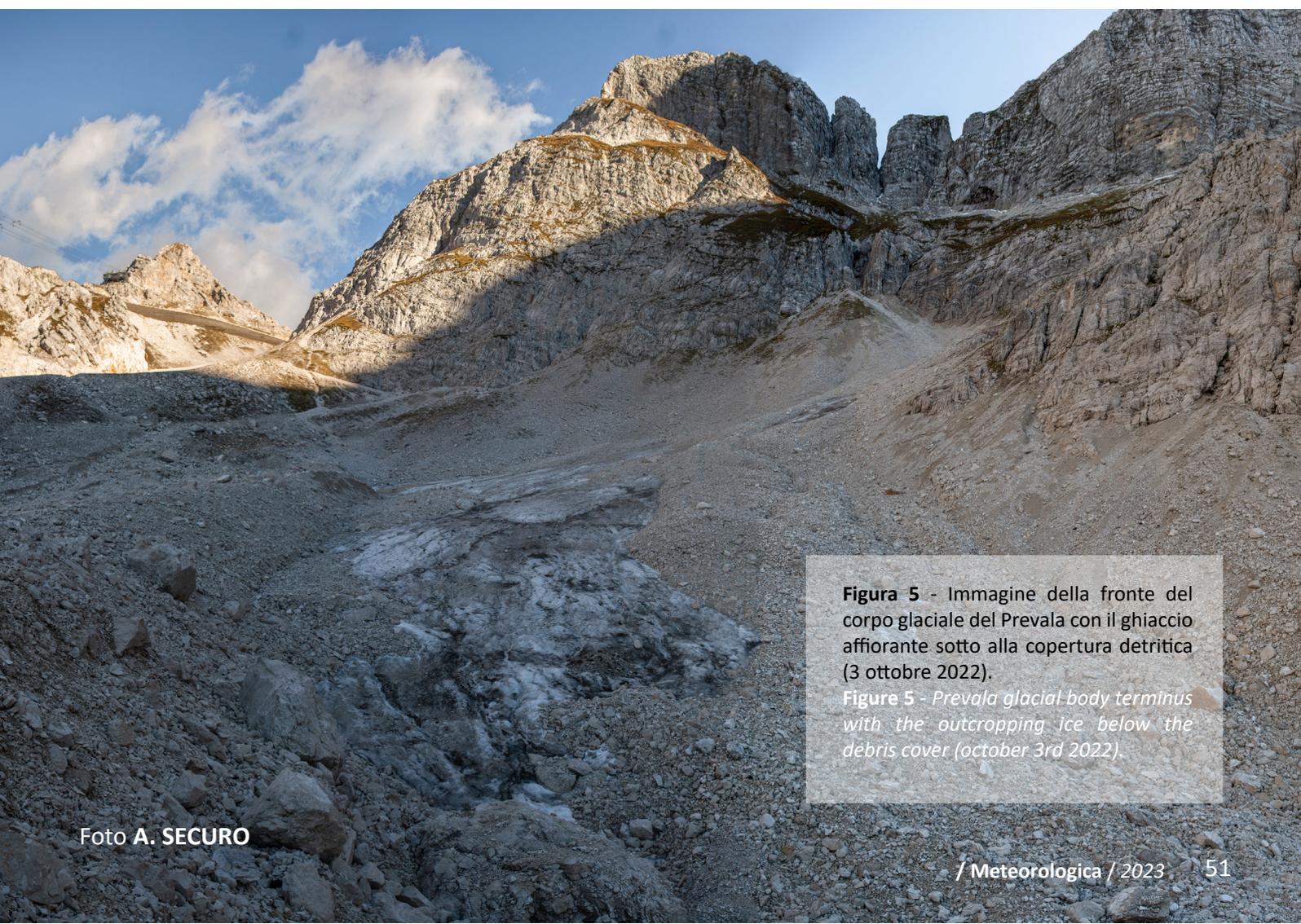


Figura 5 - Immagine della fronte del corpo glaciale del Prevala con il ghiaccio affiorante sotto la copertura detritica (3 ottobre 2022).

Figure 5 - Prevala glacial body terminus with the outcropping ice below the debris cover (october 3rd 2022).

