

SPEDIZIONE IN A.P. TORINO, comma
20c, art.2, Legge 662/96 autorizz.
Trib. Saluzzo n. 64/73, 13.10.1973

Grotte 178

Gruppo Speleologico Piemontese CAI-UGET

Lavori in aria a Piaggia Bella

M. Motta

Facendo seguito ai lavori degli anni 20-21 (in stampa su Grotte), una nuova serie di data-logger e sonde di temperatura è stata installata il 15 settembre '22 nella Voragine del Pa', in qualità di sicuro e importante ingresso basso, in Caracas, sicuro ingresso alto abbastanza direttamente collegato alla Voragine del Pa' (Eusebio et al., 2010), e il 16 settembre '22 in Puerpera, possibile ingresso alto di Piaggia Bella, a 2565 m s.l.m., quasi la massima quota possibile del sistema. I dati, raccolti secondo i criteri illustrati in Grotte 168 (Motta, 2019) se tutto funzionerà saranno confrontati con quelli raccolti da palloni-sonda nell'atmosfera libera (<http://weather.uwyo.edu>), e quelli raccolti in prossimità del suolo dalla stazione meteo del Dipartimento di Scienze della Terra di Torino, appena installata a pochi metri dalla Capanna Saracco-Volante.

Durante la posa sono state eseguite le solite misure di controllo, temperatura di aria e sedimento del pavimento, umidità relativa dell'aria. Oltre a mostrare chiaramente (e ovviamente) che gli ingressi prescelti hanno comportamento coerente con il loro status di ingressi alti o bassi, si notano interessanti relazioni con le condizioni dell'atmosfera libera, che verranno qui descritte.

Distribuzione di temperatura e umidità in funzione della distanza dall'ingresso

Fig. 2 mostra la situazione all'inizio della Voragine del Pa'. Le ascisse negative si riferiscono a punti esterni alla grotta, il valore 0 è posto dove l'imbutto esterno si restringe e si entra propriamente in grotta. Il punto più lontano dall'ingresso corrisponde alla posizione del data-logger.

La spiegazione è analoga a quella presentata nel numero 173 di Grotte (M. & L. Motta, 2020) per la situazione termica del 2019 e 2020: l'aria, scorrendo verso l'imbocco, si scalda fra 90 e 80 m per compressione in strettoia, poi si espande entrando nel salone iniziale, raffreddandosi prima molto rapidamente, poi più lentamente. Fuori grotta la temperatura risale, specie al passaggio dall'ombreggiato imbuto dell'ingresso ai soleggiati pendii esterni.

In Caracas (Fig. 2) invece l'andamento della temperatura dell'aria è quasi rettilineo: è aria esterna

risucchiata dalla grotta, che mantiene bene la temperatura esterna, poiché il flusso è intenso e siamo solo all'inizio della grotta.

Come di norma nella situazione di circolazione estiva, il pavimento sia di Caracas sia di Voragine del Pa' è più freddo dell'aria. È notevole che ciò si verifichi già presso gli imbocchi: ciò indica che il freddo accumulato dalla roccia nella stagione fredda genera effetto camino per tutta la lunghezza della grotta.

Fuori grotta, invece, come è normale in pendii esposti al sole d'estate, il suolo è più caldo dell'aria, perché è lui che assorbe la maggior parte della radiazione solare. La Puerpera (Fig. 3) mostra la stessa situazione di Caracas, il che dimostra che si tratta di un ingresso alto, ma non dimostra (né nega) che sia collegata a Piaggia Bella.

