

# MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Número 2

Julio 1983

## SUMARIO

	<u>Página</u>
DABRIO C. J. y FERNANDEZ J. Génesis y evolución de barras conglomeráticas en un río de baja sinuosidad (Depresión de Granada, España).....	3
ZAZO C., GOY J. R. y DABRIO C. J. Medios marinos y marinos-salobres en la Bahía de Cádiz durante el Pleistoceno .....	29
RODRIGUEZ ESTRELLA T. Criterios hidrogeológicos aplicables al estudio de la Neotectónica en el Sureste español .....	53
AUERNHEIMER C. El Mioceno medio de Elda-Petrel. (I) Petrología.	67
AUERNHEIMER C. El Mioceno medio de Elda-Petrel. (II) Geoquímica	105

# MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Número 2

Julio 1983



## SUMARIO

	<u>Página</u>
DABRIO C. J. y FERNANDEZ J. Génesis y evolución de barras conglomeráticas en un río de baja sinuosidad (Depresión de Granada, España).....	3
ZAZO C., GOY J. R. y DABRIO C. J. Medios marinos y marinos-salobres en la Bahía de Cádiz durante el Pleistoceno .....	29
RODRIGUEZ ESTRELLA T. Criterios hidrogeológicos aplicables al estudio de la Neotectónica en el Sureste español .....	53
AUERNHEIMER C. El Mioceno medio de Elda-Petrel. (I) Petrología.	67
AUERNHEIMER C. El Mioceno medio de Elda-Petrel. (II) Geoquímica	105

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA — FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

**SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS**

**Mediterránea Ser. Geol.**

**Julio 1983**

**ANEJO DE LOS ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE**

Redacción: C. AUERNHEIMER; J. A. PINA

EDITA: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante

Depósito Legal A - 927 - 1983

Composición e Impresión:

Coop. A. G. GUTENBERG

Río Turia, 11 - Telf. 28 34 36 y 28 69 99

ALICANTE

Correspondencia: Departamento de Geología

Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante

Teléfono 66 11 50. Extensión 23

Apartado 99 ALICANTE

**PUBLICACION PATROCINADA POR  
LA CAJA DE AHORROS PROVINCIAL  
DE ALICANTE**

## **EL MIOCENO MEDIO DE ELDA-PETREL (ALICANTE)**

### **II. GEOQUÍMICA**

Carlos Auernheimer <sup>1</sup>

#### **RESUMEN**

Se han analizado el Na, K, Mn, Zn, Fe, Sr y Mg de la fracción soluble de 391 muestras carbonatadas, pertenecientes a seis series del Mioceno medio de Alicante; asimismo se ha obtenido la fracción gruesa insoluble y la fracción fina insoluble. Se han relacionado estas variables por medio de análisis factoriales, obteniéndose un grupo formado por la fracción fina, manganeso, zinc y hierro, y otro por el sodio, potasio y magnesio. El estroncio queda aislado y opuesto a la fracción gruesa.

Los elementos analizados caracterizan a las facies sedimentarias, tendiendo a ser más abundantes en facies de aguas profundas, y más escasos en facies de aguas someras.

El estroncio puede utilizarse como indicador de medios ambientes de sedimentación marina, presentando una relación inversa con la energía del medio.

#### **ABSTRACT**

The Na, K, Mn, Zn, Fe, Sr and Mg of the soluble fraction of 391 carbonate samples belonging to six series of the Middle Miocene of Alicante (Spain) have been analyzed. The insoluble coarse fraction (Samite) and insoluble fine fraction (Lutite) have also been obtained. Those variables have been related by means of factorial analysis getting one group made up of insoluble fine fraction, Mn, Zn and Fe and another of Na, K and Mg. The Sr remains isolated and opposed to the insoluble coarse fraction.

The elements analyzed characterize the sedimentary facies, tending to be more abundant in deep water facies than in superficial water facies.

The Sr can be used as a paleoenvironments indicator of the marine sedimentation and presents an inverse relationship with the environment energy.

#### **INTRODUCCIÓN**

En un trabajo anterior expusimos la petrología de unas 450 muestras de 6 series del Mioceno medio de los alrededores de Elda-Petrel (Alicante). En este trabajo se exponen los resultados de los análisis efectuados para los elementos de la fracción soluble de una selección de 391 muestras. También, y por medio de análisis factoriales, la afinidad entre los distintos elementos analizados.

<sup>1</sup> Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante

Hemos dejado para un tercer y último trabajo la comparación entre las variables petrográficas y geoquímicas y por tanto, la interpretación de facies que apoyándonos en las primeras hemos realizado con las segundas.

## ANTECEDENTES

Aunque son muchos los autores que desde antiguo han realizado análisis de sedimentos y publicado sus resultados, es un fenómeno relativamente reciente (a partir de los años 50) que estos análisis se realizan, de cara a caracterizar facies y por tanto, medios ambientes de sedimentación. Entre estos últimos, tenemos los trabajos de: Flügel (1962-1967), Wedepohl (1967), Friedman (1968, 1969), Renard (1973, 1975), Veizer y al. (1969-1977).

Este último autor, de una forma continuada, va consolidando las ideas de sus primeros trabajos, a lo largo de sus publicaciones. Interesantes también los libros generales de Ernst (1970), Rosler y Lange (1972).

Además de estos autores, los que han prestado interés particular a algún oligoelemento en concreto, son citados en el correspondiente apartado.

## METODOLOGÍA

Descrita en sus términos generales en el trabajo anterior incidimos aquí sólo en los aspectos analíticos.

50 gramos de cada muestra son atacados con ClH, filtradas y recogidas las dos fracciones: una soluble y otra insoluble. En la primera se determinan por espectrofotometría de absorción atómica el Na, K, Fe, Zn, Sr y Mg. Se utilizó para ello un Perkin-Elmer 290. La segunda fracción se tamizó a través de una malla de 0.062 mm., obteniéndose una fracción gruesa insoluble (Samita) y otra fina (Lutita).

## TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Las muestras se han agrupado por tramos de serie, en base a sus afinidades petrográficas, resultando un total de 38.

En un estudio posterior del trabajo, estimamos conveniente divi-

dir algunos de los tramos en subtramos, así como considerar a las muestras de los tramos de serie formados por alternancia de dos litologías diferentes, como pertenecientes a dos conjuntos distintos, es decir, estos tramos alternantes fueron divididos en dos conjuntos de muestras.

De resultados de esta nueva valoración, las 391 muestras quedaron agrupadas en 45 conjuntos que agrupan a tramos, subtramos y alternancias. En el texto nos referiremos abreviadamente como análisis sobre 45 tramos. (Tabla 1).

En ambos casos se trabajó con las medias aritméticas de las variables de las muestras pertenecientes a los tramos.

Con estas medias se han realizado análisis factoriales de estas variables y sus matrices de correlación.

## ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial es una técnica destinada a reducir la dimensión de un conjunto de  $n$  variables aleatorias, expresándolas según un modelo lineal, en función de un número inferior de variables hipotéticas llamadas factores comunes, que se consideran causas que influyen en las  $n$  variables (Cuadras 1973).

Cada variable puede entonces explicarse por los factores comunes que influyen también en las demás variables, y un factor único intrínseco a la variable, que representa la parte de variabilidad no explicada por los factores comunes.

El problema matemático de análisis factorial consiste en determinar el número de factores comunes incorrelacionados entre sí, y los coeficientes multiplicativos de los factores comunes.

Entre las múltiples obras que abordan los aspectos matemáticos del análisis factorial, cabe citar a Kendall (1961), Seal (1964) y Dagnelie (1975).

El aspecto no matemático del análisis factorial es la búsqueda de interpretación para los factores comunes, por medio de los coeficientes que los ligan linealmente a las variables, y que representan causas que influyen en la variabilidad de las variables.

Tabla 1a

CUADRO GEOQUIMICO DE SINTESIS

Unidad	Tamaño	Substrato	Alternancia	Clase taxon. lit.	Potencial	10 <sup>6</sup> Na/Ca	10 <sup>6</sup> K/Ca	10 <sup>6</sup> Sr/Ca	10 <sup>6</sup> Rb/Ca	10 <sup>6</sup> Mg/Ca	10 <sup>6</sup> Ni/Ca	10 <sup>6</sup> Mn/Ca	10 <sup>6</sup> Zn/Ca	10 <sup>6</sup> Ba/Ca	K ppm.	Mn ppm.	Zn ppm.	Fe ppm.	Sr ppm.	Ni ppm.	Ca ppm.																
S-II					1	4	133,92	19,08	68,33	34,67	5,94	11,17	1,84	0,36	14,52	5,83	5,61	2,89	6,40	2,55	798,20	316,17	1072,20	631,14	149,19	15,25	65,89	9,88	3730,44	1705,97	1515,07	936,67	1026,61	3696,34	25,81	5,60	
S-I					2	36	7	31,93	10,53	17,70	10,58	5,17	1,47	1,20	0,24	3,42	0,79	1,60	0,13	4,21	1,69	610,74	286,35	444,45	245,39	134,53	43,41	30,78	5,05	879,29	197,32	412,52	50,70	1070,62	4043,44	25,80	1,61
C-III					3	9	18,79	14,77	11,50	6,24	4,22	1,19	0,82	0,26	7,11	6,33	1,38	0,10	5,45	2,25	495,87	372,72	306,61	155,20	112,83	28,07	21,93	5,92	1847,41	1591,64	371,62	25,05	1439,08	5070,85	27,04	2,41	
C-II					6	15	08	13,39	9,50	6,12	3,68	1,30	0,72	0,24	5,52	5,89	1,31	0,13	4,48	2,40	413,33	330,82	263,35	146,45	103,73	27,29	20,39	5,41	1482,36	1423,83	379,45	24,59	12299,41	5308,81	29,15	3,89	
A					4	4	6,73	0,97	5,00	2,70	2,47	0,34	0,30	0,03	1,95	0,81	1,17	0,06	2,29	0,65	223,45	90,96	170,51	93,56	83,23	8,20	16,93	0,82	681,00	277,76	396,06	13,61	1988,00	1887,36	33,09	1,38	
L					5	9	3	6,19	0,72	3,66	0,59	3,51	0,06	0,47	0,04	2,34	1,11	1,25	0,03	3,36	0,85	215,87	27,65	127,51	21,00	87,55	1,69	16,24	1,28	802,20	364,39	435,99	14,88	11645,40	2855,32	34,87	1,28
A					6	50	10	4,77	1,73	2,20	0,48	2,12	0,26	0,39	0,03	3,30	0,97	0,84	0,14	0,64	0,35	169,97	61,28	78,41	18,19	75,59	8,60	21,07	1,22	1178,14	346,84	300,42	46,06	2258,08	1134,47	35,72	1,01
L					7	52,5	9	1,92	0,22	2,63	1,00	2,95	0,61	0,58	0,06	5,96	2,77	0,83	0,29	0,46	0,06	72,80	8,49	99,78	37,70	111,99	22,54	21,87	2,14	2758,43	1042,85	313,28	109,34	1759,96	236,61	37,93	0,35
A					8	34	7	3,22	1,09	1,89	0,19	4,87	0,26	0,56	0,06	1,56	0,25	2,08	0,32	0,53	0,06	119,56	38,41	70,42	6,60	181,59	85,93	20,76	2,17	579,58	88,16	782,27	193,13	1957,97	222,96	37,25	0,65
R					9	219	14	89,19	34,55	16,91	5,64	5,27	1,72	2,88	0,78	11,28	5,04	3,28	0,59	5,76	2,30	1021,31	663,22	386,37	101,32	124,18	33,34	67,69	11,40	2653,43	1040,05	780,96	122,23	13315,07	3780,36	74,34	3,68
P					10	400,5	7	7,82	2,36	1,65	0,82	0,81	0,22	0,57	0,05	0,51	0,27	3,47	0,82	2,35	1,03	279,56	66,47	58,45	28,33	28,84	6,53	20,76	1,89	181,77	91,91	1259,58	323,97	8367,00	3184,31	36,15	1,79
A					11	6,25	2,80	1,10	0,75	0,67	0,19	0,51	0,08	0,36	0,26	3,17	0,92	2,36	0,76	226,33	93,70	391,73	24,99	26,71	13,38	18,71	2,63	130,59	90,91	1171,60	342,57	8661,00	2476,42	36,93	1,45		
G					12	55,25	5	6,25	2,47	0,85	0,20	0,54	0,07	0,48	0,06	0,75	0,21	3,04	0,86	2,59	0,45	231,52	90,70	31,49	7,24	20,15	2,13	17,91	2,22	139,38	77,17	1130,11	1361,81	9416,00	1696,32	37,06	0,59
C					13	39	4	3,34	1,74	0,45	0,21	0,58	0,06	0,42	0,03	0,12	0,05	2,81	1,10	2,03	0,52	127,04	65,91	17,25	7,90	22,18	2,14	16,14	1,04	45,79	1106,48	406,23	782,00	1928,29	38,13	0,56	
C					14	75	6	3,32	1,81	0,79	0,39	0,57	0,13	0,40	0,08	0,17	0,15	1,93	1,08	1,84	1,09	101,52	57,61	10,34	5,20	19,87	3,61	14,99	2,70	65,65	55,50	776,97	393,29	8857,13	3916,56	37,89	1,28
C					15	176,5	17	1,72	0,42	0,20	0,61	0,57	0,16	0,53	0,03	0,22	0,09	0,79	0,32	0,74	0,32	65,74	13,38	24,86	15,21	21,76	4,79	16,59	1,16	82,40	35,71	299,96	76,61	2810,99	1185,01	38,38	0,70
C					16	92	8	2,01	0,44	0,86	0,50	0,58	0,17	0,44	0,04	0,29	0,16	0,83	0,21	0,79	0,40	69,36	16,23	32,91	18,70	22,28	4,33	16,87	1,36	110,63	61,73	335,02	93,59	3179,50	1366,24	39,35	0,65
C					16	92	8	2,01	0,44	1,20	0,53	0,61	0,09	0,46	0,06	0,44	0,16	0,92	0,19	0,91	0,54	76,98	16,25	45,77	19,81	23,37	3,13	17,47	2,16	170,61	64,07	353,24	67,99	3460,96	2011,41	38,36	0,68