Popera Alto

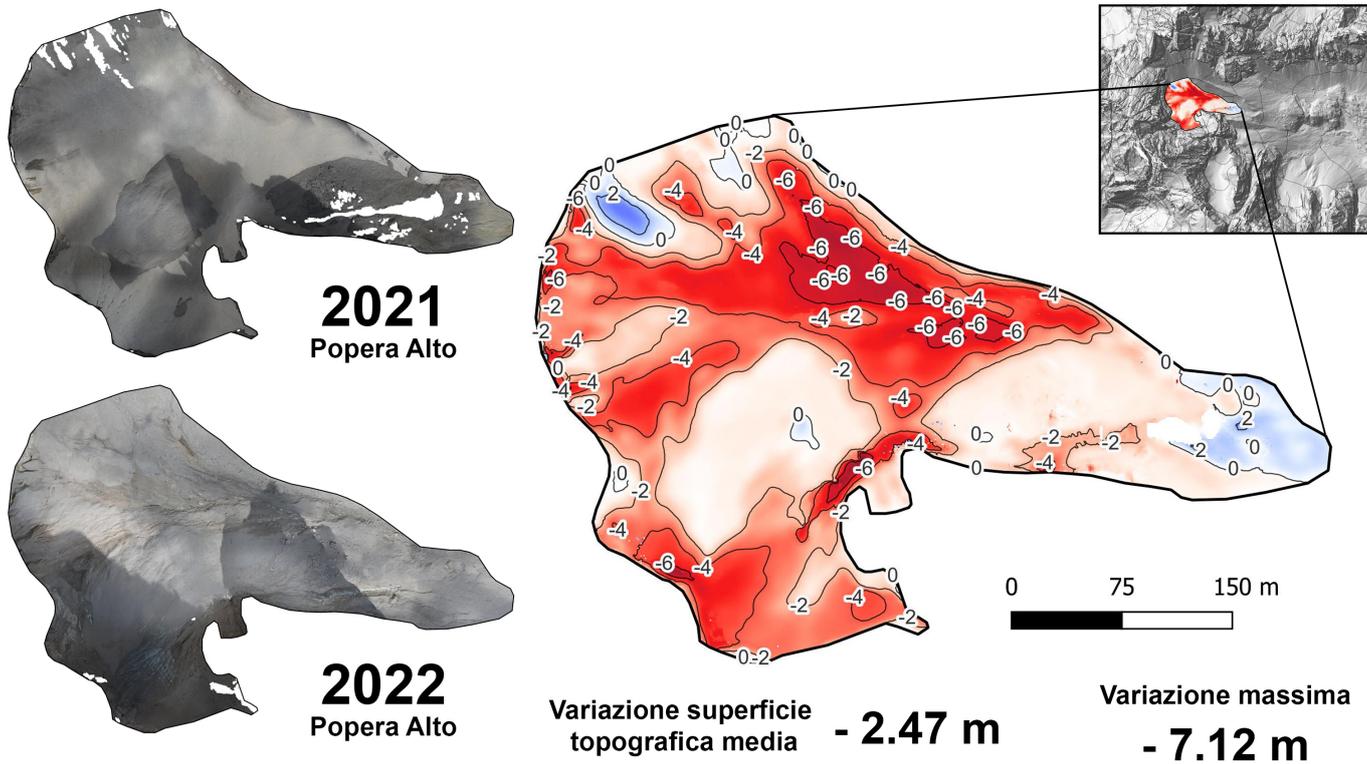


Figura 6 - Variazione topografica del ghiacciaio Alto di Popera il 7 settembre 2022 rispetto alla medesima data nel 2021.
Figure 6 - Topographic differences of Popera Alto glacier in 2021-2022, both on september 7th.

Figura 7 - Fronte del ghiacciaio Alto di Popera, completamente ricoperta da detrito, e vista sul Vallon Popera dalla morena laterale sinistra del ghiacciaio.

Figure 7 - Popera Alto glacier terminus, completely covered by debris, and view of Vallon Popera from the left lateral moraine of the glacier.

Foto A. SECURO

Sul Prevala la diminuzione media è stata di 5.91 m con un massimo di 10.14 m sempre in corrispondenza della fronte (Figura 4). Convertendo i valori di variazione topografica in massa glaciale persa, otteniamo un bilancio di -3.73 m w.e. (metri di acqua equivalente) -4.47 m w.e. rispettivamente per Canin e Prevala. La neve dell'inverno, come nel caso del Canin orientale, risultava completamente scomparsa facendo affiorare interamente la copertura detritica (Figura 5). Tuttavia, nelle porzioni di apparato più prossime alla morena frontale, erano presenti anche diverse aree con ghiaccio affiorante. E' importante sottolineare, come detto più volte, che il deposito di neve, firn e ghiaccio presente in Conca Prevala non è un nevaio, ma bensì un corpo glaciale a tutti effetti con spessori di ghiaccio misurati tramite Ground Penetrating Radar fino a 15 metri. L'errata convinzione popolare che si tratti di un nevaio è dovuta al fatto che negli ultimi anni estati molto calde sono state a volte in grado di fondere completamente la neve dell'inverno precedente, facendo affiorare la copertura detritica del corpo glaciale. E' al di sotto del detrito, infatti, che sono presenti spessori di ghiaccio di 10-15 metri.