La distribuzione dell'umidità relativa (Fig. 4) negli ingressi alti conferma che l'aria viene aspirata dall'esterno, e nella Voragine del Pa' che i riscaldamenti visti in fig. 2 sono di tipo quasi-adiabatico per compressione del flusso d'aria diretto verso l'uscita, e i raffreddamenti viceversa derivano da espansioni del flusso. I valori prossimi o eguali a 100% suggeriscono che l'abbondante acqua di stillicidio a 60-70 m dall'imbocco non sia infiltrata dalla superficie, ma derivi da condensazione dell'umidità sulle pareti conseguente al raffreddamento dell'aria. Da ciò, la temperatura identica a quella del sedimento del pavimento (Fig. 2). Questa particolare situazione (che ovviamente tende a durare per tutto il periodo di circolazione estiva), associata alla vicinanza con l'imbocco, che permette l'ingresso di neve durante la stagione invernale, ha permesso il mantenimento di un grosso blocco di neve ghiacciata ancora presente al momento del sopralluogo, nonostante la stagione avanzata.

Confronto con l'atmosfera libera

Nel periodo del sopralluogo a Levaldigi sono stati lanciati palloni-sonda alle 00:00 del 15/9, alle 12:00 e 00:00 del 16/9. Fig. 5 mostra la distribuzione altimetrica delle temperature in atmosfera libera, all'esterno delle grotte in prossimità del suolo e dentro Piaggia Bella. Nel giorno di misura l'aria in Caracas ha temperatura molto simile a quella dell'atmosfera libera, mentre nella Voragine del Pa' è stata fortemente



Fig. 1 La nuova stazione meteo presso la Capanna Saracco-Volante. Misura piovosità, T, RH, vento, pressione atmosferica. (PH. U. Lovera)

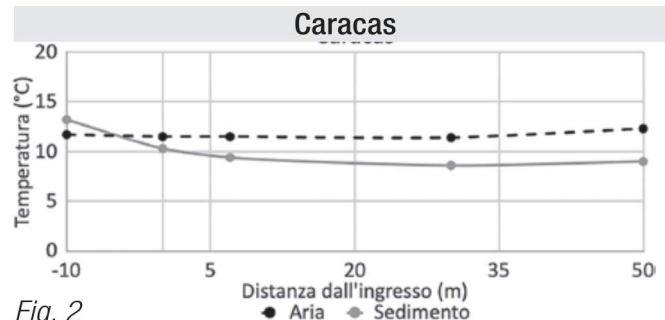
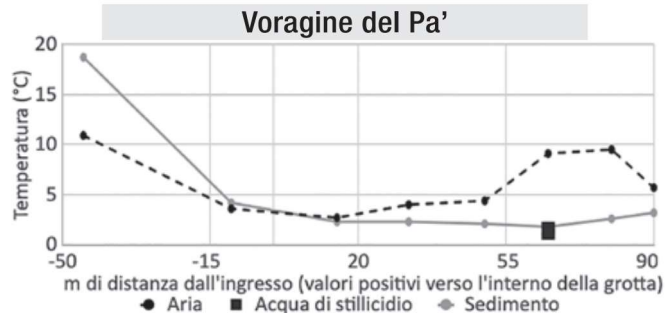


