

TULLIO TOMMASINI

PIOVOSITA' ESTERNA E STILLICIDIO NELLA GROTTA GIGANTE SUL CARSO TRIESTINO

RIASSUNTO

L'Autore pubblica i dati giornalieri di stillicidio raccolti per oltre un anno da una stalattite nella Grotta Gigante — Carso Triestino — ponendoli a raffronto con le precipitazioni esterne registrate sull'Altopiano Carsico stesso e conclude con un breve commento sui risultati ottenuti.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor macht die täglichen seit einem Jahr gesammelten Daten des Tropfenfalles eines Stalaktiten in der «Grotta Gigante» — Triestiner Karst — bekannt. Solche Daten werden mit den äusseren Niederschlägen auf das Karstige Hochland verglichen. Der Autor schliesst mit einem kurzen Kommentar über die erzielten Ergebnisse ab.

SUMMARY

The Author publishes the data concerning the daily quantity of dripping collected from stalactite into the «Grotta Gigante» - Karst of Trieste. - The dripping data are compared with the precipitations fallen on the Karst, and the results are shortly commented.

PREMESSA

Nel piano di ricerche sull'ambiente fisico delle grotte, coordinato oltre vent'anni orsono dallo scrivente unitamente all'amico Fabio Forti, è stato preso in considerazione anche l'importante problema dello stillicidio. Allo scopo di studiare almeno un aspetto di tale fattore, è stata misurata con continuità la quantità d'acqua gocciolante da una serie di stalattiti campione in due grotte del Carso Triestino: la Grotta Gigante e la Grotta Sperimentale «Costantino Doria».

Si è partiti dall'ipotesi che lo stillicidio in cavità relativamente poco profonde come quelle esaminate dipendesse in maniera preponderante dalle precipitazioni atmosferiche, e si è voluto osservare per un periodo di almeno un anno il regime idrico di una singola stalattite scelta a caso. Nel presente lavoro vengono pubblicati i dati raccolti nel primo ciclo di misure, effettuato alla Grotta Gigante nel periodo che va dal 12 Marzo 1951 al 22 Marzo 1952.

METODO E LIMITI DELLA RICERCA

Per le misurazioni in cavità è stato adottato un pluviografo SIAP Mod. UM 81 a bilancia, a rullo settimanale, che permette la misurazione di 20 grammi di acqua per ogni scatto registrato. E' stata presa in considerazione solamente la misura della quantità di acqua caduta, senza tener conto della sua composizione chimica e fisica. Si è voluto cioè solamente analizzare il regime idrico di una stalattite in rapporto con la piovosità esterna.

La Grotta Gigante (n. 2 V.G.) si apre a m 274 sul livello del mare, a circa Km 6 in linea d'aria dalla Città di Trieste. Le coordinate geografiche dell'ingresso sono: lat. $45^{\circ} 42' 31,6''$ N.; long. $13^{\circ} 45' 53,8''$ E. Gr.; $1^{\circ} 18' 45,4''$ E. M.M. Roma.

La stazione sotterranea è stata posta in corrispondenza di una stalattite nella cosiddetta «Sala dell'Altare», a circa 200 metri in linea d'aria dall'ingresso. La quota del soffitto in quel punto risulta di circa m 213 s.l.m. mentre il piano di campagna corrispondente si trova a m 273 s.l.m. Lo strato roccioso che divide la superficie dalla cavità è quindi di circa m 60, salva naturalmente la presenza di cavità intermedie sconosciute.

L'aspetto della superficie sulla verticale della stalattite è uniforme e pianeggiante. Gli affioramenti rocciosi sono piuttosto scarsi in quanto il terreno è stato dissodato e viene tenuto a prato. Uno strato uniforme di terra rossa della potenza di qualche decina di centimetri ricopre la roccia, costituita da bancate di Calcere Radiolitico Principale, piuttosto regolari, della potenza media di cm 50. Gli strati sono orientati sull'asse SE-NO; l'inclinazione è di 20° . Sugli affioramenti si notano frequenti fratture subverticali orientate NE-SO; meno abbondanti N-S e NNE-SSO. La roccia si presenta compatta, grigia, ricca di Foraminiferi. Nelle immediate vicinanze non si notano particolari disturbi tettonici; sono assenti forme carsiche di superficie degne di rilievo.

