

SILVIO POLLI

QUATTRO ANNI DI METEOROLOGIA IPOGEA NELLA GROTTA GIGANTE PRESSO TRIESTE (1958 - 61)

RIASSUNTO

Nei quattro anni 1958-61 furono eseguite nella caverna sistematiche misure delle condizioni dell'aria. Tutte le misure sono state eseguite col massimo rigore scientifico. La temperatura e l'umidità si misurarono mediante psicrometro ad aspirazione Assmann in quattro siti opportunamente scelti e all'esterno della grotta.

SUMMARY

Are presented here the results of systematic measures effected during the 4 years 1958-1961 on the meteorologic conditions of the air into the «Grotta Gigante».

All the measures have been made with the utmost scientific rigour. Temperature and humidity have been measured with an aspiration psicrometer Assmann in 4 places opportunely chosen into the cave.

PREMESSA

Alla fine del 1950, per interessamento della Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, sezione di Trieste del C.A.I., sono state iniziate, nell'interno della grotta, regolari e periodiche misure dei principali elementi meteorici e geofisici.

Le misure, eseguite con intendimenti rigorosamente scientifici, furono continuate senza interruzione per cinque anni consecutivi, consentendo così la determinazione dei valori e degli andamenti normali degli elementi geofisici della grotta. Essi precisano in ogni particolare il clima ed il microclima dell'ambiente ipogeo, sia come spazio a sè, sia come spazio riferito a quello epigeo, cioè considerato relativamente al clima della zona sovrastante la grotta.

I risultati di queste misure (Cinque anni di meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste) sono pubblicati sugli «Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia - Como, 1956» Memoria IV - Tomo II - Como, 1958. Nel presente lavoro sono pubblicati i risultati delle misure eseguite negli anni 1958-61.

La grotta, detta «Gigante» per la particolarità di essere costituita da una unica enorme caverna, è situata sull'altipiano carsico, sei chilometri a Nord di Trieste, con l'apertura del pozzo d'ingresso a 269 m sul l.m. Dal pozzo profondo 15 m parte una ripida galleria che sbocca, alla profondità di circa 30 m, nella cavità principale.

Questa comprende una grande cavità lunga 280 m, larga 60 m e alta 115. Il fondo si trova a 150 m sul l.m. e a 119 m dalla superficie esterna. La grotta comunica all'esterno attraverso due aperture. Una comprende il pozzo e la galleria d'ingresso. Questa nel punto più stretto è chiusa da una porta di ferro, sopra la quale vi è un'apertura di cm 40 per cm 20, attraverso questa l'aria circola liberamente. L'altra apertura è il cosiddetto «ingresso alto», che si apre in una piccola concavità del terreno e che finisce nel vuoto sopra la parte centrale della grotta. L'ingresso di questa breve galleria lascia libera un'apertura di circa quattro metri quadrati. Dal punto di vista meteorologico questa è la comunicazione con l'esterno più importante della grotta.

Le misure sono state eseguite in 4 stazioni interne alla grotta ed in una esterna.

Con particolare passione si dedicarono ad esse i tre speleologi Fabio Forti Tullio Tommasini e Paolo Candotti che vivamente ringrazio per la loro preziosa collaborazione. Ringrazio pure i presidenti della Commissione Grotte e della Società Alpina delle Giulie di Trieste che in ogni maniera agevolarono queste ricerche.

LE CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE

Il paesaggio e il clima sono quelli tipici dell'altipiano carsico del Mediterraneo settentrionale. Calcarci erosi dalle acque e dal vento, scheggiati dagli sbalzi di temperatura e dal gelo, biancheggiano tra il territorio rossastro, la magra erba e gli scarsi cespugli. Durante l'inverno pochi centimetri di neve coprono il suolo per una o due settimane. Il clima risente molto dei fattori continentali del retroterra. La zona pur essendo vicina al mare, è separata climaticamente da questo dal sollevamento marginale carsico. Le normali condizioni meteoriche sono perturbate, specialmente nell'inverno, dal violento vento da ENE, detto «bora» che, con i suoi caratteri di vento freddo e secco, ostacola la vegetazione che altrimenti potrebbe essere meno povera. La temperatura media annua è di 11,9° C ed è di 2,3° C inferiore a quella di Trieste. La posizione elevata e vicina al mare comporta una precipitazione piovosa e nevosa maggiore di quella di Trieste.