A testimoniare il movimento deformativo e gravitativo posseduto in passato da questo piccolo corpo glaciale, vi è inoltre l'evidente morena frontale presente in Conca Prevala.

Il valore inferiore di diminuzione della superficie topografica del Popera rispetto a Canin e Prevala è da attribuirsi alla maggiore quota ma, soprattutto, alla imponente copertura detritica che presenta questo piccolo ghiacciaio dolomitico (Figura 7, 8). Se sufficientemente spesso, infatti, il detrito è in grado di inibire l'effetto della radiazione solare estiva riducendo quindi l'ablazione complessiva. Il caldo estremo registrato nel corso dell'estate 2022, è stato comunque in grado di provocare effetti di degradazione del ghiaccio particolarmente significativi ed a volte parossistici, come il caso della valanga di ghiaccio in Marmolada di inizio luglio 2022. In particolare, si è venuta a creare una considerevole ed anomala quantità di acqua di fusione glaciale che, nel caso del Popera, ha portato alla formazione di una profonda incisione in destra orografica del ghiacciaio ben visibile in Figura 8.





Foto A. SECURO

Figura 8 - Immagine della parte centrale del ghiacciaio Alto di Popera il 7 settembre 2022, con il profondo solco di fusione in destra orografica.

Figure 8 - The central part of the Popera Alto glacier on september 7th 2022, with the deep melting gully on the orographic right.

Figura 9 - Mulino glaciale parzialmente ricoperto dalle nevicate autunnali sulla fronte del corpo glaciale Orientale del Monte Canin, Novembre 2022.

Figure 9 - Glacial moulin partially covered by autumn snowfall at the terminus of Canin East ice patch, November 2022.



Abstract ENG

Response of the glacial bodies of Canin and Popera

The combination of the warmest summer ever recorded and a winter with scarce precipitation and snowfalls below average led to extremely negative glacier mass balance all over the Alps, including our three monitored ice bodies in the Eastern Alps. At the Prevala and Canin glacial ice patches in the Julian Alps as well at the Popera glacier in the Sexten Dolomites, we respectively report -3.73 m w.e., -4.47 m w.e. and -2.22 m w.e. negative mass balance. Smaller value reported on Popera glacier is due to the important debris cover which is partially protecting the glacier from summer ablation. Nevertheless, the extremely high presence of melting water in both Canin and Popera, led to important changes in the glacier morphology with the formation of moulins, bedières and deep melting channels.

Ghiacciaio Occidentale del Montasio

A cura di **FEDERICO CAZORZI**
UNIVERSITA' DI UDINE

I rilievi

I rilievi sul ghiacciaio sono stati effettuati con metodo geodetico, utilizzando la restituzione fotogrammetrica con tecnica Structure from Motion (SfM), rispettivamente il 28 settembre 2021, il 31 maggio 2022 e il 3 ottobre 2022 (Figura 2, 3), impiegando un drone DJI Matrice 210v2 con una combinazione di riprese nadirali e inclinate. Il risultato di ciascun rilievo è la superficie topografica del ghiacciaio che costituisce il DEM (Digital Elevation Model) alla data del rilievo.

Per differenza tra due rilievi successivi si ottiene il DoD (Dem of Difference) che rappresenta il cambiamento di superficie, e conseguentemente di volume, tra le due date. Il bilancio invernale (accumulo di neve) è stato calcolato da DoD 2022-05-31 a 2021-09-28 (fig. 4), mentre il bilancio annuale (ablazione netta) è stato calcolato dal DoD 20221003-20210928 (fig. 5). La superficie del ghiacciaio è quella riferita al valore medio degli ultimi quattro anni ed è pari a 6.23 ha.



Figura 1 - Montasio Occidentale glacier during the mass balance survey of 3 October 2022

Figure 1 - Il ghiacciaio Occidentale di Montasio durante I rilievi di bilancio di massa del 3 ottobre 2022