Tabla 1b

CUADRO GEOQUIMICO DE SINTESIS

Detalle	Unidad	Tipo	Substrato	Alimentación	CASA IDENTIFIC.	Pertenencia	10 <sup>6</sup> Mg/Ca			10 <sup>6</sup> K/Ca			10 <sup>6</sup> Mn/Ca			10 <sup>6</sup> Zn/Ca			10 <sup>6</sup> Fe/Ca			10 <sup>6</sup> Sr/Ca			10 <sup>6</sup> Mg/Ca			Na ppm.			K ppm.			Ni ppm.			Zn ppm.			Fe ppm.			Sr ppm.			Mg ppm.			Ca ppm.		
							X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	
T	P-1				17	32	13	10.55	1.94	5.32	1.20	2.90	0.63	11.88	3.24	2.80	0.56	5.78	1.32	266.55	43.40	307.01	62.60	133.64	20.62	73.56	16.91	42765.63	693.03	712.26	163.45	14624.32	374.72	25.40	1.84																
A	P-1				18	17.26	4	7.74	2.22	3.48	1.26	1.97	0.70	3.84	1.28	3.01	0.32	2.72	1.66	236.97	36.58	116.83	40.76	15.93	15.98	22.40	1.74	1282.27	292.51	1016.25	109.96	8833.64	4610.50	33.87	2.92																
L	P-1				19	43.9	9	7.62	1.82	2.92	1.08	3.16	0.69	5.69	1.41	1.88	0.65	2.02	0.81	261.72	42.33	100.13	30.55	108.82	21.68	22.40	1.30	1970.53	446.63	648.41	209.48	6877.32	2129.35	34.82	2.52																
R	P-1				20	23.6	4	5.90	1.31	4.15	1.52	0.54	0.65	2.94	0.50	0.96	0.05	1.14	0.23	202.76	37.87	54.77	6.71	158.15	58.00	20.56	1.77	1119.67	197.01	364.58	18.78	4351.40	845.87	38.07	0.14																
A	P-1				21	15	4	6.75	1.62	2.25	0.98	2.01	0.30	1.91	0.22	1.15	0.08	1.29	0.80	256.65	63.23	85.41	37.19	76.48	11.13	22.19	2.26	725.50	77.50	433.93	30.83	585.96	2983.73	38.04	0.40																
R	P-1				22	33.85	9	6.86	0.93	2.00	0.67	1.88	0.38	2.94	0.91	1.85	0.31	1.72	0.70	237.66	33.16	74.99	24.16	70.00	13.89	22.44	1.09	1100.67	323.07	694.52	112.54	6415.37	2530.15	37.63	0.76																
F	P-1				23	40	7	7.03	1.82	2.46	1.36	1.47	0.30	3.14	1.41	2.20	0.18	1.91	1.19	364.82	63.12	95.08	48.97	55.52	11.17	23.59	2.19	1178.36	505.42	830.80	65.29	7126.99	4250.12	37.83	0.94																
O	P-1				24	38	7	16.50	14.77	8.45	2.85	7.07	0.89	6.17	1.79	3.31	0.34	1.85	0.26	469.61	619.84	242.87	60.24	206.78	14.93	77.46	7.16	1784.40	455.50	974.04	170.84	5326.48	488.07	29.28	3.39																
A	P-1				25	83.3	18	7.26	2.23	4.95	1.36	2.65	0.27	3.85	0.80	1.27	0.21	1.80	0.64	252.99	78.86	173.00	45.00	85.93	10.11	17.55	1.85	1365.16	252.01	646.12	81.39	6276.49	2093.01	35.11	1.30																
A	P-1				26	1	1.54	10.58	4.19	1.24	2.27	0.51	0.42	3.69	0.81	1.11	0.11	1.38	0.67	407.00	359.50	149.52	39.78	81.57	18.40	16.89	2.74	1319.34	254.43	397.98	30.45	4938.32	2425.63	35.88	1.02																
Z	P-1				27	3	6.56	1.06	3.89	0.88	2.38	0.34	0.48	3.72	0.75	1.12	0.10	1.72	0.63	335.47	244.23	139.88	28.35	80.35	12.85	17.88	4.39	1297.03	246.23	393.46	36.30	6057.68	2165.50	35.17	1.11																
A	P-1				28	221	7	6.28	4.15	3.86	0.84	2.49	0.28	3.70	0.78	1.12	0.11	1.95	0.53	287.77	151.66	133.45	19.28	79.54	9.60	17.04	1.90	1282.16	260.68	390.44	42.29	6670.78	1791.72	34.71	0.97																
A	P-1				29	1	6.93	0.69	7.68	0.94	3.69	0.99	1.36	0.31	6.72	3.41	1.29	0.27	1.79	0.28	230.77	16.57	256.99	36.22	116.88	36.39	44.35	7.73	2200.48	989.34	428.07	81.35	5970.20	900.98	33.42	1.88															
A	P-1				30	1	10.25	0.05	15.69	0.35	5.96	1.67	1.60	0.38	6.44	3.33	1.59	0.29	2.26	0.79	273.05	192.84	416.03	195.96	108.78	37.54	43.81	5.41	1798.90	712.79	465.63	52.10	6351.16	1209.20	28.51	5.28															
A	P-1				31	14.25	3	5.99	1.99	0.93	2.28	0.62	0.56	0.52	6.23	1.45	1.80	0.31	2.73	0.82	303.24	239.96	501.07	210.97	103.00	40.09	43.42	3.69	1531.91	187.21	443.89	61.61	6623.28	1390.00	25.00	3.71															
A	P-1				32	18.5	2	7.8	0.63	1.29	0.75	0.62	0.21	2.07	0.97	0.75	0.05	1.05	0.09	127.09	17.20	74.16	33.63	75.71	20.21	21.04	0.96	775.04	351.85	381.95	21.58	3919.14	297.98	37.53	0.71																
A	P-1				33	140.6	17	2.13	1.02	1.43	0.79	0.38	0.12	0.50	0.35	0.31	1.09	0.52	0.93	0.62	91.57	18.77	42.05	26.42	20.33	5.50	20.00	0.91	125.99	54.10	179.65	44.18	2089.35	685.26	33.43	4.40															
A	P-1				34	28.5	4	3.27	1.32	3.46	1.54	0.87	0.45	0.58	0.11	0.63	0.43	0.85	0.06	3.98	2.65	97.78	29.26	108.75	30.34	25.55	9.37	17.68	1.10	187.12	122.98	282.51	62.86	12027.80	7970.78	31.00	4.23														
A	P-1				35	195.6	18	2.15	0.72	1.94	1.24	1.09	0.32	0.48	0.12	0.48	0.27	1.38	0.86	65.80	22.48	57.74	36.45	33.14	7.49	17.88	1.71	236.63	330.39	148.35	63.87	4022.44	2361.77	30.87	2.75																
A	P-1				36	4.3	3	3.55	2.06	1.78	1.49	0.65	0.24	0.84	0.32	1.40	0.27	1.08	0.55	128.68	65.75	63.72	49.13	24.00	2.99	17.80	0.90	221.92	115.88	449.35	131.75	3988.44	992.11	37.19	2.55																
A	P-1				37	46	11	2.71	3.43	2.75	0.79	0.65	0.49	0.25	0.09	0.46	0.21	0.78	0.23	103.27	133.89	103.75	29.37	24.57	19.06	18.44	1.03	92.64	33.97	323.61	72.96	2940.75	801.90	37.88	0.83																