Presentiamo nella tab. 1 i valori medi mensili della temperatura, della precipitazione, dell'umidità e del vento rilevati a Borgo Grotta Gigante, all'esterno della Grotta.

LE STAZIONI METEOROLOGICHE INTERNE

Mentre tutta la cavità sotterranea, considerata nel suo insieme, presenta un determinato carattere climatico, è evidente che i diversi siti interni hanno condizioni microclimatiche diverse. La conoscenza precisa di questi stati fisici è la necessaria premessa per ogni ulteriore ricerca sia meteorologica che di geofisica e biologia ipogea. In particolare poi tali dati saranno indispensabili per lo studio statico e dinamico delle masse d'aria interne. Tenendo conto di dette esigenze furono scelti nella grotta quattro posti di stazione interni ed uno esterno. Le determinazioni meteorologiche sono state pertanto eseguite sempre nelle stesse quattro stazioni.

P 1 — q. m 245, profondità m 24, dopo il pozzo d'ingresso alla fine della galleria inclinata, qualche metro sotto la porta di ferro.

P 2 — q. m 169 (prof. m 100), bivio dei sentieri.

P 3 — q. m 150 (prof. m 119), piazzale sul fondo.

P 4 — q. m 190 (prof. m 79), sala dell'Altare.

Le variazioni della temperatura nell'interno della grotta sono molto piccole. Si è data perciò la massima importanza alla scelta, alla sensibilità, alla taratura degli strumenti e soprattutto alla esecuzione delle misure che furono fatte con tutti gli accorgimenti possibili affinché esse risultassero il più possibile esenti da errori.

Lo strumento fondamentale è stato lo psicrometro ad aspirazione Assmann. I suoi termometri sono isolati e schermati termicamente. I bulbi sono circondati da doppia schermatura metallica riflettente l'energia raggiante. La divisione è in $1/5$ °C, data la notevole ampiezza di una divisione la lettura è esatta sino ad $1/10$ °C. La velocità della corrente d'aspirazione lungo i bulbi è di 2,5 m/sec. Tutti i termometri usati sono stati confrontati periodicamente con un termometro campione, le correzioni sono inferiori ad $1/10$ °C, di queste si è sempre tenuto conto nel correggere la lettura. Per il bulbo bagnato si è usata acqua distillata, e ciò per evitare la formazione di incrostazioni.

La determinazione dell'umidità è stata fatta sulla base delle letture eseguite ai termometri asciutto e bagnato usando le apposite tabelle psicrometriche. Le letture venivano eseguite a temperatura stabilizzata e ripetute una seconda volta per controllo. Date tutte le precauzioni prese si ritiene che le misure rispecchino effettivamente le condizioni naturali dell'aria a m 1,5 dal suolo con un errore inferiore a 0,1 °C.

LA TEMPERATURA

Nelle tabelle 2 e 4 presentiamo sia le temperature medie quadriennali nelle quattro stazioni ipogee (2), sia nei singoli anni (4). Nella tabella 1 vengono presentati i valori medi normali degli elementi del clima esterno. Questi ultimi dati sono stati desunti dai dati forniti dalla stazione meteorologica di Borgo Grotta Gigante (Trieste), stazione questa situata sul terreno sovrastante la grotta stessa.