Foto **F. CAZORZI**

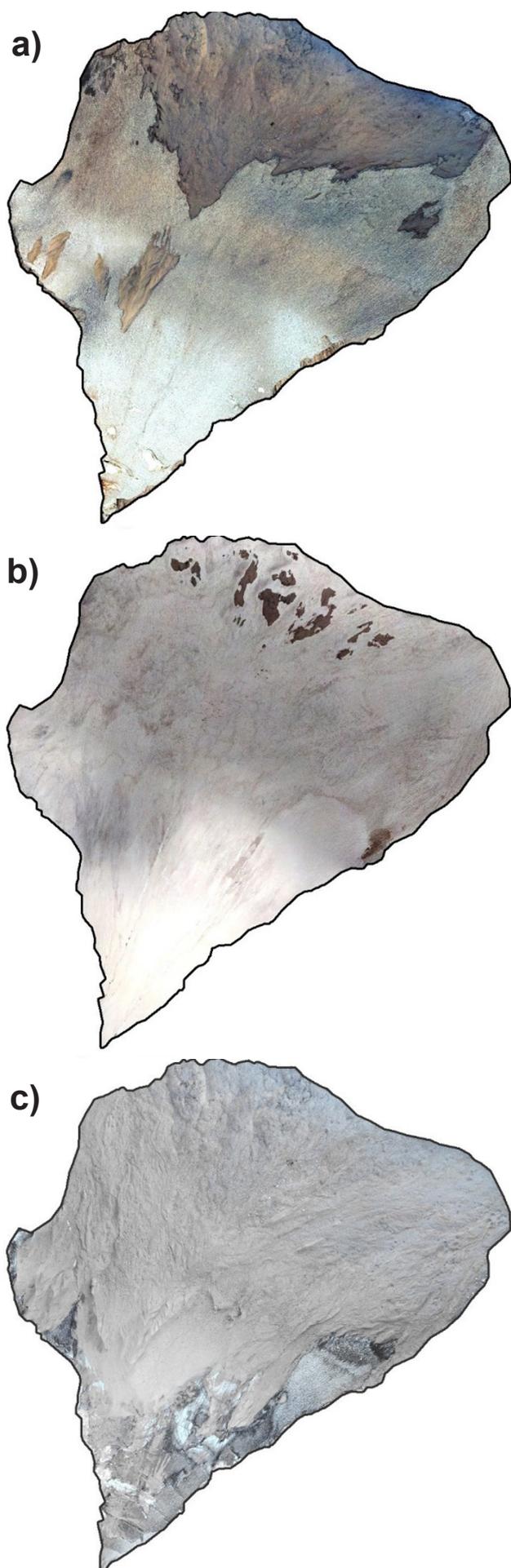
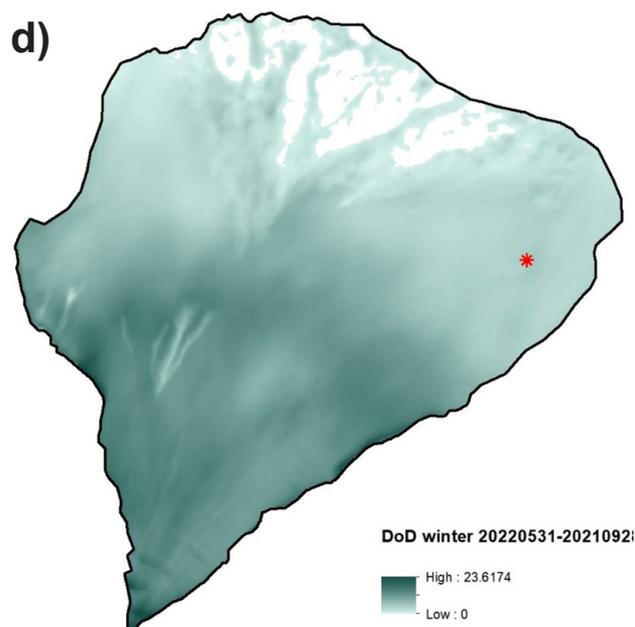


Figura 2 - La differenza di quota tra il 28 settembre 2021 (a) e il 31 maggio 2022 (b) rappresenta l'accumulo di neve invernale (d). L'asterisco rappresenta il punto della misurazione in trincea. Al momento del rilievo il manto nevoso era assente nelle aree bianche (DoD = 0).

Figure 2 - The difference in altitude between 28 September 2021 (a) and 31 May 2022 (b) represents the winter snow accumulation (d). The asterisk represents the point of the trench measurement. At the time of the survey, the snowpack was absent in the white areas (DoD = 0).



Bilancio invernale

Il 28 settembre 2021 un'ampia porzione di ghiacciaio era coperta da un leggero strato di neve, frutto di una nevicata nei giorni precedenti, considerata di trascurabile entità ai fini dei calcoli di bilancio. L'accumulo di neve a maggio 2022 mostra valori massimi intorno a 20 m alla base delle pareti rocciose, dove si accumula la neve che non si stabilizza sulla ripida parete nord dello Jof di Montasio e precipita a valle in forma di frequenti valanghe perlopiù di piccole dimensioni. In trincea, scavata nel punto indicato dall'asterisco in fig. 4, è stato misurato uno spessore del manto di 3.10 m con una densità media pari a 0.523 t/m³. Lo spessore del manto nel punto di trincea risulta essere il minore di quelli misurati a fine maggio a partire dal 2010, che vedono un massimo di 7.40 m (2011) e una media di 4.80 m (mancano le misure del 2014, 2015 e 2020). Sull'intero ghiacciaio l'altezza media del manto nevoso è risultata pari a 3.41 m (± 0.34 m) corrispondenti a un equivalente in acqua medio (SWE) di circa 1.78 m.