Il pluviografo è stato posto sopra una grossa stalagmite alta m 3,20 sull'attuale suolo della grotta, costituito da una bancata di calcare staccatasi dal soffitto. In tale punto il soffitto si trova ad un'altezza di circa m 18 dal suolo, ed è formato da un letto di strato dal quale pendono rade e brevi stalattiti.

Non possedendo misure di piovosità esterna raccolte nelle immediate vicinanze della Grotta Gigante, si è dovuto ricorrere ai soli dati disponibili per gli anni 1951 e 1952 per il Carso Triestino, e precisamente agli «Annali Idrologici» dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia, ove sono pubblicate anche le osservazioni meteorologiche giornaliere rilevate in tre località del Carso Triestino. Le tre stazioni sono situate a Basovizza (m 372 s.l.m.), a Villa Opicina (m 320 s.l.m.) ed a San Pelagio (m 225 s.l.m.), rispettivamente km 11 a SE, km 4 a SE e km 9 a NO dalla Grotta Gigante.

Da un controllo delle precipitazioni giornaliere si riscontra un'ottima corrispondenza tra i dati rilevati alle tre stazioni durante l'intero ciclo in esame. Si può ritenere pertanto che la media delle precipitazioni giornaliere delle tre stazioni corrisponda abbastanza fedelmente alle precipitazioni avutesi nei pressi della Grotta Gigante; nella tabella della piovosità esterna appaiono infatti le medie così dedotte. Va ancora precisato che il giorno pluviometrico decorre dalle ore 9 del giorno indicato alle ore 9 del giorno successivo.

ANALISI E COMPARAZIONE DEI DATI

Esaminando la tabella n. 1 notiamo un andamento piuttosto regolare della piovosità esterna, senza punte di eccezionale intensità. Le precipitazioni complessive dell'intero ciclo assommano a mm 1296,6 ed i giorni con pioggia sono stati 149.

Lo stillicidio complessivamente registrato, come appare nella tabella n. 2, è stato di litri 4.927,18 con una quantità giornaliera media di litri 13,18. La punta massima giornaliera si è avuta il 14 novembre 1951 con litri 284,20 contro una minima di litri 0,63 il 27 settembre 1951. Durante l'intero ciclo non è mai stata riscontrata assenza completa di stillicidio. E' interessante notare l'enorme differenza fra il massimo ed il minimo giornaliero, espressa dal rapporto 1:451.

Nell'intero ciclo di misure dello stillicidio si possono osservare 12 principali «onde di piena», spesso sovrapposte tra di loro, con punte che vanno da un minimo di litri 13,10 giornalieri (al 29.9.1951) ad un massimo, come abbiamo detto, di litri 284,20. Come si vede il regime idrico della stalattite è risultato quanto mai irregolare. La punta massima dell'«onda di piena» è stata raggiunta sempre in poche ore dall'inizio dell'aumento, mentre più lungo appare il tempo richiesto per il ritorno al di sotto del valore medio (in media 2-3 giorni).

Al repentino raggiungimento della punta massima ed alla quasi altrettanto rapida caduta al di sotto del valore medio, fa riscontro una diminuzione sempre più smorzata verso i valori minimi, con un decremento che scende al di sotto del 4% giornaliero.

La mancanza di dati orari sulle precipitazioni in superficie non ci consente di effettuare un esatto calcolo del ritardo esistente tra le precipitazioni stesse e l'arrivo dell'«onda di piena» alla stalattite. Abbiamo tuttavia cercato di stabilire un principio unico che ci dia il periodo di ritardo per tutte le 12 «onde di piena» riscontrate. Abbiamo considerato come determinante il giorno con maggiore piovosità fra quelli immediatamente precedenti la data dell'arrivo dell'«onda di piena». Poichè la giornata pluviometrica va dalle ore 9 del giorno considerato alle ore 9 del giorno successivo, abbiamo posto che la precipitazione sia avvenuta alle ore 21; a metà cioè della giornata pluviometrica.