L'UMIDITA' DELL'ARIA

L'umidità dell'aria è stata misurata mediante psicrometro ad aspirazione Assmann descritto precedentemente. Dato lo stato di quasi saturazione dell'aria interna, per cui l'umidità relativa assume valori percentuali molto elevati, si è avuta la massima cura affinché il termometro bagnato funzioni sempre nelle condizioni più perfette possibili, controllando sia il velo d'acqua trattenuto dalla garza, evitando cioè che su di essa si formassero depositi calcarei, sia controllando la velocità della corrente d'aspirazione. Nelle tabelle 3 e 5 presentiamo, con gli stessi criteri delle temperature, i valori medi dell'umidità relativa in percento nelle quattro stazioni ipogee.

Tab. 1 — VALORI MEDI NORMALI DEGLI ELEMENTI DEL CLIMA ESTERNO

MESE	Press. atm mb		TEMPERATURA ARIA IN °C						UMIDITÀ RELAT. IN %				VELOCITÀ VENTO IN KM/ORA				Precipit. mm	Evapo. mm	Sole ore	TEMP. SUOLO	
	media	media minima	media massima	media	estremi minimi	estremi massimi	media	media min.	media mass.	media	estremi minimi	estremi massimi	media	ore 7	ore 13	5 cm				15 cm	
Gen.	980,9	2,4	-1,0	5,9	-8,3	11,7	73	61	85	26	99	7,2	E	E	92,1	21,5	92,0	1,8	2,1		
Feb.	977,5	3,9	0,5	7,2	-7,2	12,6	77	64	90	25	100	7,6	E	ENE	147,1	18,7	82,9	3,1	3,5		
Mar.	978,4	6,7	2,4	11,0	-3,8	17,2	70	50	89	16	100	8,5	E	SW	127,8	41,4	145,3	4,9	5,5		
Apr.	980,2	10,5	5,4	15,6	-1,4	23,3	66	43	89	17	99	8,6	E	SW	126,0	55,5	173,1	9,1	9,3		
Mag.	980,4	14,9	9,6	20,2	2,6	25,4	70	48	92	23	99	7,3	SE	SW	115,3	50,4	232,7	14,0	14,4		
Giu.	979,2	18,3	13,1	23,5	7,7	29,3	73	53	93	32	98	6,7	SE	SW	117,1	49,4	222,2	17,4	17,7		
Lug.	981,2	21,5	15,5	27,4	9,5	33,2	65	41	89	24	97	8,2	E	SW	61,9	83,2	300,3	20,5	20,9		
Ago.	979,6	20,5	15,0	26,0	9,1	31,3	69	47	91	30	97	7,6	E	SW	149,8	66,4	246,4	19,8	20,3		
Set.	982,4	18,1	13,2	22,9	6,8	27,8	74	56	93	30	99	8,1	E	SW	162,1	45,5	187,2	16,8	17,3		
Ott.	985,9	13,5	8,4	18,6	2,2	23,8	72	53	91	23	99	8,3	SE	SW	66,0	42,6	188,1	12,6	13,3		
Nov.	981,0	9,2	5,5	12,9	-2,2	18,2	77	62	92	25	99	8,5	E	S	193,6	27,8	89,6	8,8	9,4		
Dic.	979,8	2,8	-0,7	6,3	-6,2	13,6	69	53	85	22	99	11,4	E	ENE	86,8	31,3	111,1	2,7	3,5		
anno	980,5	11,9	7,2	16,5	-8,3	33,2	71	53	90	16	100	8,2	E	SW	1445,6	533,7	2070,9	11,0	11,4		

Tab. 2 — TEMPERATURE MEDIE QUADRIENNALI DELL'ARIA
NELLE QUATTRO STAZIONI IPOGEE

1958-61	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
P 1	9.68	9.73	10.03	10.24	10.43	10.56	10.75	10.84	10.98	10.95	10.69	10.20	10.42
P 2	10.20	10.23	10.30	10.40	10.49	10.55	10.60	10.59	10.58	10.55	10.54	10.50	10.46
P 3	10.15	10.20	10.29	10.39	10.46	10.48	10.50	10.56	10.58	10.58	10.51	10.49	10.43
P 4	10.10	10.13	10.15	10.20	10.24	10.28	10.35	10.38	10.45	10.48	10.48	10.45	10.30
M	10.03	10.07	10.19	10.31	10.40	10.47	10.54	10.59	10.64	10.64	10.55	10.41	10.40