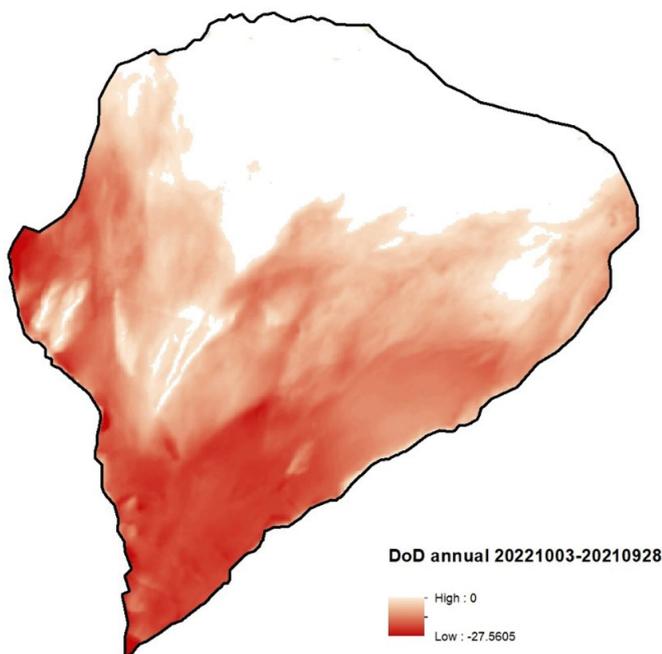


Figura 3 - La differenza di quota tra il 28 settembre 2021 (Figura 2a) e il 3 ottobre 2022 (Figura 2c) rappresenta la perdita di quota netta causata dall'ablazione estiva, dopo la completa fusione del manto nevoso. Nelle aree bianche la differenza di quota è pari a zero.

Figure 3 - The difference in altitude between 28 September 2021 (Figure 2a) and 3 October 2022 (Figure 2c) represents the net loss of altitude caused by summer ablation after the snowpack has completely melted. In the white areas, the height difference is zero.

Bilancio annuale 2021-22

La copertura nevosa ha subito un ritiro piuttosto rapido in luglio e agosto, e nei primi giorni di settembre rimaneva solo una piccola area innevata, residuo di un accumulo da valanga nella zona più protetta dall'irraggiamento, al piede della parete orientale. Il 3 ottobre 2022, data del rilievo finale, la copertura residua risultava trascurabile sia di estensione che di spessore. Dal rilievo autunnale è stato ricavato il DoD su cui calcolare il bilancio annuale 2021-2022 (fig. 5). La differenza di quota massima, negativa di circa 25 m, si registra in corrispondenza dell'apice del ghiacciaio, sul canalino da cui inizia la via alpinistica "Kugy" alla parete Nord. La perdita di quota media netta sull'area del ghiacciaio è di 2.59 m (± 0.41 m) corrispondenti a un equivalente in acqua del ghiaccio (WE) pari a 2.33 m. L'ablazione media totale (neve più ghiaccio) nel corso dell'estate 2022 è risultata dunque pari a 4.11 m (± 0.65 m) di equivalente in acqua.

Abstract ENG

The Montasio Occidentale glacier

Montasio West surveys were carried out with a drone using the geodetic method and the Structure from Motion (SfM) technique on three different dates. The results of these surveys are represented by digital elevation models (DEM) showing the topographic surface of the glacier. By calculating the difference between two successive surveys, the DEM of Difference (DoD) is obtained, which indicates the changes in surface area and volume that occurred during the period under consideration. The winter and annual budgets were calculated using the DoDs obtained. The surface area of the glacier is 6.23 hectares, and the winter balance shows a maximum snow accumulation of about 20 metres. A trench excavation revealed a snowpack thickness of 3.10 metres. Snow withdrawal occurred rapidly in July and August, with a small snow area remaining only at the base of an eastern wall. At the end of the reporting period, the residual snow cover was negligible. The annual balance showed an average net elevation loss of 2.59 metres, corresponding to a water equivalent of 2.33 metres. The total ablation (snow and ice) during the summer of 2022 was 4.11 metres water equivalent.