Tabla 1c

CUADRO GEOQUÍMICO DE SÍNTESIS

Zona	Unidad	Tramo	Subtramo	Alternancia	Clave Identif.		Potencia	10 <sup>6</sup> Na/Ca		10 <sup>6</sup> K/Ca		10 <sup>6</sup> Mg/Ca		10 <sup>6</sup> Sr/Ca		10 <sup>6</sup> Ba/Ca		10 <sup>6</sup> Zn/Ca		10 <sup>6</sup> Fe/Ca		10 <sup>6</sup> Sr ppm.		10 <sup>6</sup> Hg ppm.		Cs												
					X	O		X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O							
CASTILLA	M	B-III		Alternancia	38	57-2	2	1	6.52	3.85	2.38	0.88	3.12	223.46	132.00	81.60	21.08	1606.95	394.61	10688.49	34.24																	
								2	5.63	2.51	1.84	0.74	1.57	0.17	0.53	0.04	0.83	0.33	0.71	0.12	0.49	0.15	207.20	95.87	70.12	27.82	59.86	6.61	20.40	1.26	314.69	126.07	1878.65	577.52	38.21	0.26		
								3	5.65	0.56	1.41	0.13	1.69	0.71	0.53	0.04	0.75	0.30	0.90	0.09	0.60	0.06	308.95	23.26	52.04	4.97	62.30	25.82	18.75	1.59	277.21	106.71	331.98	31.21	2231.27	238.65	36.94	0.44
								40	25	12	15.22	7.45	11.12	4.71	4.14	0.93	2.61	0.38	6.65	2.02	4.43	0.48	378.13	173.34	282.44	106.60	106.59	20.39	67.41	7.41	1715.35	503.25	688.72	116.60	10850.71	2905.58	76.03	1.90
VINALOPÓ	N	B-III		Alternancia	41	48-5	10	6	8.27	5.28	2.78	1.12	3.73	263.43	146.98	90.41	20.24	1958.25	891.21	373.95	42.84	1871.01	4235.18	32.62	2.39													
								6	3.63	0.97	2.24	0.89	0.72	0.23	0.65	0.06	1.37	1.20	0.69	0.12	1.27	0.33	140.03	38.56	85.64	32.12	27.61	8.43	17.21	2.02	522.49	444.93	365.41	40.64	4869.67	1216.24	38.51	0.71
								43	132	20	4.88	11.77	6.37	4.17	2.19	0.45	0.68	0.09	4.57	1.94	1.26	0.17	599.34	401.17	238.23	162.60	75.16	13.68	23.16	2.84	1845.21	662.14	426.63	51.53	12246.19	1898.57	34.36	1.04
								44	53-5	11	72.94	64.98	17.83	9.89	3.13	0.48	0.72	0.09	8.26	1.50	1.50	0.47	2420.25	2062.88	602.99	331.63	106.11	21.95	24.37	2.53	2800.94	455.72	516.12	145.54	9854.40	2059.87	34.01	1.24
MONTEALEGRE	C	B-I		Alternancia	45	27-5	5	1	3.26	0.56	3.33	1.49	0.47	0.32	39.21	17.65	95.38	47.40	38.89	4.83	18.05	7.59	579.33	404.19	107.81	28.11	1562.15	387.37	28.56	2.74								
								47	9	1	1																											

Como modelo concreto se ha utilizado el Programa BMD O3M en su versión del 30 de Octubre de 1974, de la colección Biomedical Computer Programs UCLA 1973, a la que la Red de Usuarios externos del C.P.D. del MEC tiene acceso.

Los análisis factoriales se hicieron pues sobre 38 ó 45 poblaciones. Fueron once las variables analizadas: fracción gruesa, fracción fina, residuo insoluble total (fr. gruesa + fr. fina), sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro, estroncio, magnesio y calcio.

También se ha realizado un análisis, considerando sólo nueve variables; fueron eliminados el r. insoluble total, que de alguna forma estaba contenido en la fracción gruesa y en la fracción fina, y el calcio por su excesivo peso, a fin de que las relaciones entre las nueve variables restantes se pusieran mejor de manifiesto.

En las gráficas de los ejes de coordenadas principales se observa como en la figura 1 el Eje I se define por el Ca que se opone al R.I. fundamentalmente, así como a la fracción fina y en general a todos los oligoelementos excepto el Sr. Este último elemento define bien el Eje II, oponiéndose a la fracción gruesa (análisis factorial para 45 tramos y 11 variables).

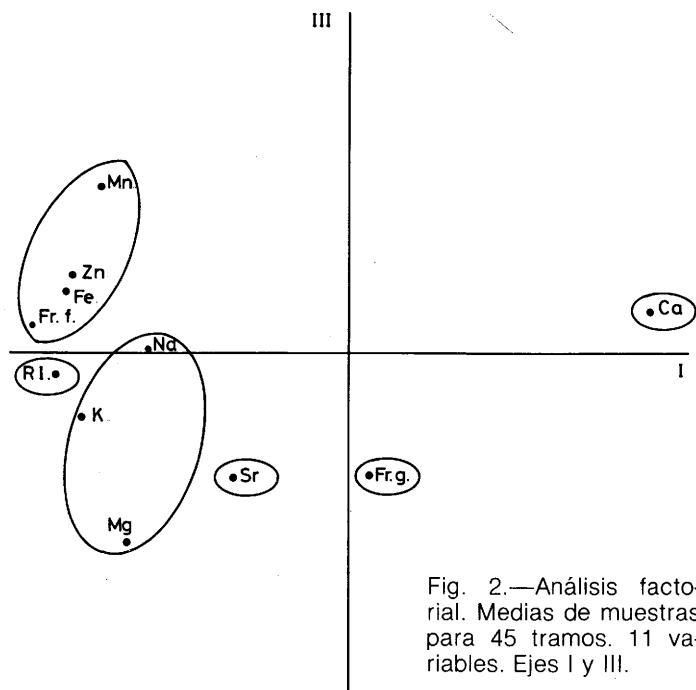
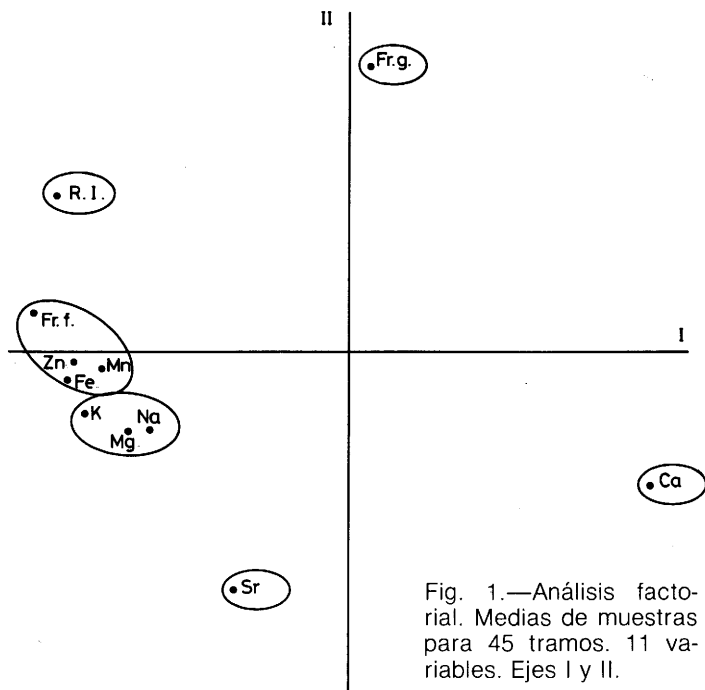
Se puede observar además dos grupos de variables que mantienen entre sí una determinada afinidad. Uno de estos grupos está formado por fracción fina, manganeso, zinc y hierro; el otro por sodio, potasio y magnesio.

Estos dos grupos, presentes en todos los análisis, se pueden apreciar mejor combinando los Ejes, I, II y III es decir, observando las figuras 1 y 2.

En los análisis con nueve variables (sin Ca y R.I.) el Eje I lo define el zinc y la fracción fina y el II la fracción gruesa y el estroncio contra-puesto; los dos grupos de elementos antes mencionados se siguen manteniendo.

El análisis factorial para 38 tramos da una estructura prácticamente igual que el efectuado para 45.

En resumen, podemos decir que:



1. El Eje II se define por el estroncio y la fr. gruesa en posiciones opuestas.
2. Cuando utilizamos 11 variables, el Eje I lo define el calcio que se opone a todas las otras variables (excepto Sr y fr. gruesa).
3. La fracción fina, Mn, Zn y Fe forman un grupo afín de variables. Otro grupo es el formado por Na, K y Mg.
4. En el análisis factorial con 9 variables (sin R.I. total y sin Ca), el Eje I lo define el Zn y la fr. fina, el Eje II la fr. gruesa contrapuesta al estroncio.

## ESTRONCIO

En conjunto, el estroncio presenta unas correlaciones significativas con la fracción gruesa, potasio y magnesio. Las correlaciones son menores con el manganeso, hierro y fracción fina, pudiendo en este caso no tener significación para algunos de los análisis efectuados. No son significativas las correlaciones con el sodio y con el calcio. (Ver tabla 2).

## ESTRONCIO-FRACCIÓN GRUESA

La correlación entre el estroncio y la fracción gruesa, efectuada para las medias de las muestras agrupadas en 38 tramos, es de  $-0.38$  ( $p < 0.05$ ); cuando las muestras se las agrupa en 45 tramos, el coeficiente es de  $-0.402$  ( $p < 0.01$ ) (fig. 3).

**TABLA N.º 2 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL Sr**

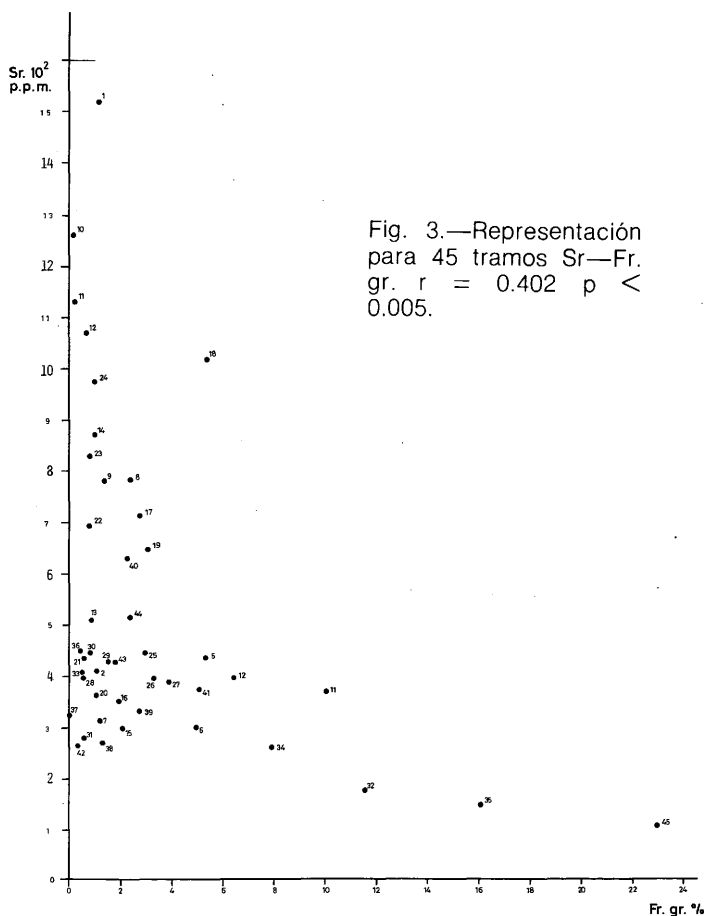
N.º Tramos	Sr-F.gr.	Sr-F.f.	Sr-R.I.	Sr-Na	Sr-K	Sr-Mn	Sr-Zn	Sr-Fe	Sr-Mg	Sr-Ca
38	-0.388	0.323	n.s.	n.s.	0.535	n.s.	0.427	0.350	0.491	n.s.
45	-0.402	n.s.	n.s.	n.s.	0.450	n.s.	0.323	n.s.	0.475	n.s.

