
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

IGINIO DIENI, FRANCA PROTO DECIMA

Analisi statistica multidimensionale di due gruppi di Cribrohantkenina dell'Eocene superiore di Castelnuovo (Colli Euganei)

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 36 (1964), n.3, p. 395–399.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1964_8_36_3_395_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

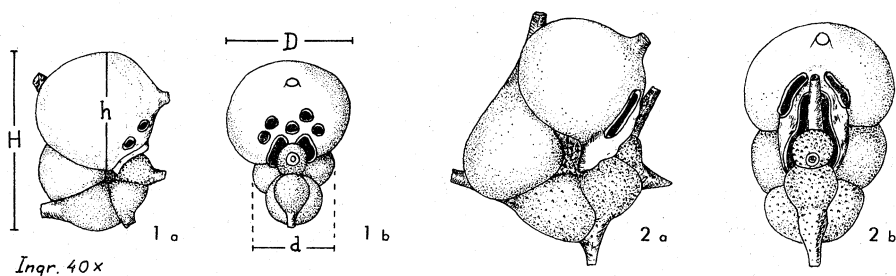
*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Paleontologia. — *Analisi statistica multidimensionale di due gruppi di Cribrohantkenina dell'Eocene superiore di Castelnuovo (Colli Euganei)* (*). Nota di IGINIO DIENI e FRANCA PROTO DECIMA, presentata (**) dal Socio G.B. DAL PIAZ.

In una precedente nota (Dieni & Proto Decima, 1963) abbiamo dato notizia del rinvenimento di una fauna a foraminiferi dell'Eocene superiore contenuta in marne associate a lave a cuscini e ialoclastiti basaltiche affioranti presso Castelnuovo nei Colli Euganei. Tra le forme planctoniche era ben rappresentato il genere *Cribrohantkenina*, fossile guida dell'Eocene superiore ancora poco noto in Italia ed in Europa. Esso rappresenta lo stadio finale del phylum delle *Hantkenininae* e la sua limitata diffusione nel tempo gli conferisce una grande importanza stratigrafica su scala mondiale.

Ad un esame preliminare erano stati distinti due tipi di *Cribrohantkenina*: il primo corrispondente ad individui col guscio quasi interamente liscio, spine anch'esse lisce e piuttosto sottili ed ultima camera di volume molto



superiore a quello della penultima (fig. 1 a, b); il secondo tipo invece presentava le prime camere dell'ultimo giro e le rispettive spine granulose, ed un accrescimento più graduale cosicché il diametro dell'ultima loggia risultava meno sproporzionato rispetto a quello della penultima (fig. 2 a, b).

Da un esame della letteratura esistente sul genere *Cribrohantkenina* risultò che le uniche specie da ritenere ancora valide erano *C. inflata* (Howe) e *C. danvillensis* (Howe & Wallace) e poiché le diagnosi e le figure originali di queste due specie sembravano rispettivamente adattarsi ai due tipi morfologici rinvenuti nelle marne di Castelnuovo, gli esemplari del primo tipo erano stati assegnati in via preliminare a *Cribrohantkenina inflata* e quelli del secondo a *Cribrohantkenina danvillensis*, col proposito però di assodare attraverso un'indagine statistica se le diversità dei caratteri su cui ci si era basati

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova e che rientra nel programma del Centro di studio per la petrografia e la geologia del C.N.R.

(**) Nella seduta del 14 marzo 1964.

per distinguere le due specie non rientrassero invece nel campo di variabilità di una specie unica.

In un lavoro di Spraul (1963) comparso successivamente, da un esame degli ologotipi di *Hantkenina inflata* Howe, *H. danvillensis* Howe & Wallace, *H. mccordi* Howe & Wallace e di un topotipo di *H. (Cribrohanakenina) bermudezi* Thalmann, risultò che tutte queste forme appartenevano ad un'unica specie alla quale spettava, per ragioni di priorità, il nome di *C. inflata* (Howe).

Pur venendo così a cadere la validità della specie *C. danvillensis* (Howe & Wallace), sussisteva il dubbio se anche gli individui di Castelnuovo ad accrescimento più graduale, che erano stati ascritti a questa specie, potessero appartenere a *C. inflata*. Lo scopo del presente lavoro è appunto quello di accertare od escludere tale possibilità attraverso un'indagine statistica mediante la T^2 di Hotelling, come si vedrà avanti.

Tra gli esemplari in buono stato di conservazione ne sono stati quindi isolati 50 che presentavano bene evidenti le caratteristiche specifiche di *C. inflata* (Howe) e 54 che corrispondevano al secondo tipo, di attribuzione specifica ancora incerta e che chiameremo *Cribrohanakenina* sp. (= *C. « danvillensis »* della nota preliminare).