The glaciological year 2021-22 at Triglav glacier

By **MATEJ LIPAR** and **MATIJA ZORN**
ZRC SAZU Anton Melik Geographical Institute

The Triglav Glacier is located on the northeastern slope of Mount Triglav, the highest peak in the Julian Alps and Slovenia, and extends over a karstified surface consisting of carbonate rock, namely limestone and dolomite. The ZRC SAZU Anton Melik Geographical Institute has been conducting monitoring of the Triglav Glacier since 1946. Initially, measurements were taken using a measuring tape and compass, which allowed the retreat of the glacier to be measured by observing coloured marks on rocks around the glacier. Accurate and continuous geodetic measurements were introduced in the 1990s using standard geodesic tachymetric and GPS techniques. In recent years, these methods have been supplemented by GNSS and drone photogrammetry techniques, which replaced geodesic tachymetric measurements in 2022 completely.

In that year, extensive measurements were taken to determine the surface area, thickness (using ground penetrating radar), and volume of the glacier. Unfortunately, the ice was not visible in either 2021 or 2022, so the surface area represents the extend of the snowfield.

In 2022, the surface area of the Triglav Glacier was measured at 0.7 hectares, with a maximum depth of 5.5 meters, an average depth of 1.4 meters, and a preliminary volume of 2,455 cubic meters. Compared to 2021 (2.4 ha), the glacier shrank and thinned significantly in 2022 due to unfavourable snow and temperature conditions.

The amount of snow during the 2021/22 snow season was almost one and a half meters lower than the long-term average. The melting period from May to October was also the warmest since 1955 (these data was measured by the Slovenian Environmental Agency).

Figure 1 - Mount Triglav with the remaining ice patch of the Triglav Glacier beneath in late August 2022.
Figura 1 - Il Monte Triglav con la ice patch rimanente dal Ghiacciaio del Triglav, a fine agosto 2022.

If these meteorological conditions persist, the glacier may not have a good chance for survival, which will have implications for water supply to nearby mountain huts and valley springs.

The monitoring work in 2022 also involved sampling of ice, including drilling an almost 4.5 meter long ice core. The samples are currently undergoing analysis for geochemistry and age.

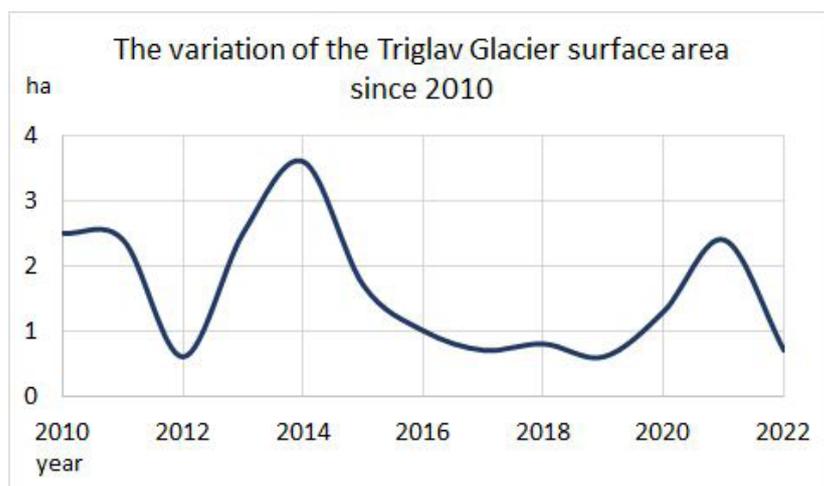


Figure 2 - The variation of the Triglav Glacier surface area since 2010.

Figura 2 - Variazione della superficie del ghiacciaio del Triglav dal 2010.



Figure 3 - Work activities on the Triglav Glacier in 2022: (A) Ground penetrating radar measurements, (B) ice core sampling, (C) GNSS measurements, (D) drilling of the ice core.

Figura 3 - Rilievi sul ghiacciaio del Triglav nel 2022: (A) misure con Ground Penetrating Radar, (B) campionamento della carota di ghiaccio, (C) misure GNSS, (D) perforazione della carota di ghiaccio.