I tempi così ottenuti presentano un errore medio di 12 ore che deve venir considerato nell'interpretazione dei risultati. Entro tali limiti di approssimazione, il ritardo oscilla dalle 10 alle 90 ore. I periodi più lunghi si riscontrano in primavera-estate; i più corti in autunno e inverno.

Il rapporto stillicidio-piovosità è per l'intero ciclo di 3,823. In linea puramente teorica risulta che il bacino di raccolta della stalattite in esame corrisponde alla superficie di m² 3,823. Naturalmente i fattori che intervengono a inficiare tale risultato sono molteplici e difficilmente valutabili: l'evaporazione della pioggia caduta in superficie, l'assorbimento radicale della vegetazione, la rugiada e la condensazione, la ritenzione idrica del terreno calcareo, lo scorrimento il mescolamento e la dispersione dell'acqua nel calcare stesso. Alcuni di tali fattori possono venir considerati come invariabili, altri invece agiscono in maniera ben diversa con il mutare delle stagioni e dell'andamento climatico.

Si è voluto evidenziare nella tabella n. 3 le 12 «onde di piena» alla sta-

Precipitazioni in millimetri - Stillicidio in litri

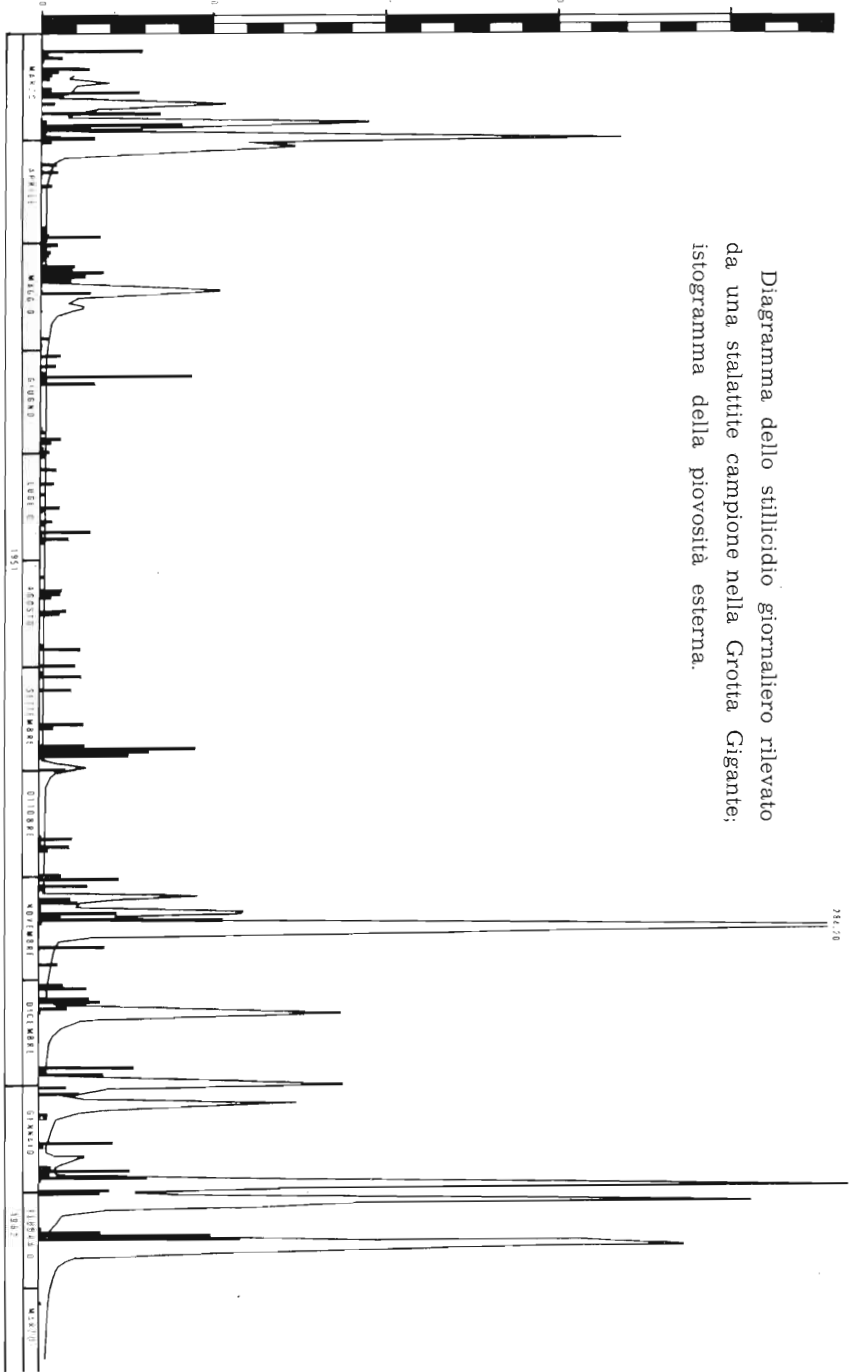


Diagramma dello stillicidio giornaliero rilevato da una stalattite campione nella Grotta Gigante; istogramma della piovosità esterna.

lattice, indicando per ciascuna di esse il giorno e l'ora d'inizio, la quantità in litri di acqua gocciolata, la somma in mm delle precipitazioni che hanno causato l'«onda di piena» ed il rapporto tra lo stillicidio e la piovosità. La quantità di stillicidio è stata desunta dai pluviogrammi ed opportunamente corretta, integrando la curva di caduta dall'inizio dell'«onda di piena» successiva allo infinito, avendo posto come ipotesi che il decremento di stillicidio in assenza di ulteriori piogge segua una funzione di tipo esponenziale, e togliendo viceversa la quantità d'acqua di pertinenza dell'«onda di piena» precedente.