Su ogni individuo sono stati misurati, secondo lo schema di fig. 1, l'altezza massima H del guscio, spine escluse, l'altezza dell'ultima camera h , i diametri d e D rispettivamente della penultima ed ultima camera, parametri questi che sembravano i più adatti a mettere in evidenza le differenze nei caratteri misurabili dei due gruppi.

I dati dimensionali, espressi in Decamicron ⁽¹⁾, sono riportati nella Tabella I.

Sono state calcolate per i due gruppi le medie aritmetiche dei quattro parametri considerati, le devianze e codevianze come di seguito indicate:

<i>Cribrohanakenina inflata</i> (Howe)				<i>Cribrohanakenina</i> sp.			
media	di H	= $M(H_1)$	= 63,24	media	di H	= $M(H_2)$	= 64,85
»	» h	= $M(h_1)$	= 36,80	»	» h	= $M(h_2)$	= 35,32
»	» D	= $M(D_1)$	= 47,13	»	» D	= $M(D_2)$	= 44,67
»	» d	= $M(d_1)$	= 33,35	»	» d	= $M(d_2)$	= 36,48
devianza	di H	= $\Sigma \bar{H}_1^2$	= 2867,30	devianza	di H	= $\Sigma \bar{H}_2^2$	= 2355,34
»	» h	= $\Sigma \bar{h}_1^2$	= 1460,90	»	» h	= $\Sigma \bar{h}_2^2$	= 1375,81
»	» D	= $\Sigma \bar{D}_1^2$	= 2218,01	»	» D	= $\Sigma \bar{D}_2^2$	= 1729,21
»	» d	= $\Sigma \bar{d}_1^2$	= 1677,24	»	» d	= $\Sigma \bar{d}_2^2$	= 1374,98
codevianza	di Hh	= $\Sigma \bar{H}_1 \bar{h}_1$	= 1678,18	codevianza	di Hh	= $\Sigma \bar{H}_2 \bar{h}_2$	= 1283,83
»	» HD	= $\Sigma \bar{H}_1 \bar{D}_1$	= 2228,01	»	» HD	= $\Sigma \bar{H}_2 \bar{D}_2$	= 1575,31
»	» Hd	= $\Sigma \bar{H}_1 \bar{d}_1$	= 1894,12	»	» Hd	= $\Sigma \bar{H}_2 \bar{d}_2$	= 1500,59
»	» hD	= $\Sigma \bar{h}_1 \bar{D}_1$	= 1379,33	»	» hD	= $\Sigma \bar{h}_2 \bar{D}_2$	= 1070,77
»	» hd	= $\Sigma \bar{h}_1 \bar{d}_1$	= 1108,25	»	» hd	= $\Sigma \bar{h}_2 \bar{d}_2$	= 757,82
»	» Dd	= $\Sigma \bar{D}_1 \bar{d}_1$	= 1547,08	»	» Dd	= $\Sigma \bar{D}_2 \bar{d}_2$	= 1085,43

(1) Il Decamicron ($D\mu$) è uguale a 0,01 mm. Questa nuova unità per misure di foraminiferi fu introdotta da C. Emiliani al congresso della SEPM in Chicago, svoltosi nell'aprile 1950.

TABELLA I.

Cribrohantkenina inflata (Howe)*Cribrohantkenina* sp.