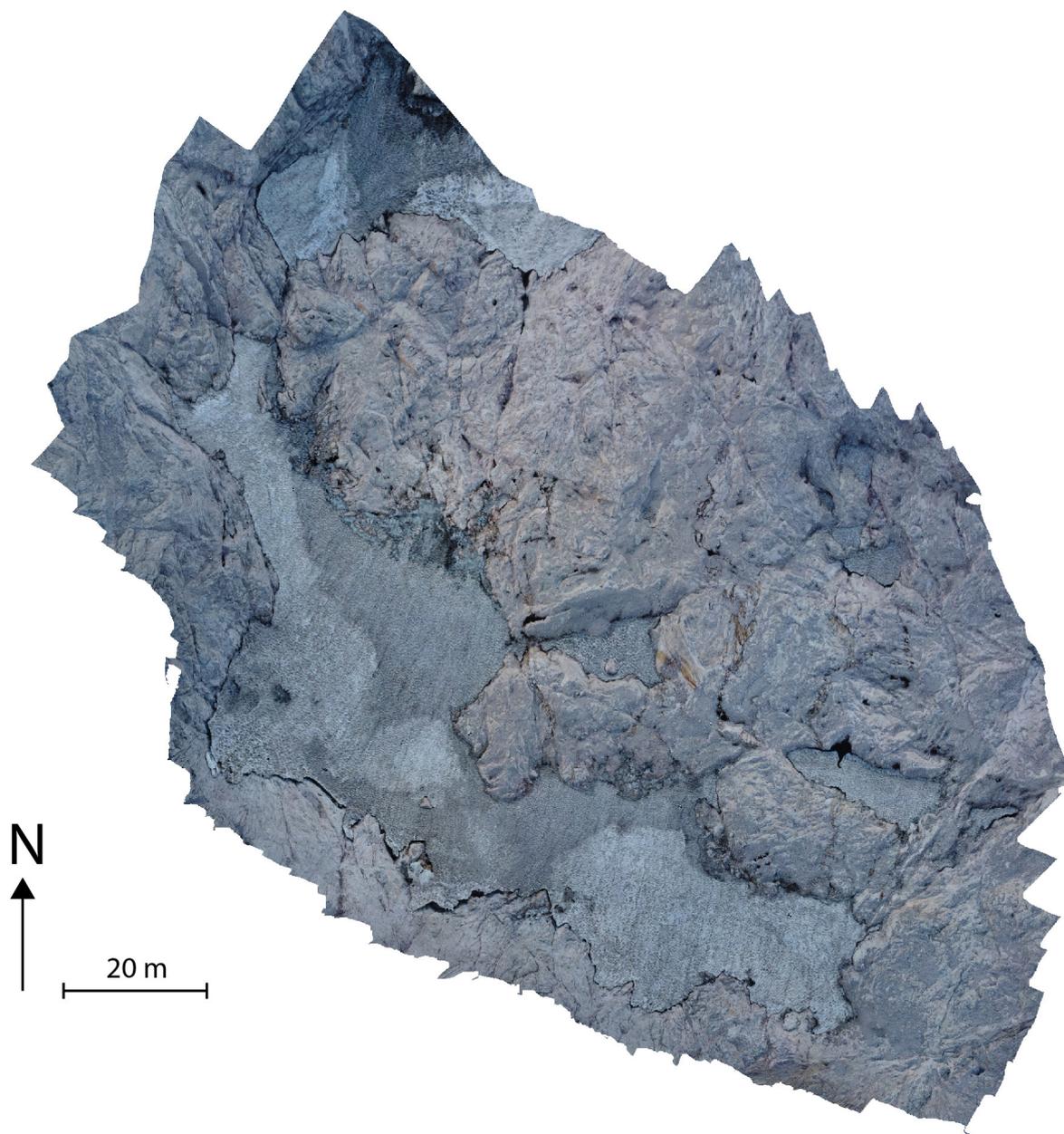


Figure 4 - Orthophoto of the aerial drone photos of the Triglav Glacier in late August 2022 (courtesy by Rok Ciglič, ZRC SAZU GIAM).
 Figura 4 Ortofoto del ghiacciaio del Triglav a fine agosto 2022 (fonte: Rok Ciglič, ZRC SAZU GIAM)

Abstract ITA

L'anno glaciologico 2021-2022 al Triglav

Il ghiacciaio del Triglav, in Slovenia, è monitorato dall'Istituto geografico ZRC SAZU Anton Melik dal 1946. I metodi tradizionali sono stati sostituiti da tecniche geodetiche, GNSS e droni, nel 2022. Nel 2022 la superficie del ghiacciaio misurava 0,7 ettari, con una profondità massima di 5,5 m e un volume preliminare di 2.455 metri cubi. Le condizioni sfavorevoli di neve e temperatura hanno causato una significativa contrazione rispetto al 2021 (2,4 ha). La riduzione delle precipitazioni nevose e le temperature più calde minacciano la sopravvivenza del ghiacciaio, compromettendo l'approvvigionamento idrico delle aree vicine. Durante i rilievi sono stati raccolti campioni tramite carote di ghiaccio per analisi geochimiche per eventuali datazioni.