N.º tramos	$10^3$ Sr/Ca-Fr. gr.	$10^3$ Sr/Ca-Fr. f.	$10^3$ Sr/Ca-R. I.	$10^3$ Sr/Ca- $10^4$ Na/Ca	$10^3$ Sr/Ca- $10^4$ K/Ca	$10^3$ Sr/Ca- $10^4$ Mn/Ca	$10^3$ Sr/Ca- $10^4$ Zn/Ca	$10^3$ Sr/Ca- $10^3$ Fe/Ca	$10^3$ Sr/Ca- $10^2$ Mg/Ca
38	-0.332	0.550	0.388	n.s.	0.703	0.514	0.614	0.552	0.651
45	-0.347	0.472	0.305	n.s.	0.619	0.404	0.537	0.451	0.614

n.s. = no significativo al 95 %.

Si el estroncio como parece, se sustituye en la red del carbonato cálcico, podría pensarse que a mayor cantidad de carbonato cálcico, mayor cantidad de estroncio, con lo que la correlación negativa entre el estroncio y la fracción gruesa sería una consecuencia directa. Para eliminar este efecto, hemos calculado el índice  $10^3 \text{ Sr/Ca}$ , lo que hace independiente el estroncio del calcio de la muestra, y hemos correlacionado este índice con la fracción gruesa, obteniendo un  $r = 0.332$  ( $p < 0.05$ ) para las medias de muestras en 38 tramos y un  $r = 0.347$  ( $p < 0.02$ ) para media de muestras en 45 tramos.

El logaritmo de  $10^3 \text{ Sr/Ca}$  para medias de muestras en 45 tramos correlacionado con la fracción gruesa, nos da un  $r = 0.510$  ( $p < 0.01$ ), es decir, mejora la correlación y su significación.



Con objeto de eliminar los posibles errores que hubiera en la valoración de tramos con muy poca cantidad de fracción gruesa (posibles errores en el pesaje, etc.) hemos correlacionado  $10^3$  Sr/Ca contra la fracción gruesa, de tramos con más de 2% de fracción gruesa, que han resultado ser 17 tramos calcareníticos (quedan eliminados fundamentalmente los tramos calcilitíticos), dándonos un  $r = 0.524$  ( $p < 0.02$ ).

De las unidades estudiadas, es la M (calizas bioclásticas) de la serie de la Umbría en la que encontramos más fracción gruesa. De esta unidad hemos tomado todos los subtramos excepto el M-IV b del techo de la unidad, que es de transición hacia la unidad Z (margas). La correlación para ellas entre el estroncio - fracción gruesa es de  $-0.070$  ( $p < 0.001$ ) y entre  $10^3$  Sr/Ca — fracción gruesa de  $-0.63$  ( $p < 0.001$ ).

## DISCUSIÓN

Veizer y Demovic (1973) encuentran una correlación negativa entre el estroncio y el residuo insoluble. Para estos autores (1974) la cantidad de estroncio es función del tipo de facies e independiente del residuo insoluble, fracción arcilla, permeabilidad, porosidad, neomorfismo, textura, dolomitización, composición esquelética, etc., aunque estas variables pueden intervenir pero dentro del mismo tipo de facies.

Para Veizer y Demovic (1973) el Sr se distribuye bimodalmente; discuten la posibilidad de que este fenómeno se deba a dos tipos de fluidos diagenéticos: a) aguas continentales y b) aguas marinas (Kinsman, 1969), apuntando una explicación alternativa para esta agrupación bimodal; para estos autores, la bimodalidad estaría heredada de los sedimentos originales y preservada a pesar de la repartición diagenética. Esta solución la relacionan con la mineralogía inicial: aragonito o calcita; esta idea es estudiada más ampliamente por Veizer (1977).

Veizer y Demovic (1974) y Veizer (1977) atribuyen esta bimodalidad a un control por facies. El grupo de muestras con altas concentraciones de estroncio correspondería a facies hipersalinas, calizas negras (falta de oxígeno) y calizas de aguas profundas (deepsea), mientras que los grupos con concentraciones de estroncio más bajas corresponderían a facies de calizas recifales detríticas, neríticas y calizas pelágicas someras.

Para estos autores, la relación Sr/Ca depende del tipo de facies; ahora bien, dentro de una misma población de muestras, otras causas

pueden ser las responsables de la variación del estroncio. Así, si hay dolomitización, el estroncio disminuye (Veizer y Demovic, 1974 y Al-Hashimi, 1976), sugiriendo que a más dolomitización el estroncio es progresivamente removido (correlación negativa).

El estroncio puede ser también un buen indicador de paleoambientes, ya que no es afectada la relación Sr/Ca en la diagénesis temprana (Lorens, Williams y Bender, 1977) de esqueletos de calcita de foraminíferos planctónicos.

El contenido en estroncio depende del tipo de facies también para Prasada y Naqvi (1977), así como para Renard (1975). Este último interpreta el contenido de estroncio como un indicador de paleosalinidades y por tanto, de la marinidad y continentalidad del medio; a un aumento del estroncio le correspondería un medio más marino; a una disminución, un medio más continental (dulceacuícola).

La pérdida de contenido de estroncio con el tiempo, está bastante bien establecida; algunos trabajos, especialmente demuestran este hecho: Kahle (1965), Veizer (1977) y Vinogradov y al. (1952).

Esta pérdida es cifrada por Veizer (1977) en un factor de 10 para sedimentos originalmente formado por aragonitos o calcita de alto magnesio, e igual o menor de 5 para sedimentos a base de calcita de bajo magnesio.

Parece establecido que el aragonito y la calcita de alto magnesio se produzcan en ambientes de plataforma, y que la calcita de bajo Mg en facies marinas con abundancia de foraminíferos planctónicos. Según los trabajos de Kinsman (1969), la cantidad de estroncio que precipita es inversamente proporcional a la temperatura; por otra parte, el estroncio no es muy sensible a precipitar en mayor abundancia en presencia de otros iones; sin embargo, la presencia de sulfatos hace aumentar esta cantidad ligeramente. Mackenzie (1964) encontraba que el valor máximo de estroncio le coincidía con un mínimo de oxígeno, en el Sureste de Bermudas.

La cantidad de estroncio en calcitas esqueléticas de globigerinas actuales, se ha estimado en 1.100 p.p.m.; la cantidad de estroncio en aragonito de corales se estima de 7.700 a 8.500 p.p.m.; en algas de 7.900 a 8.740; en oolitos marinos de 9.800 a 10.190. Para capas de aragonito

y de calcita del mismo caparazón, se encuentra una concentración de 8.000 a 8.500 p.p.m. de estroncio y 1.000 a 1.200 p.p.m. de estroncio respectivamente.

Hay pues una diferencia de 8 a 1 entre el estroncio contenido en el aragonito, del contenido en la calcita.

Sin embargo, la importancia relativa de la calcita de alto magnesio versus aragonito, en sedimentos marinos recientes, no está clara. Veizer y Demovic (1974), después de estudiar a varios autores (Bathurst, 1971; Alexandersson, 1969 y 1972; Ginsburgetal 1971; Friedman 1964; Land y Goreau, 1970); Shin 1969; De Groot, 1969) indica que el aragonito (9.000 p.p.m. de estroncio) sería el mineral dominante en facies de lagoon hipersalinas, y la calcita de alto magnesio, o aragonito de bajo estroncio (1.000 - 2.000 p.p.m. de estroncio) en bancos de algas y facies neríticas y pelágicas someras. La calcita de bajo magnesio (1.000 p.p.m. de estroncio) estaría presente en sedimentos de aguas profundas.

Para estos autores, la calcita de bajo magnesio (estable) no sería apenas alterada por la transformación diagenética, mientras que el aragonito y la calcita de alto magnesio (meta-estable) lo serían fuertemente, para dar calcita de bajo magnesio, removiendo por tanto el estroncio. Así explican la distribución bimodal de sus muestras:

—El grupo de muestras con gran contenido en estroncio estaría formado por muestras pertenecientes a: a) facies hipersalinas de lagoon, con precipitación original de aragonito de alto estroncio; b) facies de aguas marinas profundas, con calcita de bajo magnesio.

—El grupo de bajo contenido en estroncio estaría formado por muestras de facies litorales, neríticas o pelágicas someras con calcita de alto magnesio (o aragonito de bajo estroncio) (meta-estables), en los sedimentos originales y posteriormente estabilizados diagenéticamente.

Estos autores, en su trabajo de 1977, perfilan esta idea admitiendo para el conjunto de alto contenido en estroncio, una removilización de estroncio debido a la estabilización diagenética que disminuye su concentración original en un factor igual o menor de 5.

Para el grupo de bajo contenido de estroncio, una fuerte removilización tendría lugar, disminuyendo la concentración de estroncio en un



factor de 10; además lo caracterizan por una estabilización diagenética de sistema abierto, con alto porcentaje de calcita-esparita, en calizas bihermales o detríticas. Esta estabilización diagenética sería en unos casos debida a aguas meteóricas, y en otros por presiones y temperaturas elevadas (en facies de aguas profundas).

## EL ESTRONCIO Y LAS FACIES

En el estudio de los tramos y subtramos del presente trabajo, encontramos que se cumple con bastante fidelidad la repartición del estroncio propuesta por Veizer en sus trabajos: alto contenido en estroncio para facies hipersalinas, calizas negras y calizas de aguas profundas; y bajo contenido en estroncio para calizas recifales detríticas, neríticas y calizas pelágicas someras.

Los tramos con menor cantidad de estroncio pertenecen a calizas bioclásticas, frecuentemente con tamaño grueso de grano (calcarenitas gruesas o calciruditas), cementadas con esparita. Los bioclastos son algas, equinodermos, briozoos y en un tramo fragmentos de corales. Estos tramos son: J-II, M-II, M-III, B-II, M-IV a G-I b, C-I c, C-II a, M-III a y M-I a, y presentan un índice  $10^3$  Sr/Ca desde 0.38 del primero a 0.86 del último.

Los tramos con mayor cantidad de estroncio corresponden a micritas y biomicritas, con diversos porcentajes de foraminíferos planctónicos y agregados. Estos tramos son: S-II, G-III b, O-I, L-I, P-IV, T-I, G-III (a), G-III a(b) y E-I, con un índice  $10^3$  Sr/Ca entre 5.61 y 2.43.

Hemos supuesto como hipótesis de trabajo, que la mayor abundancia de cuarzo (fracción gruesa) correspondería a medios con mayor turbulencia, es decir, más energéticos; naturalmente que puede haber otras causas para proporcionar fracción gruesa a un sedimento (proximidad de un área madre, etc.) o incluso medios muy energéticos que carezcan de fracción gruesa. Aceptando en principio esta hipótesis, al estroncio le corresponderían áreas de aguas tranquilas, es decir, más cantidad de estroncio en aguas tranquilas y menos cantidad en aguas turbulentas.