I rapporti stillicidio-piovosità così ottenuti vanno da un minimo di 0,53 per i mesi estivi ad un massimo di 8,92 per i mesi di gennaio-febbraio, e dimostrano un sensibilissimo rallentamento dello scorrimento dell'acqua in profondità nel periodo primavera-estate.

TABELLA N. 1

Precipitazioni meteoriche giornaliere espresse in mm: medie delle precipitazioni rilevate a Basovizza, Villa Opicina e San Pelagio. La giornata pluviometrica va dalle ore 9 del giorno indicato alle ore 9 del giorno successivo.

Anno	1951										1952		
Mese	Mar.	Apr.	Mag	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Gen.	Febb.	Mar.
1	—	2,8	4,7	—	1,8	—	—	—	23,0	—	7,7	17,9	—
2	—	—	0,9	6,1	—	—	0,9	—	—	6,8	—	—	—
3	—	—	2,9	—	—	—	12,3	—	13,9	13,8	11,4	—	—
4	—	—	2,3	0,1	—	—	—	—	—	1,6	—	—	—
5	—	—	1,7	4,9	5,0	0,9	—	—	—	—	—	—	0,7
6	30,0	—	—	0,2	—	—	—	—	—	14,6	—	—	—
7	2,2	—	10,3	2,1	—	—	9,4	—	9,0	17,8	—	—	—
8	6,5	4,8	9,5	44,2	—	—	—	—	11,2	—	—	—	—
9	0,4	—	17,6	1,7	4,2	6,8	—	—	0,5	8,2	2,6	—	—
10	—	5,2	14,7	15,7	—	6,3	—	—	0,5	0,4	2,5	—	—
11	14,3	0,1	9,0	—	—	3,7	—	—	22,6	—	0,3	0,8	—
12	5,0	—	0,4	—	1,8	—	—	—	6,0	—	—	18,0	—
13	3,5	—	—	—	—	—	—	—	53,1	—	—	50,0	—
14	2,7	3,7	0,6	—	0,1	—	—	0,1	0,9	—	—	58,4	—
15	—	—	15,0	0,1	—	8,0	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	5,9	6,1	—	—	—	—	0,2	—	—
17	3,5	—	0,1	—	1,4	—	13,0	—	—	—	20,5	—	—
18	28,9	—	—	0,2	0,1	—	4,0	—	—	—	1,4	—	—
19	5,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	0,4	—	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—
21	3,9	—	—	—	2,0	—	0,2	0,7	19,1	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	9,8	—	—	—	—	—
23	—	—	—	0,9	14,9	—	13,2	0,5	—	—	—	—	—
24	34,9	—	—	1,3	0,7	—	45,4	9,0	—	—	3,2	—	—
25	—	—	—	0,1	8,7	0,8	32,0	2,4	—	—	26,4	—	—
26	1,3	1,1	—	6,1	2,0	12,1	26,3	—	5,1	27,6	3,1	—	—
27	40,8	1,9	—	3,5	—	—	—	—	—	1,9	31,6	—	—
28	13,9	2,6	2,6	0,4	—	—	—	—	—	18,5	0,7	—	—
29	1,0	17,6	—	1,3	—	—	0,1	—	—	—	0,1	—	—
30	—	1,5	0,8	2,7	—	—	7,7	0,2	—	—	—	—	—
31	16,0	—	—	—	—	10,7	—	6,4	—	—	20,5	—	—
Tot.	214,7	41,3	93,5	91,6	52,4	55,4	164,5	29,1	166,5	109,6	132,2	145,1	0,7