The glaciological year 2021-22 at Eiskar glacier

By GERHARD HOHENWARTER

The glacier budget year 2021/22 was one of the worst to the glacier since annual measurements began in 1992. The winter half-year 2021/22 (Nov-Apr) was one of the driest in recent years. Compared to the mean 1991-2020, only about 70% of the usual precipitation fell at Eiskar. Coupled with the third warmest mountain summer in the history of measurements (since 1851) this led to strong snow, firn and ice melt at the Eiskar. After two budget years favorable for the Eiskar glacier, the 2022 melt season again brought a significant glacier retreat. When the glacier was measured on September 10, 2022, there was no more old snow on the glacier surface; this was last the case in 2017. However, individual areas were still covered with firn.

Despite the strong melt season, the glacier tongue did not break off this year, contrary to expectations. The length measurement to the ice edge could be carried out at all eight measurement marks this year.

Since all measurement marks were under old snow in the fall of 2021, no comparable figures can be given for 2022 compared to the previous year. However, the observed situation on the glacier showed the clear picture of a glacier retreat for 2022.

The evaluation of the four ice gauges leads to the conclusion that in summer 2022 about 1.3 m of ice melted on average over the entire glacier. In addition, almost the entire firn reserves from the previous year (~1400 mm water equivalent) have

Based on the collected data, an average mass loss of about 2500 mm (+/- 20%) water equivalent can be estimated at the Eiskar glacier for the glacier year 2021/22. Converted to the entire glacier, this would result in a mean ice loss of about 2.75 m.

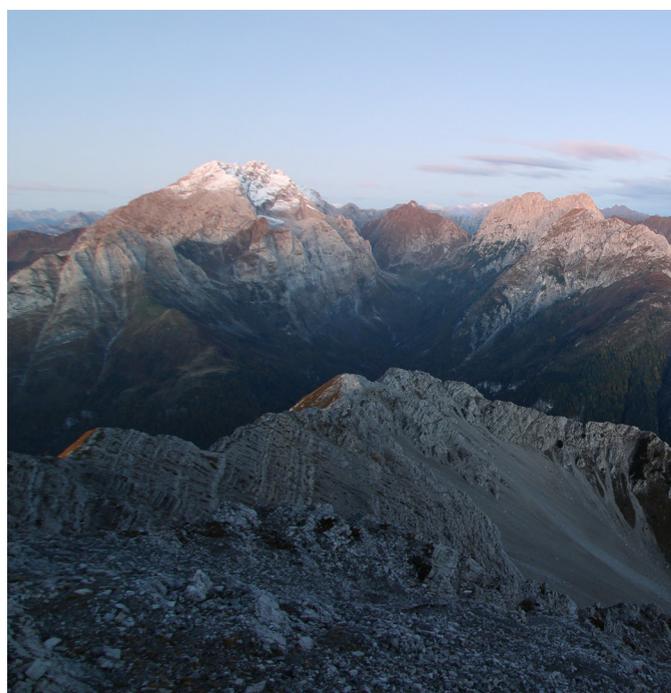


Figure 1 - Eiskar glacier seen from Mauthen / Polinik - Blick nach Westen webcam on October 2nd, 2022.

Figura 1 - Il ghiacciaio dell'Eiskar visto dalla webcam Mauthen / Polinik - Blick nach Westen il 2 ottobre 2022.

Abstract ITA

L'anno glaciologico 2021-2022 al ghiacciaio Eiskar

Il bilancio di massa 2021/22 del ghiacciaio dell'Eiskar è stato caratterizzato da condizioni sfavorevoli, con scarse precipitazioni e temperature elevate, che hanno portato a una significativa fusione di neve, firn e ghiaccio. Le misurazioni hanno indicato un chiaro arretramento del ghiacciaio, con una perdita media di ghiaccio stimata in circa 2,75 metri, rendendolo uno dei peggiori anni per il ghiacciaio dall'inizio delle misurazioni nel 1992.



Meteorologica

Bollettino della Società Meteorologica Alpino-Adriatica
Bulletin of the Alpine-Adriatic Meteorological Society

www.aametsoc.org

Questo numero è stato realizzato grazie al supporto di tutti i soci SMA-A.
This issue has been realized thanks to the support of all AAMS members.

SEDI SMA-A APS

Sede legale - Registered office:
Via Silvio Pellico, 9 I - 33043 Cividale del Friuli (UD)
Sede operativa - Operational headquarters:
via Brigata Re 29 - 33100 Udine
web: www.aametsoc.org
e-mail: aametsoc@gmail.com
CF & P.IVA: | VAT number: 02150490304

© 2021 Meteorologica - ISBN 1827-3858

Meteorologica



Resoconto Meteorologico 2022
Weather Report 2022