A la pregunta b) del trabajo de Veizer y Demovic (1974), del por qué hay un elemento en el contenido de estroncio en ambas direcciones (mar adentro y hacia la costa) a partir del algal bank, se podría contes-

tar, pensando en una cuestión de energía del medio de sedimentación, energía que actuaría sobre las variables que determinan la formación de una u otra mineralogía, lo que a su vez permitiría una mayor o menor cantidad de estroncio en las redes cristalinas.

Así en efecto, encontramos que si agrupamos los tramos según facies y promediamos las medias de los valores  $10^3$  Sr/Ca para cada facies, obtenemos una distribución (ver tabla 11) que sería sensiblemente paralela a una representación supuesta que hiciéramos de la energía del medio en término de oleaje, corrientes, etc.

El mínimo del índice  $10^3$  Sr/Ca se sitúa en facies 6 (Sands on edge of platform) y aumenta a ambos lados de esta facies, en relación justamente contraria a la distribución de energía, que tendría un máximo en la facies 6 y disminuiría tanto a la izquierda como a la derecha de esta facies.

Los valores más altos del índice están en la facies que podemos pensar tiene un mínimo de energía, es decir, facies 1 (Basin); dentro de ella, el máximo del índice  $10^3$  Sr/Ca se presenta en el tramo S-II que hemos asignado a la facies 1 A (Basin-Evaporitic).

## MAGNESIO

El magnesio presenta buena correlación positiva con potasio. Asimismo es buena, aunque negativa con el calcio. También correlaciona significativamente con la fracción fina y con el Fe. Algo menores pero significativas son las correlaciones con el estroncio, sodio y zinc. Por

**TABLA N.º 3 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL Mg**

N.º Tramos	Mg-F.gr.	Mg-F.f.	Mg-R.l.	Mg-Na	Mg-K	Mg-Mn	Mg-Zn	Mg-Fe	Mg-Sr	Mg-Ca
38	n.s.	0.553	0.481	0.412	0.580	n.s.	0.448	0.551	0.491	-0.577
45	n.s.	0.522	0.463	0.409	0.551	n.s.	0.396	0.511	0.475	-0.558

N.º tramos	$10^2$ Mg/Ca- Fr. gr.	$10^2$ Mg/Ca- Fr. f.	$10^2$ Mg/Ca- R. l.	$10^2$ Mg/Ca- $10^4$ Na/Ca	$10^2$ Mg/Ca- $10^4$ K/Ca	$10^2$ Mg/Ca- $10^4$ Mn/Ca	$10^2$ Mg/Ca- $10^4$ Zn/Ca	$10^2$ Mg/Ca- $10^3$ Fe/Ca	$10^2$ Mg/Ca- $10^3$ Sr/Ca
38	n.s.	0.704	0.638	0.383	0.679	0.488	0.627	0.658	0.651
45	n.s.	0.686	0.634	0.399	0.665	0.490	0.607	0.643	0.614

n.s. = no significativo al 95 %.

último, la correlación con el manganeso no es significativa en los análisis de valores absolutos de magnesio y manganeso. (Tabla 3).

## MAGNESIO-ESTRONCIO

La correlación entre estos dos elementos es negativa para Mitchell (1956), así como para Veevers (1969), que estudia 103 muestras de calizas (incluyendo dolomitizaciones) y Jorgensen (1975). Negativa es también la correlación para Selim y Duff (1974) en un trabajo sobre carbonatos (calizas y dolomías). Aunque Veizer y Demovic (1974) dejen el estroncio como carácter de la facies (no directamente dependiente de un factor concreto), admiten que puede variar dentro de un grupo de muestras de la misma facies en caso de dolomitización, y así encuentran correlación negativa entre el estroncio y el magnesio, para una determinada población. Así pues, establecen que a mayor dolomitización, menor cantidad de estroncio. Igualmente, Al-Hashimi (1976), encuentra correspondencia negativa cuando la dolomitización tiene lugar.

Sin embargo, Dood (1967) encuentra correlación positiva para esqueletos de invertebrados actuales de calcita, así como para esqueletos de aragonito. Liesser (1973) encuentra que tanto el magnesio como el estroncio son directamente proporcionales a la cantidad de esqueletos o fracciones de los mismos que se encuentran presentes en el sedimento.

Veizer y Vendt (1976), presentan un gráfico del que se deduce correlación negativa para escleroesponjas triásicas, y positiva para pharetrónidos jurásicos y cretácicos.

Renard (1974) considera que la acción depresiva del magnesio frente al estroncio, no es importante para una facies carbonatada de la cuenca de París, obteniendo una curva de contenido en magnesio, sensiblemente paralela a la del estroncio.

Wagner, Steele y Zachry (1975), obtienen una correlación claramente positiva entre estos dos elementos, para calizas pensilvanienses y misisipienses del Noroeste de Arkansas.

El control físico-químico y bioquímico del estroncio y del magnesio ha sido resumido por Bathurst (1971) y Milliman (1974). Jorgensen (1975) destaca los aspectos más relevantes de estos controles.

Tres factores parecen controlar la presencia de estos dos elementos en los carbonatos esqueléticos: a) factores físico-químicos; b) factores fisiológicos; c) factores del medio ambiente.

La mineralogía del esqueleto del organismo aragonito o calcita, parece ser una de las causas más importantes en la mayor o menor cantidad de estroncio o de magnesio que sustituya al calcio en la red cristalina.

El aragonito podría contener desde menos de 0.1% de magnesio (aragonito de bajo magnesio) hasta más de 1% de magnesio (aragonito de alto magnesio) (Friedman 1968 a). La calcita de bajo magnesio contendría hasta 7.2% de magnesio, mientras la calcita de alto magnesio hasta 40.8% (Boggild 1930).

El aragonito admitiría fácil sustitución del calcio por el estroncio, y difícil en la calcita; lo contrario que el magnesio, que se sustituiría fácilmente por el calcio de la calcita, originando calcita de alto magnesio, y difícil sustitución en el aragonito (Fairbridge 1957).

Ambos elementos están afectados por la temperatura del medio. Kinsmann y Holand (1969) encuentran una correlación inversa entre Sr/Mg y la temperatura, y para algunos autores, ambos serían afectados directamente por la salinidad (Renard, 1975). Asimismo, los factores fisiológicos (genéticos) pueden ser los responsables de diferencias en el contenido de estos elementos en especies diferentes.

Los procesos diagenéticos y en especial la dolomitización, afectan al contenido original de estos elementos en el sedimento. Varios autores, Veevers (1969), Selin y Duff (1974), Veizer y Demovic (1974), Al-Hashimi (1976) y otros, parecen estar de acuerdo en que la invasión de magnesio provoca la salida del estroncio de la red del carbonato.

En el estudio actual del problema, no nos atrevemos a intentar una explicación coherente, que discierna entre los resultados de los trabajos que encuentran correlaciones positivas entre el estroncio y el magnesio, para rocas carbonatadas antiguas sin dolomitizar, y los que las encuentran negativas.

Creemos que es necesaria más investigación en este sentido.

En nuestro trabajo hemos encontrado correlación positiva  $r = 0.491$

( $p < 0.005$ ) para el grupo de 38 tramos, y 0.475 ( $p < 0.001$ ) para el de 45. La comparación entre los índices  $10^3 \text{ Sr/Ca}$  y  $10^2 \text{ Mg/Ca}$ , nos dio una correlación de  $r = 0.651$  ( $p < 0.001$ ) para el grupo de 38 tramos y  $r = 0.614$  ( $p < 0.001$ ) para el de 45 (fig. 4).

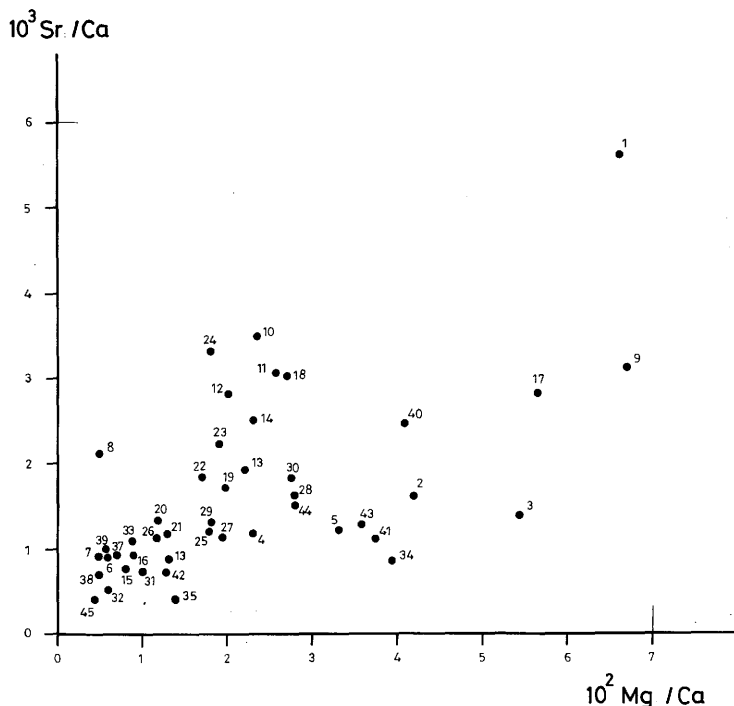


Fig. 4.—Representación para 45 tramos  $10^3 \text{ Sr/Ca} - 10^2 \text{ Mg/Ca}$ .  $r = 0.614$   $p < 0.001$ .

Además, hemos estudiado las unidades de las series individualmente, encontrando un  $r = 0.675$  ( $p < 0.001$ ) para la Unidad G de 43 muestras;  $r = 0.349$  ( $p < 0.05$ ) para la Unidad P de 37 muestras;  $r = 0.0667$  ( $p < 0.005$ ) para la Unidad J de 14 muestras. El resto de unidades presentaban coeficientes de menor significación o no significativos, pero normalmente positivos. Los tramos donde se encontraron coeficientes negativos no eran significativos.

## MAGNESIO - RESIDUO INSOLUBLE

Varios autores han estudiado la relación del residuo insoluble, con el total de magnesio contenido en rocas carbonatadas, así como la con-

tribución de los minerales de arcilla, a la cantidad de magnesio obtenida en la fracción soluble de los carbonatos.

Fairbrige (1957), en una secuencia del Ordovico de Harrisburg Pa. consistente en una rítmica alternancia de calizas y dolomías, encuentra a estas últimas asociadas al residuo insoluble. Veevers (1969) en calizas devónicas y carboníferas del Noroeste de Australia, obtiene una correlación directa entre el residuo insoluble y el magnesio de la fracción soluble. Veizer y Demovic (1973) en carbonatos del Mesozóico de los Cárpatos, obtienen significantes correlaciones positivas entre el magnesio y el residuo insoluble, sugiriendo que los minerales de arcilla de éste, concentran magnesio, el cual es emitido posteriormente durante la diagénesis, desempeñando un posible papel en la formación de dolomitas; semejantes resultados obtiene Mitchell (1956). Folk (1974) asigna también a los minerales de arcilla una función de captadores y almacenes de magnesio.