Tab. 3 — UMIDITA' RELATIVA MEDIA QUADRIENNALE
NELLE QUATTRO STAZIONI IPOGEE

1958-61	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
P 1	100.0	99.4	98.9	98.6	98.7	99.1	99.3	99.4	99.4	99.4	99.5	99.8	99.3
P 2	99.9	99.4	99.1	99.0	98.9	98.8	98.6	98.7	99.1	99.4	99.6	99.8	99.2
P 3	100.0	99.8	99.5	99.2	99.0	99.1	99.0	98.7	98.8	99.1	99.5	99.9	99.3
P 4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.9	99.7	99.6	99.8	99.9	99.9
M	100.0	99.6	99.4	99.2	99.0	99.2	99.2	99.2	99.3	99.4	99.6	99.9	99.4

Tab. 4 — TEMPERATURE MEDIE DELL'ARIA NELLE QUATTRO STAZIONI IPOGEE
E NEI SINGOLI ANNI DEL QUADRIENNIO 1958 - 61

Stazioni	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
1958													
P 1	9.00	8.95	9.20	9.40	9.70	9.95	10.20	10.30	10.45	10.50	10.45	10.15	9.85
P 2	9.60	9.55	9.65	9.80	9.95	10.00	10.10	10.05	10.10	10.15	10.20	10.20	9.95
P 3	9.35	9.40	9.55	9.70	9.85	9.95	10.00	10.05	10.10	10.15	10.15	10.20	9.87
P 4	9.35	9.40	9.50	9.60	9.75	9.80	9.95	10.00	10.00	10.05	10.05	10.10	9.80
M	9.33	9.30	9.48	9.63	9.81	9.93	10.06	10.10	10.16	10.21	10.21	10.16	9.87
1959													
P 1	9.80	9.80	10.05	10.30	10.50	10.65	10.80	10.95	11.00	10.95	10.75	10.15	10.48
P 2	10.20	10.25	10.35	10.45	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.45	10.43
P 3	10.20	10.25	10.30	10.40	10.45	10.45	10.45	10.50	10.50	10.50	10.50	10.45	10.41
P 4	10.15	10.20	10.20	10.20	10.15	10.15	10.25	10.30	10.45	10.45	10.45	10.40	10.28
M	10.09	10.13	10.23	10.34	10.40	10.44	10.50	10.56	10.61	10.60	10.55	10.36	10.40
1960													
P 1	9.80	9.85	10.15	10.40	10.60	10.65	10.70	10.80	11.10	11.15	10.85	10.40	10.54
P 2	10.45	10.50	10.55	10.60	10.70	10.75	10.80	10.80	10.75	10.65	10.60	10.55	10.64
P 3	10.45	10.50	10.60	10.70	10.75	10.70	10.65	10.70	10.75	10.70	10.60	10.55	10.64
P 4	10.40	10.40	10.40	10.45	10.45	10.45	10.45	10.50	10.65	10.70	10.70	10.60	10.51
M	10.28	10.31	10.43	10.54	10.63	10.64	10.65	10.70	10.81	10.80	10.69	10.53	10.58
1961													
P 1	10.10	10.30	10.70	10.85	10.90	11.00	11.20	11.30	11.35	11.20	10.70	10.10	10.81
P 2	10.55	10.60	10.65	10.75	10.80	10.95	11.00	11.00	10.95	10.90	10.85	10.80	10.82
P 3	10.60	10.65	10.70	10.75	10.80	10.80	10.90	11.00	11.00	10.95	10.80	10.75	10.81
P 4	10.50	10.50	10.50	10.55	10.60	10.70	10.75	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.63
M	10.44	10.51	10.64	10.73	10.78	10.86	10.96	11.00	11.00	10.94	10.76	10.59	10.77