TABELLA N. 2

Stillicidio giornaliero rilevato da una stalattite campione nella Grotta Gigante mediante pluviografo, espresso in litri.

Anno	1951											1952		
	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Gen.	Feb.	Mar.	
1	—	61,72	1,74	1,98	1,24	0,94	0,76	4,66	1,20	2,42	21,66	40,16	3,26	
2	—	72,82	1,74	1,94	1,24	0,92	0,76	3,54	1,16	2,26	11,80	206,98	3,04	
3	—	62,64	1,70	1,92	1,24	0,92	0,76	2,66	1,14	2,12	6,72	94,66	2,52	
4	—	20,38	1,66	1,86	1,24	0,90	0,76	2,64	1,00	1,84	14,84	57,36	2,36	
5	—	8,30	1,62	1,82	1,22	0,90	0,78	2,70	12,02	2,24	74,18	21,18	2,24	
6	—	5,30	1,62	1,78	1,22	0,88	0,80	2,62	46,18	3,32	57,82	6,82	2,04	
7	—	4,32	1,56	1,70	1,22	0,88	0,80	2,62	23,56	5,38	18,18	5,40	2,00	
8	—	3,84	1,58	1,68	1,22	0,86	0,80	2,42	11,42	22,30	11,36	4,96	1,94	
9	—	3,22	1,60	1,62	1,20	0,86	0,80	2,30	10,92	87,84	5,56	4,22	1,86	
10	—	2,96	1,66	1,58	1,18	0,84	0,78	2,00	59,52	65,06	4,60	3,90	1,84	
11	—	2,82	1,62	1,42	1,18	0,84	0,76	1,82	57,26	22,36	4,12	3,03	1,80	
12	9,98	2,80	1,90	1,54	1,18	0,84	0,76	1,64	22,08	12,06	3,72	2,84	1,78	
13	8,06	2,58	38,50	1,56	1,16	0,82	0,76	1,56	43,98	10,24	3,38	2,46	1,62	
14	19,92	2,56	52,70	1,46	1,16	0,82	0,76	1,74	284,20	6,98	2,84	155,52	1,58	
15	14,14	2,42	21,96	1,44	1,16	0,82	0,74	1,58	216,36	4,66	2,50	187,18	1,54	
16	10,20	2,36	11,06	1,42	1,14	0,82	0,74	1,46	103,44	4,06	2,52	145,32	1,44	
17	9,02	2,32	8,42	1,42	1,14	0,80	0,74	1,56	35,48	3,64	2,24	63,34	1,30	
18	6,08	2,14	12,52	1,40	1,12	0,80	0,70	1,48	10,80	2,82	2,24	23,68	1,34	
19	5,18	2,04	12,36	1,38	1,12	0,80	0,66	1,46	5,76	2,58	2,02	10,00	1,36	
20	54,06	2,02	8,96	1,36	1,10	0,80	0,66	1,36	5,00	2,36	4,90	6,62	1,38	
21	43,48	1,92	5,12	1,34	1,10	0,80	0,66	1,34	4,48	2,20	12,98	5,68	1,38	
22	17,48	1,88	3,94	1,32	1,08	0,80	0,65	1,34	4,08	2,00	9,34	5,62	1,26	
23	11,76	1,74	3,44	1,34	1,06	0,80	0,64	1,32	3,52	1,94	6,10	5,16	—	
24	7,78	1,82	3,16	1,32	1,04	0,80	0,64	1,26	3,40	1,76	4,72	4,38	—	
25	53,84	1,98	2,98	1,30	1,04	0,80	0,64	1,24	3,34	1,82	4,16	4,26	—	
26	96,35	1,88	2,60	1,28	1,02	0,78	0,64	1,26	3,18	1,66	5,52	4,02	—	
27	55,22	1,88	2,46	1,26	1,00	0,78	0,63	1,24	3,02	1,52	69,16	3,90	—	
28	16,22	1,86	2,26	1,26	0,98	0,78	5,10	1,10	2,88	1,64	236,02	3,86	—	
29	59,58	1,82	2,12	1,24	0,98	0,78	13,10	1,16	2,72	15,04	188,86	3,64	—	
30	168,42	1,74	2,03	1,24	0,96	0,78	7,60	1,18	2,58	87,28	84,40	—	—	
31	103,78	—	2,04	—	0,94	0,78	—	1,28	—	58,32	38,22	—	—	
Tot.	770,56	288,08	218,68	45,18	34,88	25,74	45,38	57,54	985,68	441,72	916,68	1086,18	40,88	