Seling y Duff (1974) por el contrario, obtienen correlaciones no significativas entre el magnesio y el residuo insoluble, para carbonatos carboníferos de Escocia (calizas y dolomías con un 5% de residuo insoluble, la mayor parte de él arcilloso), por lo que no creen que los minerales de arcilla contribuyan de alguna forma al magnesio de los carbonatos.

En el presente trabajo, se han estudiado las relaciones entre el magnesio con el residuo insoluble, la fracción fina del mismo (arcilla) y con la relación  $10^2$  Mg/Ca.

La correlación con el total de residuo insoluble no tiene mucho sentido, ya que incluye la fracción gruesa (cuarzo fundamentalmente) y la fracción fina (mineral de arcilla fundamentalmente), sin embargo, la incluimos ya que muchos autores no separan estas dos fracciones; de esta forma se facilita un estudio comparativo.

El magnesio no correlaciona significativamente con el residuo insoluble para el conjunto de 38 y de 45 muestras (0.481,  $p < 0.005$ , y 0.463,  $p < 0.005$  respectivamente), y una mejor con la fracción fina de este residuo (0.553,  $p < 0.001$  y 0.522,  $p < 0.001$ ).

La relación  $10^2$  Mg/Ca con la fracción fina en el conjunto de 38 tramos y subtramos, da una correlación muy alta con el residuo insoluble (0.638,  $p < 0.001$ ), y aun más con la fracción fina del mismo (0.704,

$p < 0.001$ ) para  $10^2$  Mg/Ca-R.I., y de 0.686 ( $p < 0.001$ ) para  $10^2$  Mg/Ca fracción fina.

Además de estas relaciones entre todas las muestras agrupadas por tramos, la correlación entre el magnesio y la fracción fina se muestra consistente para grupos de muestras examinadas por unidades. Si consideramos las unidades con un número de muestras elevado, con lo que tendremos mayor fiabilidad en las correlaciones (unidades con más de 15 muestras), obtenemos: Unidad M (93 muestras)  $r = 0.401$  ( $p < 0.001$ ); Unidad G (51 muestras)  $r = 0.401$  ( $p < 0.001$ ); Unidad H (50 muestras)  $r = 0.266$  ( $p < 0.1$ ); Unidad C (43 muestras)  $r = 0.623$  ( $p < 0.001$ ); Unidad P (37 muestras)  $r = 0.383$  ( $p < 0.002$ ); Unidad A (28 muestras)  $r =$  no significativo; Unidad B (16 muestras)  $r = 0.593$  ( $p < 0.05$ ).

## SODIO

La mejor correlación del sodio con los elementos estudiados es con el potasio. Algo menores aunque significativas, son las correlaciones del sodio con la fracción fina, manganeso, magnesio y calcio (con éste último es negativa).

La correlación del sodio con el zinc es baja, y con el estroncio no es significativa (tabla 4).

**TABLA N.º 4 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL Na**

N.º Tramos	Na-F.gr.	Na-F.f.	Na-R.I.	Na-K	Na-Mn	Na-Zn	Na-Fe	Na-Sr	Na-Mg	Na-Ca
38	n.s.	0.425	0.331	0.556	0.416	0.314	0.542	n.s.	0.412	-0.370
45	n.s.	0.428	0.347	0.562	0.425	n.s.	0.549	n.s.	0.409	-0.385

N.º tramos	$10^4$ Na/Ca-Fr. gr.	$10^4$ Na/Ca-Fr. f.	$10^4$ Na/Ca-R. I.	$10^4$ Na/Ca- $10^4$ K/Ca	$10^4$ Na/Ca- $10^4$ Mn/Ca	$10^4$ Na/Ca- $10^4$ Zn/Ca	$10^4$ Na/Ca- $10^3$ Fe/Ca	$10^4$ Na/Ca- $10^3$ Sr/Ca	$10^4$ Na/Ca- $10^2$ Mg/Ca
38	n.s.	0.444	0.356	0.583	0.511	n.s.	0.553	n.s.	0.383
45	n.s.	0.457	0.383	0.592	0.527	0.303	0.565	n.s.	0.399

n.s. = no significativo al 95 %.

## DISCUSIÓN

El sodio ha sido estudiado en relación con problemas de dolomitizaciones, o como indicador de medios ambientes (paleosalinidades).

Weber (1964) piensa que el contenido en sodio de las dolomías, se debe a una extracción del mismo procedente de los minerales de arcilla.

Land y Hoops (1973) y Land, Salen y Morrows (1975) indican que el sodio puede ser un buen indicador de salinidad para los carbonatos marinos, así como reflejar los procesos químicos de las soluciones diagenéticas.

Renard (1973), en un trabajo sobre la geoquímica de la caliza de Saint-Oven (Bartoniense medio) obtiene unos valores para el sodio netamente inferiores para el tramo continental de la serie, que para el tramo marino, utilizando este elemento como indicador de paleosalinidades en una facies carbonatada de la cuenca eocena de París (1975).

Lorens, Williams y Bender (1977), encuentran que la relación sodio/calcio es poco afectada por la diagénesis temprana (disoluciones de conchas de foraminíferos planctónicos a determinadas profundidades) y que por lo tanto, puede ser utilizado como un indicador de medios ambientes.

Prasada Rao y Naqvi (1977) indican que el sodio y la relación sodio/calcio está relacionada con la facies. Es un indicador útil para paleosalinidades, así como para salinidades de soluciones diagenéticas.

## POTASIO

El potasio correlaciona alta y positivamente con el hierro. Algo más bajas que las anteriores son las correlaciones del potasio con el sodio, magnesio y calcio (con este último es negativa).

**TABLA N.º 5 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL K**

N.º Tramos	K-F.gr.	K-F.f.	K-R.l.	K-Na	K-Mn	K-Zn	K-Fe	K-Sr	K-Mg	K-Ca
38	n.s.	0.635	0.550	0.556	0.449	0.452	0.655	0.535	0.580	-0.595
45	n.s.	0.654	0.580	0.562	0.497	0.473	0.661	0.405	0.551	-0.619

N.º tramos	10 <sup>4</sup> K/Ca-Fr. gr.	10 <sup>4</sup> K/Ca-Fr. f.	10 <sup>4</sup> K/Ca-R. l.	10 <sup>4</sup> K/Ca-10 <sup>4</sup> Na/Ca	10 <sup>4</sup> K/Ca-10 <sup>4</sup> Mn/Ca	10 <sup>4</sup> K/Ca-10 <sup>4</sup> Zn/Ca	10 <sup>4</sup> K/Ca-10 <sup>3</sup> Fe/Ca	10 <sup>4</sup> K/Ca-10 <sup>3</sup> Sr/Ca	10 <sup>4</sup> K/Ca-10 <sup>2</sup> Mg/Ca
38	n.s.	0.666	0.583	0.583	0.590	0.531	0.685	0.703	0.679
45	n.s.	0.686	0.612	0.592	0.610	0.554	0.691	0.619	0.665

n.s. = no significativo al 95 %.



Las correlaciones más bajas, aunque todavía significativas al 95% las presenta con el manganeso, zinc y por último con el estroncio. (Tabla 5).

En las correlaciones por unidades de series con más de 15 muestras, las más consistentes con las del potasio con el hierro; en todas las unidades excepto en la C la correlación es positiva y significativa. Así tenemos la Unidad G con 48 muestras y un índice de correlación de 0.689 ( $p < 0.001$ ), la A con 28 muestras y  $r = 0.444$  ( $p < 0.002$ ), la M con 93 muestras y  $r = 0.675$  ( $p < 0.001$ ), la P, 37 muestras y  $r = 0.516$ , ( $p < 0.001$ , la H de 50 muestras y  $r = 0.666$  ( $p < 0.001$ ) y la B de 16 muestras y  $r = 0.846$  ( $p < 0.001$ ).

## DISCUSIÓN

El potasio es utilizado por distintos autores en relación con paleosalinidades, así Renard y Riveline (1973) indican una clara relación del potasio con la salinidad del medio donde se formó el depósito carbonatado, y hallan unos contenidos bajos de potasio: 152 p.p.m. para el tramo de carbonatos lagunares de influencia continental, frente a 607 p.p.m. para los tramos de carbonatos lagunares de influencia marina, de la caliza de Saint Oven (Bartoniense medio).

Renard (1975) considera al potasio, junto con otros oligoelementos como indicador de salinidad en el área de sedimentación. Encuentra contenidos medios de potasio desde 113 p.p.m. hasta 718 p.p.m. según los tramos, para una serie carbonatada de la cuenca de París.

## MAGNESIO, SODIO, POTASIO EN RELACIÓN CON LAS FACIES

Magnesio, sodio y potasio se encuentran asociados formando un grupo en el análisis factorial; estos tres elementos siguen también una correlación paralela en el cuadro de facies (tabla 11).

Los índices con respecto al calcio son mayores en aguas de más profundidad (facies 1, 2, 3 y 4) y menores en facies de aguas más someras (facies 5, 6 y 7). En el potasio hay una disminución progresiva desde la facies 1 hasta la 7. En el sodio y magnesio existe también esta tendencia desde la facies 1 a la 6, donde tiene su mínimo, para volver a aumentar ligeramente en facies 7.

## MANGANESO

Las correlaciones entre el manganeso y la fracción fina han resultado positivas y altamente significativas.

Con los oligoelementos, las mejores correlaciones se obtienen con el hierro y con el zinc.

Algo menores son las correlaciones con el potasio, sodio y calcio; en este último caso, es negativa. Con el magnesio es baja y pierde su significación para la correlación de valores absolutos manganeso-magnesio para 38 y 45 tramos. (Tabla 6).

**TABLA N.º 6 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL Mn**

N.º Tramos	Mn-F.gr.	Mn-F.f.	Mn-R.l.	Mn-Na	Mn-K	Mn-Zn	Mn-Fe	Mn-Sr	Mn-Mg	Mn-Ca
38	n.s.	0.667	0.538	0.416	0.449	0.562	0.692	n.s.	n.s.	-0.538
45	-0.167	0.644	0.546	0.425	0.497	0.621	0.706	n.s.	n.s.	-0.550

N.º tramos	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- Fr. gr.	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- Fr. f.	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- R. l.	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- 10 <sup>4</sup> Na/Ca	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- 10 <sup>4</sup> K/Ca	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- 10 <sup>4</sup> Zn/Ca	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- 10 <sup>3</sup> Fe/Ca	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- 10 <sup>3</sup> Sr/Ca	10 <sup>4</sup> Mn/Ca- 10 <sup>2</sup> Mg/Ca
38	n.s.	0.815	0.692	0.511	0.590	0.737	0.804	0.514	0.488
45	n.s.	0.813	0.717	0.527	0.610	0.746	0.819	0.404	0.490

n.s. = no significativo al 95 %.

Gran parte de los trabajos realizados sobre este elemento, tratan de establecer las relaciones del mismo con la fracción carbonatada o los minerales de arcilla. Algunos trabajos se refieren a los cambios que pueden acontecer tras un proceso de dolomitización, y así establecer su estabilidad o inestabilidad frente a este proceso. Unos pocos trabajos recientes, estudian las posibilidades de este elemento como indicador de facies.

El ciclo geoquímico del manganeso ha sido estudiado por Pierucini (1951).