Tab. 5 — UMIDITA' RELATIVA MEDIA NELLE QUATTRO STAZIONI IPOGEE
E NEI SINGOLI ANNI DEL QUADRIENNIO 1958 - 61

Stazioni	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
1958													
P 1	100	100	99.5	99.1	98.9	98.9	99.0	99.3	99.5	99.8	100	100	99.5
P 2	99.9	99.3	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	99.3	99.7	99.9	100	100	99.4
P 3	100	100	100	100	99.8	99.3	99.1	99.0	99.0	99.0	99.1	99.7	99.5
P 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
M	100.0	99.8	99.6	99.5	99.4	99.3	99.3	99.4	99.6	99.7	99.8	99.9	99.6
1959													
P 1	100	99.5	99.0	98.3	98.4	99.0	99.2	99.2	98.6	98.0	98.0	99.3	98.9
P 2	100	99.8	99.5	99.0	98.8	98.8	98.8	98.8	98.7	98.6	98.7	99.5	99.1
P 3	100	99.5	99.1	98.9	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.1	99.1	99.8	99.2
P 4	100	100	100	100	100	99.9	99.7	99.5	99.2	99.6	99.9	100	99.8
M	100.0	99.7	99.4	99.1	99.1	99.2	99.2	99.1	98.9	98.8	98.9	99.7	99.3
1960													
P 1	99.9	99.2	98.7	98.6	98.8	99.4	100	100	100	100	100	100	99.5
P 2	99.9	99.3	99.0	99.0	98.9	98.5	98.0	98.5	99.2	99.8	100	100	99.2
P 3	100	100	99.7	98.8	98.1	99.0	99.2	98.5	98.5	99.3	100	100	99.3
P 4	100	100	100	100	100	100	100	100	99.5	98.9	99.1	99.6	99.7
M	100.0	99.6	99.4	99.1	99.0	99.2	99.3	99.3	99.3	99.5	99.8	99.9	99.4
1961													
P 1	99.9	99.0	98.4	98.4	98.5	98.9	99.0	99.2	99.5	99.9	100	100	99.2
P 2	99.9	99.3	99.0	99.0	99.0	98.9	98.6	98.0	98.6	99.1	99.7	100	99.1
P 3	100	99.7	99.2	99.2	99.1	99.1	98.5	98.0	98.5	99.0	99.8	100	99.2
P 4	99.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
M	99.9	99.4	99.2	99.2	99.2	99.2	99.0	98.8	99.2	99.5	99.9	100.0	99.4

NOTE BIBLIOGRAFICHE

- CRESTANI G. e ANELLI F. - *Ricerche di meteorologia ipogea nelle Grotte di Postumia*. Uff. Idrogr. del Magistrato alle Acque. Pubbl. N. 143, Roma 1939.
- POLLI S. - *Dati climatici di Trieste e dintorni*. Ist. Talassograf. Trieste, Pubbl. N. 284 (1953).
- POLLI S. - *Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste*. Atti del I Congr. Intern. di Speleologia. Parigi, 1953, Vol. II, Sez. 2. Pure in: *Alpi Giulie*, Trieste Vol. 52 (1953), pag. 22-32.
- POLLI S. - *La grotta Gigante del Carso di Trieste quale cavità barometrica*. Atti del VI Congr. Naz. di Speleologia, Trieste, 30 sett. - 2 ott. 1954.
- POLLI S. - *Sulle misure di meteorologia ipogea*. Atti del VI Congr. Naz. di Speleologia, Trieste, 30 sett. - 2 ott. 1954.
- POLLI S. - *Cinque anni di meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste*. op. cit.
- TOMMASINI T. - *Osservazioni meteorologiche eseguite nel 1970*. Boll. della Staz. Met. di Borgro Grotta Gigante (Trieste) Suppl. di Atti e Mem. della Comm. Grotte della Soc. Alp. delle Giulie, Trieste, 1971.
- TROMBE F. - *Traité de spéléologie*. Bibli. scientif. Payot, Paris, 1932.
- VERCELLI F. - *Il regime termico nelle Grotte di S. Canziano*. Grotte d'Italia (I serie).