TABELLA N. 3

Quantità d'acqua gocciolata dalla stalattite campione durante le dodici principali «onde di piena» riscontrate e relativo periodo; quantità di pioggia caduta nei giorni precedenti ed immediatamente successivi all'arrivo dell'«onda di piena»; rapporto stillicidio-piovosità per ogni singola «onda di piena».

Anno	periodo				Stillic. litri	Precip. mm	Rapp. still./ prec.
	dal giorno	ora	al giorno	ora			
1951.	19/3	22	25/3	8	154	38,3	4,02
	25/3	8	29/3	12	223	40,1	5,56
	29/3	12	13/5	4	608	125,5	4,84
	13/5	4	28/9	14	321	303,0	1,06
	28/9	14	5/11	12	87	164,4	0,53
	5/11	12	13/11	10	301	65,8	4,57
	13/11	10	8/12	16	718	114,1	6,29
	8/12	16	29/12	16	247	54,8	4,51
	29/12	16	4/1	18	217	48,0	4,52
1952	4/1	18	20/1	12	198	24,7	8,02
	20/1	12	14/2	8	1119	125,4	8,92
	14/2	8	22/3	24	669	127,9	5,23

BIBLIOGRAFIA

- BERNASCONI R. (1965) - Il deposito chimico del carbonato di calcio in relazione con il fenomeno dello stillicidio - Rassegna Speleologica Italiana - Anno XIX Fascicolo 1-2, 1967, Como.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO. UFFICIO IDROGRAFICO DEL MAGISTRATO ALLE ACQUE - VENEZIA (1955-1956) - Annali Idrologici 1951 e 1952 - Elaborazione e studi - Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- POLLI S. (1953) - Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste - Alpi Giulie, Vol. 52, 1953, Trieste.
- POLLI S. (1956) - Cinque anni di meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste - Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia - Como 1956 - Memoria IV - Tomo II, 1958, Como.
- TOMMASINI T. - CANDOTTI P. - Due campagne meteorologiche per la conoscenza del clima profondo nella Grotta di Padriciano n. 12 V.G. - Atti e Mem. Comm. Grotte E. Boegan, Vol. VIII, 1968, Trieste.