## MANGANESO - RESIDUO INSOLUBLE

Aunque una gran parte de los autores consideren el residuo insolu-

ble en su conjunto, el interés de esta relación va encaminada hacia la fracción fina del mismo, es decir, a establecer las relaciones posibles entre el manganeso y los minerales de arcilla y/o la fracción carbonatada (en muchos casos es realmente la fracción soluble a los ácidos) de las rocas carbonatadas.

La asociación de manganeso con residuo soluble ha sido indicada por varios autores: Vinogradov et al. (1952); Migdisov (1960); Strakov et al. (1956); Golberg y Arrhenious (1958). Weber (1964) encuentra los más elevados contenidos de manganeso en las dolomitas arcillosas; Veevers (1969) considera el manganeso, concentrado en el residuo insoluble de las calizas devónicas y carboníferas del Noroeste de Australia. Schweizer (1971) considera que el manganeso es atraído por la fracción pelítica del sedimento, y que durante las diagénesis bajo condiciones reductoras, pasa a sustituir los iones de calcio en la red de la calcita. La figura 2 de su trabajo sobre los sedimentos del Carixien de la Longenbrückener Senke, nos muestra una correlación positiva entre manganeso y  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , aunque un tanto baja.

Friedman (1969) en un trabajo sobre esqueletos de moluscos de aguas dulces y aguas marinas, obtiene unos contenidos en manganeso claramente diferentes para los moluscos de uno y otro medio, señalando al manganeso como indicador de paleoambientes.

Veizer y Demovic (1973) en carbonatos mesozóicos de los Cárpatos, indican que el manganeso correlaciona con el residuo insoluble positivamente (fundamentalmente con la fracción arcilla), pero creen que ésta no es una correlación simple; obtienen correlación negativa entre el manganeso y el calcio. Una representación del manganeso contra el residuo insoluble (al que toman como una medida indirecta de la cantidad de arcilla), les permite trazar dos rectas de regresión correspondientes a climas húmedos y áridos.

El manganeso para estos autores, está controlado en parte por la fracción arcilla o constituyentes asociados a esta fracción, con la que mantiene una correlación positiva, y en parte por la fracción carbonatada. La relación manganeso/residuo insoluble tiene una influencia climática.

Bencini y Turi (1974) en los carbonatos mesozóicos del valle de Lima (Apeninos), encuentran prácticamente la misma cantidad de man-

ganeso en la fracción soluble de roca atacada con ClH que con  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , así como con el manganeso contenido en la totalidad de la roca, atacada ésta con  $\text{HClO}_4$  y HF, indicando que si bien el manganeso puede ser absorbido por los minerales de arcilla, éstos serían removidos incluso por ataque de ácidos débiles, concluyendo que el manganeso de la fracción soluble es una contribución de los carbonatos de la roca a los que está asociado.

Consideran que el manganeso es un indicador de facies. Las concentraciones más altas de manganeso las obtiene en sedimentos de aguas marinas profundas, donde condiciones reductoras permiten que una mayor cantidad de manganeso entre en la estructura de la calcita; las concentraciones más bajas de manganeso las obtienen en sedimentos de medios de aguas poco profundas. Esta participación del manganeso refleja la mineralogía original del sedimento: aragonito en aguas poco profundas, versus calcita en medios de aguas marinas profundas. Según estos autores, los procesos diagenéticos y en especial la dolomitización, no parecen afectar sensiblemente el contenido original de manganeso.

Los contenidos relativamente altos de manganeso, en alguna secuencia por ellos estudiada, lo atribuyen a períodos de intensa meteorización en el continente, que transportó arcillas con manganeso adsorbido, después de que la depositación de condiciones reductoras, hicieron salir el manganeso de la arcilla para sustituir al calcio en la estructura de la calcita.

Renard (1975) considera el manganeso como un indicador de condiciones oxidantes-reductoras del medio.

Land, Salem y Morrow (1975), en dolomitas de la formación de Allen Bay, del Ordovícico del Norte del Canadá, concluyen que el manganeso debe de estar contenido en la fracción arcilla o en la materia orgánica, más que en la fracción carbonato.

Prasada Rao y Naqvi (1977) indican que el manganeso está en la fracción carbonatada, y que no es afectado por la inversión aragonito o calcita, pero sí por procesos de dolomitización que aumentan la cantidad de este elemento para los carbonatos (calizas y dolomías) por ellos estudiados, del Ordovicio de Tasmania-Australia. La deducción de la situación del manganeso dentro de la fracción carbonatada, se basa en la comparación de facies de carbonatos con facies de terrígenos; en es-

tas últimas encuentran poco manganeso frente a las primeras, bien sean dolomías o calizas, donde el porcentaje de manganeso es superior.

Es interesante señalar, que el contenido de estos terrígenos es cuarzo y fragmentos de roca, siendo los minerales de arcilla menos del 5%, es decir, el manganeso de la roca no puede estar en los minerales de arcilla, simplemente porque no los hay.

La mayor cantidad de manganeso la encuentran en las dolomías más cercanas al continente, por lo que opinan que éste es introducido en la roca por el efecto de aguas continentales con manganeso disuelto en ellas.

En el presente trabajo, las correlaciones entre manganeso y fracción fina, han resultado positivas y altamente significativas.

La correlación efectuada para estas dos variables, para medias de muestras en 38 tramos es de  $r = 0.667$ ; para medias de muestras en 45 tramos  $r = 0.664$ . El índice  $10^4 \text{ Mn/Ca}$  contra la fracción fina, nos da una  $r = 0.815$  para medias de índices de muestras en 38 tramos y  $r = 0.813$  para medias de índices de muestras en 45 tramos. Todos estos coeficientes correlacionan con una  $p < 0.001$ .

También algunas unidades nos dieron buenos índices de correlación manganeso-fracción fina. Unidad G (51 muestras)  $r = 0.757$  ( $p < 0.001$ ); Unidad M (93 muestras)  $r = 0.648$  ( $p < 0.001$ ); Unidad H (50 muestras)  $r = 0.315$  ( $p < 0.05$ ). Las unidades E y T dieron también coeficientes positivos y significativos, aunque por su menor número de muestras (12 y 13) nos merecen menor confianza. El resto de las unidades dan coeficientes generalmente positivos, pero sin significación suficiente.

## MANGANESO - HIERRO

El manganeso y el hierro están asociados tanto en las aguas marinas como en el sedimento, con un comportamiento en líneas generales parecido, aunque el contenido en las aguas marinas en hierro, es cinco veces superior al manganeso.

Manganeso y hierro se encuentran disueltos como iones manganesos y ferrosos; el equilibrio entre estos iones y los mangánicos o férricos,

depende del potencial de oxidación-reducción. En el caso del hierro, el potencial  $E_0$  en el caso que la concentración de ferroso es igual a la del férrico, es de +0.77, mientras que para el manganeso es de +1.51.

En un ambiente acuático, las tres formas principales de Hierro aparecen en zonas caracterizadas por  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $SH_2$ , siendo los minerales que se originan en esas tres zonas hematitas o limonita en Eh positivos; siderita en Eh comprendidos entre 0 y 0.2 V; y pirita por debajo de -0.2 V. (Krumbein y Garrels, 1952).

En medios oxidantes tendremos pues precipitación de óxidos de hierro y de manganeso; cuanto más oxidante sea el medio, más óxido de manganeso habrá en relación con el de hierro, es decir, la relación hierro/manganeso disminuiría.

Por debajo de un  $Eh = 0$  ambos iones ferroso y manganeso podrían precipitar como carbonatos, al ser las solubilidades de ambos compuestos parecidas: 0.0065 g. por  $10^5$  litros para el  $CO_3Mn$  y 0.0067 g. por  $10^5$  litros para el  $CO_3Fe$  (ambos a  $25^\circ C$ ), precipitará más, aquel ión que sea más abundante, en este caso el ferroso.

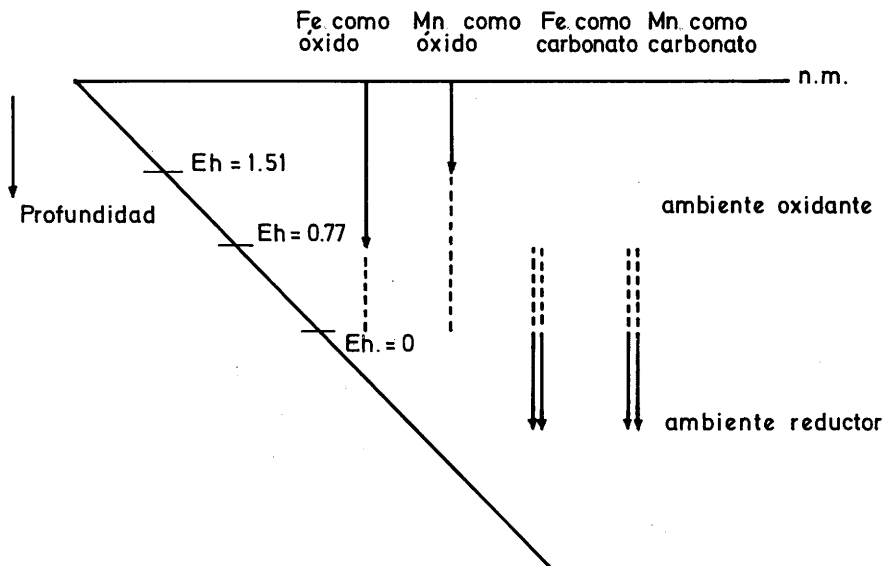


Fig. 5.—Esquema de relaciones Fe y Mn con el Eh.

En ambientes de aguas profundas, tanto el manganeso como el hierro pasarían a formar parte de la red de la calcita; es de pensar pues que en estos medios se encuentre más manganeso y hierro como carbonatos que en medios de aguas poco profundas, donde al existir el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  en forma de aragonito, la sustitución de hierro y manganeso por el calcio en esta red es más difícil.

Así pues, tendríamos dos efectos un tanto contrapuestos: en aguas de medios someros, oxidantes, habrá más óxidos de hierro y manganeso que en aguas profundas, pero en éstas, y debido a que todo el carbonato está en el sedimento como calcita, la entrada de manganeso y hierro en la red de la calcita, se ve más favorecida que en la red del aragonito, mineral éste de aguas más superficiales.

Es de esperar más hierro y más manganeso en aguas profundas tendientes a ambientes reductores, con respecto a aguas someras de ambiente oxidante; en éstas la relación hierro/manganeso variará de acuerdo con lo esquematizado en la fig. 5.

## HIERRO/MANGANESO Y SU RELACIÓN CON LAS FACIES

La relación hierro/manganeso puede servirnos como indicadora de oxidación-reducción en la zona de Eh positivos, donde existe un gradiente entre la cantidad de óxido de hierro y óxido de manganeso, aumentando relativamente el óxido de manganeso con respecto al de hierro, según aumenta la oxidación del medio.