Fig. 2

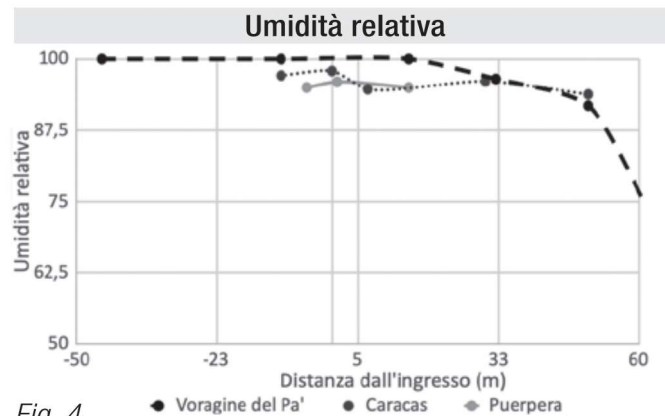


Fig. 4

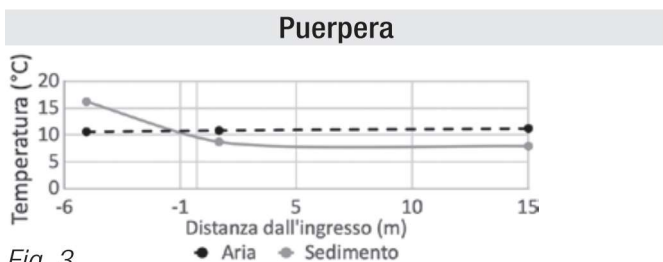


Fig. 3

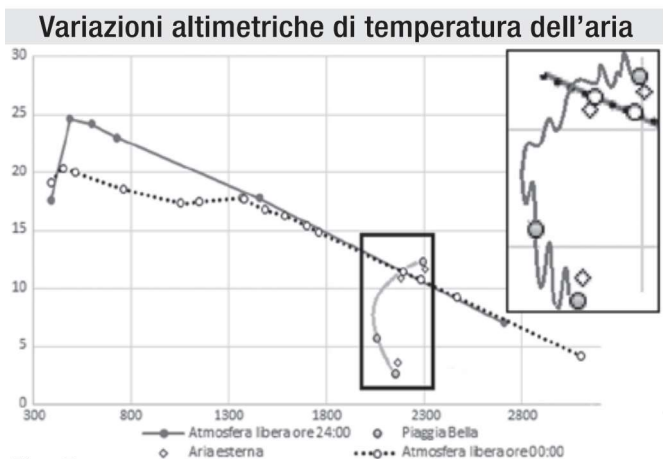


Fig. 5

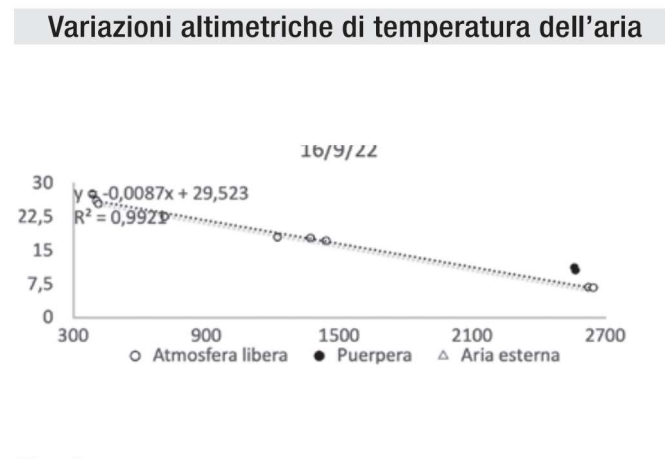


Fig. 6

Fig. 2 (15.09.22) Fig. 3 (16.09.22). Temperature misurate con sonde termometriche Pt100, per aria e a penetrazione.
 Fig. 3 Temperature misurate il 16.09.22 con sonde termometriche Pt100, per aria e a penetrazione.
 Fig. 4 Umidità relativa misurata il 15 e 16 settembre 2022.
 Fig. 5 Il riquadro in alto a sinistra mostra un presumibile andamento effettivo delle temperature lungo il collegamento Caracas – Voragine del Pa', risultante dai raffreddamenti e riscaldamenti adiabatici in corrispondenza di strozzature e allargamenti della sezione di flusso.
 Fig. 6 Anche la Puerpera risucchia aria a temperatura molto vicina a quella dell'atmosfera libera.