N. ind.	H (in Dμ)	h (in Dμ)	D (in Dμ)	d (in Dμ)	N. ind.	H (in Dμ)	h (in Dμ)	D (in Dμ)	h (in Dμ)
1	53,90	36,96	43,12	21,56	1	67,76	38,50	46,20	43,12
2	56,98	32,34	43,12	31,57	2	61,60	33,11	39,27	33,88
3	56,98	33,88	38,50	30,80	3	69,30	40,04	47,74	36,96
4	58,52	35,42	44,66	27,72	4	66,22	33,88	43,12	38,50
5	60,06	35,42	46,20	30,80	5	75,46	39,27	53,90	40,04
6	53,90	30,80	38,50	25,41	6	75,46	36,19	46,20	36,96
7	56,98	33,88	40,04	29,26	7	61,60	27,72	38,50	37,73
8	60,06	29,26	41,58	35,42	8	61,60	34,26	43,12	36,96
9	61,60	35,42	49,28	32,34	9	81,62	36,19	51,59	49,28
10	58,52	28,49	42,35	33,88	10	60,83	33,11	38,50	35,42
11	67,76	31,57	49,28	38,50	11	60,06	32,34	40,04	30,80
12	64,68	35,42	49,28	35,42	12	67,76	36,19	47,74	41,58
13	57,75	30,80	41,58	30,80	13	60,06	29,26	38,50	32,34
14	61,60	38,50	43,12	30,80	14	62,37	38,50	43,12	33,11
15	53,90	33,88	38,50	27,72	15	61,60	29,26	43,12	36,96
16	63,14	33,88	43,12	31,57	16	55,44	24,64	41,58	31,57
17	69,30	41,58	49,28	30,80	17	61,60	32,34	47,74	35,42
18	66,22	38,50	52,36	36,96	18	64,68	40,04	43,12	36,96
19	50,82	30,80	36,96	29,26	19	55,44	26,18	33,88	30,80
20	66,22	40,04	46,20	36,19	20	60,06	27,72	46,20	29,26
21	55,44	36,96	41,58	29,26	21	66,22	33,88	50,82	40,04
22	46,20	26,18	32,34	23,10	22	56,98	26,18	35,42	33,88
23	53,90	27,72	43,12	26,18	23	61,60	32,34	44,66	32,34
24	63,14	33,88	44,66	29,26	24	67,76	35,42	44,66	41,58
25	73,92	41,58	56,98	38,50	25	58,52	32,34	43,89	30,80
26	63,14	40,04	44,66	29,26	26	72,73	38,50	49,28	44,66
27	61,60	38,50	49,28	35,42	27	52,36	32,34	38,50	27,72
28	66,22	43,12	49,28	32,34	28	73,92	52,36	60,06	41,58
29	80,08	44,66	56,98	47,74	29	60,06	33,88	41,58	33,88
30	80,08	47,74	60,06	41,58	30	60,06	32,34	35,42	35,42
31	77,00	41,58	58,52	40,04	31	73,15	36,96	56,98	44,66
32	64,68	33,88	49,28	32,34	32	59,29	30,03	40,04	33,88
33	69,30	44,66	58,52	38,50	33	73,92	41,58	49,28	43,12
34	77,00	46,20	53,90	41,58	34	66,22	38,50	46,20	38,50
35	70,84	41,58	52,36	38,50	35	70,84	36,96	47,74	41,58
36	61,60	35,42	50,82	33,88	36	69,30	36,96	46,20	38,50
37	70,84	40,04	50,82	40,04	37	72,38	41,58	47,74	38,50
38	66,22	46,20	49,28	38,50	38	70,84	41,58	46,20	36,96
39	70,84	46,20	52,36	43,12	39	61,60	35,42	43,12	29,26
40	75,46	46,20	63,14	44,66	40	69,30	40,04	50,82	40,04
41	60,06	33,88	41,58	24,64	41	56,98	35,42	46,20	35,42
42	63,14	33,88	46,20	30,80	42	63,14	38,50	44,66	32,34
43	50,82	27,72	36,96	20,02	43	75,46	38,50	52,36	47,74
44	58,52	33,88	47,74	30,80	44	55,44	30,80	33,88	29,26
45	63,14	36,96	46,20	38,50	45	58,52	32,34	41,58	27,72
46	61,60	35,42	44,66	35,42	46	60,06	33,88	35,42	32,34
47	66,22	43,12	53,90	35,42	47	66,22	41,58	50,82	41,58
48	67,76	35,42	53,90	35,42	48	60,06	30,80	43,12	32,34
49	61,60	35,42	52,36	33,88	49	66,22	40,04	44,66	38,50
50	63,14	35,42	38,50	32,34	50	61,60	30,80	47,74	35,42
					51	69,30	40,04	44,66	40,04
					52	78,54	44,66	55,44	41,58
					53	60,06	35,42	40,04	29,26
					54	63,14	36,96	40,04	32,34

Dai dati surriportati si è costruita la seguente matrice delle devianze e codevianze:

$\Sigma \bar{H}_1^2 + \Sigma \bar{H}_2^2 =$ = 5222,64	$\Sigma \bar{H}_1 \bar{h}_1 + \Sigma \bar{H}_2 \bar{h}_2 =$ = 2962,01	$\Sigma \bar{H}_1 \bar{D}_1 + \Sigma \bar{H}_2 \bar{D}_2 =$ = 3803,32	$\Sigma \bar{H}_1 \bar{d}_1 + \Sigma \bar{H}_2 \bar{d}_2 =$ = 3394,71
$\Sigma \bar{H}_1 \bar{h}_1 + \Sigma \bar{H}_2 \bar{h}_2 =$ = 2962,01	$\Sigma \bar{h}_1^2 + \Sigma \bar{h}_2^2 =$ = 2836,71	$\Sigma \bar{h}_1 \bar{D}_1 + \Sigma \bar{h}_2 \bar{D}_2 =$ = 2450,10	$\Sigma \bar{h}_1 \bar{d}_1 + \Sigma \bar{h}_2 \bar{d}_2 =$ = 1866,07
$\Sigma \bar{H}_1 \bar{D}_1 + \Sigma \bar{H}_2 \bar{D}_2 =$ = 3803,32	$\Sigma \bar{h}_1 \bar{D}_1 + \Sigma \bar{h}_2 \bar{D}_2 =$ = 2450,10	$\Sigma \bar{D}_1^2 + \Sigma \bar{D}_2^2 =$ = 3947,22	$\Sigma \bar{D}_1 \bar{d}_1 + \Sigma \bar{D}_2 \bar{d}_2 =$ = 2632,51
$\Sigma \bar{H}_1 \bar{d}_1 + \Sigma \bar{H}_2 \bar{d}_2 =$ = 3394,71	$\Sigma \bar{h}_1 \bar{d}_1 + \Sigma \bar{h}_2 \bar{d}_2 =$ = 1866,07	$\Sigma \bar{D}_1 \bar{d}_1 + \Sigma \bar{D}_2 \bar{d}_2 =$ = 2632,51	$\Sigma \bar{d}_1^2 + \Sigma \bar{d}_2^2 =$ = 3052,22

il cui determinante risulta $\Delta = 5.430.860.500.000$.

Per fare un confronto fra i due gruppi di *Cribrohantkenina* in esame abbiamo utilizzato la T^2 di Hotelling (Wilks 1962, pag. 559) poiché per ogni esemplare erano da comparare non una sola, nel qual caso si imponeva l'uso della t di Student, ma quattro dimensioni. Il compito era quello di controllare se le differenze riscontrate tra le medie dei quattro caratteri dei due gruppi di *Cribrohantkenina*, che, come si nota, non sono coincidenti, si manifestavano sistematicamente oppure per effetti accidentali, cioè prodotti dal caso. Come noto, il test più adatto e più potente per saggiare queste ipotesi è quello di Hotelling, dato dall'espressione:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (n_1 + n_2 - 2) \sum_{i,j=1}^4 \frac{w^{ij}}{\Delta} [(\bar{x}_i^{(1)} - \bar{x}_i^{(2)}) (\bar{x}_j^{(1)} - \bar{x}_j^{(2)})]$$

ove:

n_1 e n_2 sono le numerosità, rispettivamente, di *Cribrohantkenina inflata* e *Cribrohantkenina* sp.

$\bar{x}_i^{(1)}$ è la media aritmetica della i -ma ($i = 1, 2, \dots, 4$) dimensione di *Cribrohantkenina inflata*.

$\bar{x}_i^{(2)}$ è la media aritmetica della i -ma dimensione di *Cribrohantkenina* sp.

w^{ij} è il complemento algebrico dell'elemento della i -ma riga facente parte della j -ma colonna della matrice data.

Tenendo conto dei valori numerici sopra riportati, la formula della T^2 di Hotelling ha fornito:

$$T^2 = 7,71.$$

Questo valore, confrontato con quello critico fornito dalle tavole di Pearson (1956), non risulta significativo neppure al livello del 5 %; le differenze

riscontrate nei due gruppi di *Cribohantkenina* devono quindi considerarsi accidentali.

Vi sono pertanto fondate ragioni per ritenere che tutti gli esemplari, almeno per i caratteri presi in esame, siano cospecifici ed appartengano alla specie *Cribohantkenina inflata* (Howe), che viene così a manifestare un ampio campo di variabilità.

Desideriamo esprimere la nostra viva riconoscenza al prof. O. Cucconi, dell'Istituto di Statistica dell'Università di Padova, che ci ha suggerito il metodo di analisi e ci ha guidato durante l'elaborazione dei dati.

BIBLIOGRAFIA.

- DIENI I. & PROTO DECIMA F., *Eruzioni sottomarine con lave a cuscini nell'Eocene superiore dei Colli Euganei*, «Mem. Acc. Patav. Sc., Lett., Art. Cl. Sc. Mat. Nat.», vol. 74, pp. 161-170, 2 ff. n. t., 4 tavv., Padova 1963.
- EMILIANI C., *L'analisi statistica applicata alle popolazioni di organismi*. «Riv. Ital. Paleont. Strat.», vol. 56, n. 4, pp. 153-163, Milano 1950.
- PEARSON K., *Tables of the incomplete beta-function*, Univ. Press. edit., 494 pp., Cambridge 1956.
- SPRAUL G., *Current status of the Upper Eocene foraminiferal guide fossil, Cribohantkenina*, «J. Paleont.», vol. 37, n. 2, pp. 366-370, tav. 41, Tulsa 1963.
- WILKS S. S., *Mathematical statistics*, J. Wiley & Sons edit., 644 pp., New York-London 1962.