raffreddata dalla roccia nel percorso sotterraneo tra gli imbocchi alti (Caracas & C.) e il tratto misurato, lungo una curva termica resa irregolare dalle locali espansioni o compressioni del flusso d'aria di cui si è già detto (vedi particolare ingrandito in basso a destra della Fig. 5). Che la Voragine del Pa' soffi aria fredda è banale, visto che stiamo parlando di un ingresso basso; non così ovvio è invece il fatto che anche l'aria esterna a 45 metri dalla grotta, già fuori dell'imbuto iniziale della Voragine, sia molto più prossima a quella di grotta che all'atmosfera libera. Il "respiro" di Piaggia Bella si sente in tutta la conca?? In termini più scientifici, sembrerebbe che presso gli imbocchi alti le grotte aspirino aria dall'atmosfera libera (figure 5 e 6) portandola in prossimità del suolo (dove normalmente

c'è uno strato d'aria più calda, per il calore ceduto dal suolo che assorbe la radiazione solare); viceversa, nella conca di Piaggia Bella ristagnerebbe aria uscita dalla grotta, leggermente più calda di quella all'imbocco della Voragine del Pa' (sempre per il calore ceduto dal suolo), ma decisamente più fredda dell'atmosfera libera a eguale quota.

Conclusioni

Se i dati che raccoglieremo a Piaggia Bella e alla stazione meteo confermeranno quanto appare da questi dati preliminari, sarebbe provato per la prima volta che un grande sistema carsico come Piaggia Bella influenza pesantemente il microclima anche fuori dalle doline d'ingresso, e forse anche a distanza dagli imbocchi. Non resta che attendere...

Bibliografia e siti web

Eusebio A., Lovera U., Milanese N., Silvestro C., Veerman L. Vigna B. (2010) – Atlante delle aree carsiche piemontesi. vol. 2, 462 pp., AGSP, Torino

Motta M. (2019) – Qual è la temperatura di una grotta? – Grotte, 168, 47-50.

Motta M. (in stampa) – Sul comportamento termico della Voragine del Pa' – Grotte

Motta M., Motta L. (2020) – Che aria tira alla Voragine del Pa'? – Grotte, 173, 20-23.

<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

I perché del monitoraggio climatico a Piaggia Bella

M. Motta

Fra tutti gli ambienti naturali accessibili all'uomo, le grotte sono quello con la temperatura più stabile, tanto che l'idea di monitorarne la temperatura era ancora ritenuta assolutamente superflua a un paio di secoli dalla creazione di una rete mondiale di stazioni meteorologiche. Ancora una ventina d'anni fa, quando il campanello d'allarme dei glaciologi iniziava finalmente ad essere ascoltato, e almeno la comunità scientifica, se non quella politica, aveva compreso la realtà del cambiamento climatico, si riteneva che le grotte, con la loro inerzia termica, fossero fra gli ambienti meno vulnerabili. C'era anche chi affermava che, con la bassissima velocità di trasmissione del calore nella roccia, ci sarebbero volute decine di migliaia di anni per mutare la temperatura degli ambienti sotterranei, e che essi sarebbero stati piuttosto una sorta di baluardo capace di rallentare il riscaldamento terrestre. Gli studi moderni sulla dinamica delle grotte purtroppo hanno distrutto queste illusioni: Gea non è un organismo a sangue caldo, che la pelle protegge dalle intemperie

esterne. La stabilità termica delle grotte non deriva da un meccanismo interno di autoregolazione, ma dall'equilibrio fra le temperature della roccia e dell'acqua e aria che vi circolano. L'idea di un tempo che "la grotta X ha una temperatura costante di Y° ", stampata sui dépliant delle grotte turistiche, era solo una chimera derivante dalla scarsità di misure. Le grotte sono sistemi in equilibrio dinamico, la temperatura di un punto può differire costantemente da quella di un punto a pochi metri di distanza. Ci sono stagioni, sia pure molto differenti da quelle esterne, perturbazioni meteorologiche, intensi scambi termici fra roccia, aria e acqua. Con la sola eccezione di grotte vulcaniche, acqua e aria provengono dall'esterno, e purtroppo portano in grotta tutti i problemi del mondo esterno: inquinamento, piene disastrose, global warming. Il mondo sotterraneo, più che a un animale a sangue caldo, somiglia a una lucertola, il cui sangue è grosso modo alla temperatura del mondo esterno, con differenze locali dovute all'attività metabolica. Studiare come varia la