En este trabajo, el manganeso y el hierro presentan muy buenas

**TABLA N.º 7      CONTENIDO EN Fe/Mn SEGUN FACIES**

FACIES N.º	1	2	3	4	5	6	7
NOMBRE	BASIC	OPEN SHELF	TOE OF SLOPE	FORESLOPE	ORGANIC REEF	SANDS ON EDGE OF PLATFORM	OPEN MARINE PLATFORM
$10^3\text{Fe}/10^4\text{Mn}$	1.83	1.75	1.60	1.31	0.64	1.06	1.06

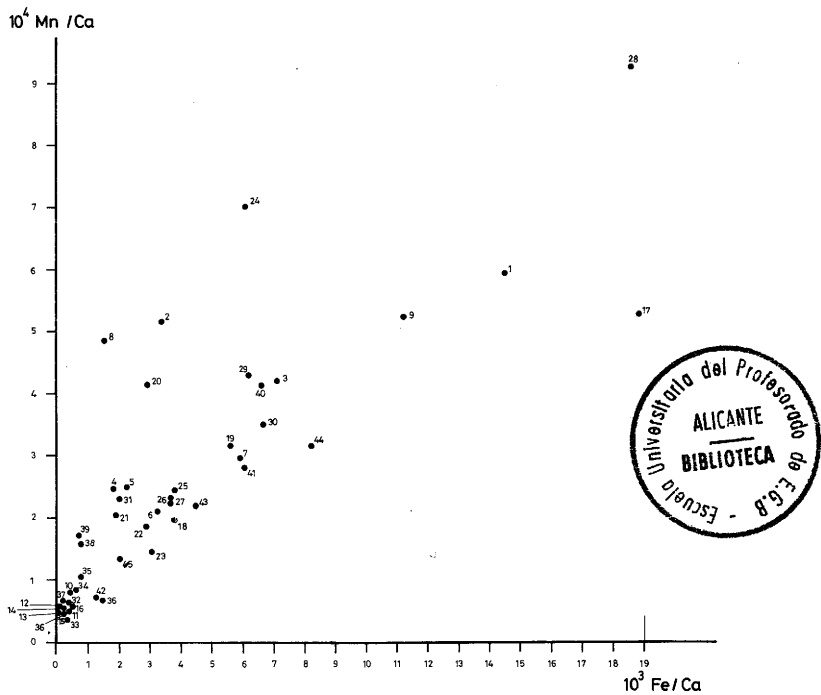


Fig. 6.—Representación para 45 tramos (medias de muestras)  $10^4 \text{ Mn / Ca} - 10^3 \text{ Fe / Ca}$   $r = 0.819$   $p < 0.001$ .

correlaciones. Para el conjunto de 45 tramos, manganeso-hierro tiene un  $r = 0.706$  ( $p < 0.001$ ) y  $10^4 \text{ Mn / Ca} - 10^3 \text{ Fe / Ca}$  un  $r = 0.819$  ( $p < 0.001$ ). (Fig. 6).

Es interesante destacar la relación hierro/manganeso; las medias para las distintas facies muestran unas diferencias notables entre las facies menos oxidantes con respecto a las más oxidantes. En efecto, la relación hierro/manganeso para las facies 1, 2, 3 y 4 de aguas profundas y relativamente profundas, es sensiblemente mayor que los valores hallados para las facies 5, 6 y 7 de aguas someras oxigenadas. Las medias de estos valores para cada facies se exponen en la tabla 7.

Se puede pues comprobar en dicha tabla, como los valores del manganeso aumentan en los medios oxidantes, con relación al hierro, disminuyendo por tanto el coeficiente hierro/manganeso.

## HIERRO

El hierro da muy buenas correlaciones con la fracción fina. Es tam-



bién alta y significativa con el calcio. Algo más bajas son las correlaciones con el sodio y magnesio. Las correlaciones con el estroncio son muy bajas y en el caso de hierro-estroncio, para 45 tramos, no es significativa. (Ver tabla 8).

**TABLA N.º 8 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL Fe**

N.º Tramos	Fe-F.gr.	Fe-F.f.	Fe-R.l.	Fe-Na	Fe-K	Fe-Mn	Fe-Zn	Fe-Sr	Fe-Mg	Fe-Ca
38	n.s.	0.690	0.587	0.542	0.655	0.692	0.626	0.350	0.551	-0.628
45	n.s.	0.678	0.599	0.549	0.661	0.706	0.638	n.s.	0.511	-0.635

N.º tramos	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-Fr. gr.	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-Fr. f.	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-R. l.	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-10 <sup>4</sup> Na/Ca	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-10 <sup>4</sup> K/Ca	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-10 <sup>4</sup> Mn/Ca	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-10 <sup>4</sup> Zn/Ca	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-10 <sup>3</sup> Sr/Ca	10 <sup>3</sup> Fe/Ca-10 <sup>2</sup> Mg/Ca
38	n.s.	0.787	0.687	0.553	0.685	0.804	0.756	0.552	0.658
45	n.s.	0.776	0.696	0.565	0.691	0.819	0.762	0.451	0.643

n.s. = no significativo al 95 %.

Las correlaciones por unidad de serie, nos dan los resultados más consistentes para la relación de hierro con el zinc. Tomando las unidades con número de muestras superior a 15, tenemos que en todas hay correlación positiva y significativa. Así la C (43 muestras)  $r = 0.693$  ( $p < 0.001$ ), G (51 muestras)  $r = 0.536$  ( $p < 0.001$ ), P (37 muestras)  $r = 0.407$  ( $p < 0.01$ ), A (28 muestras)  $r = 0.629$  ( $p < 0.001$ ), M (93 muestras)  $r = 0.884$  ( $p < 0.001$ ), H (50 muestras)  $r = 0.627$  ( $p < 0.001$ ), B (16 muestras)  $r = 0.603$  ( $p < 0.01$ ).

## DISCUSIÓN

Varios autores relacionan el contenido en hierro de las rocas sedimentarias carbonatadas y la facies.

Turekian y Wedepohl (1961), en la relación de oligoelementos para la corteza terrestre, dan un valor de 3.800 p.p.m. para carbonatos y 9.000 p.p.m. para carbonatos de aguas profundas.

Weber (1964) encuentra que las concentraciones más altas de hierro dentro de las dolomitas, ocurre en las que son arcillosas.

Friedman (1969) considera al hierro sensible a los distintos medios

ambientes, y halla que el contenido de éste para conchas de moluscos de lagoon (brackish water) es mayor que para las de ambientes netamente marinos, aunque de aguas someras.

Schweizer (1971) encuentra correlaciones negativas entre el hierro y el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  de una serie del Jurásico inferior (Baden-Württemberg), significando que este elemento fue traído por la fracción fina que había en la serie carbonatada.

Buggish (1974) presenta una serie dolomítica del Permico de los Alpes, con las representaciones del hierro y manganeso en curvas visiblemente paralelas (correlación positiva).

Veizer (1977) presenta un gráfico hierro-manganeso para muestras carbonatadas del Jurásico del Sur de Alemania, del que se deduce una correlación positiva entre estos dos elementos. Los contenidos más altos para hierro y manganeso se encuentran en las calizas que se suponen depositadas en facies marinas euxínicas.

## ZINC

El zinc nos da muy buena correlación con la fracción fina (Fig. 7). Son muy altas también las correlaciones con el hierro (ver apartado anterior) y con el manganeso. Asimismo altas negativas y significativas con el calcio.

Algo menores son las correlaciones con el magnesio y potasio. Las correlaciones con el sodio son muy bajas y en el caso de  $10^4 \text{Zn/Ca}$  —  $10^4 \text{Na/Ca}$  para 38 tramos, no es significativa. Ver tabla 9.

**TABLA N.º 9 COEFICIENTES DE CORRELACION DEL Zn**

N.º Tramos	Zn-F.gr.	Zn-F.f.	Zn-R.l.	Zn-Na	Zn-K	Zn-Mn	Zn-Fe	Zn-Sr	Zn-Mg	Zn-Ca
38	n.s.	0.823	0.702	0.314	0.452	0.562	0.626	0.427	0.446	-0.716
45	n.s.	0.812	0.700	0.316	0.473	0.621	0.638	0.323	0.396	-0.710

N.º tramos	$10^4 \text{Zn/Ca}$ -Fr. gr.	$10^4 \text{Zn/Ca}$ -Fr. f.	$10^4 \text{Zn/Ca}$ -R.l.	$10^4 \text{Zn/Ca}$ - $10^4 \text{Na/Ca}$	$10^4 \text{Zn/Ca}$ - $10^4 \text{K/Ca}$	$10^4 \text{Zn/Ca}$ - $10^4 \text{Mn/Ca}$	$10^4 \text{Zn/Ca}$ - $10^3 \text{Fe/Ca}$	$10^4 \text{Zn/Ca}$ - $10^3 \text{Sr/Ca}$	$10^4 \text{Zn/Ca}$ - $10^2 \text{Mg/Ca}$
38	n.s.	0.884	0.785	n.s.	0.531	0.737	0.756	0.614	0.627
45	n.s.	0.878	0.785	0.303	0.554	0.746	0.762	0.537	0.607

n.s. = no significativo al 95 %.

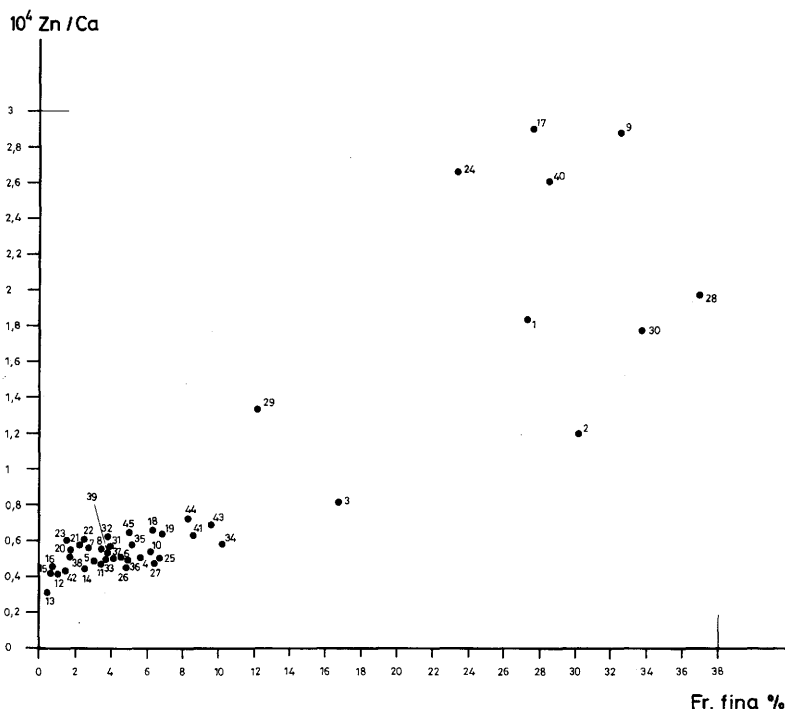


Fig. 7.—Representación para 45 tramos (media de muestras)  $10^4\text{Zn}/\text{Ca}$  — Fr. fina %  $r = 0.878$   
 $p < 0.001$ .

## DISCUSIÓN

Los datos sobre el contenido en zinc de las rocas carbonatadas, son muy escasos en la bibliografía, pero aún lo son más la elaboración de esos datos, y por tanto, las conclusiones que de los mismos se pudieran sacar.

Turekian y Wedepohl (1961) dan la cifra media de 20 p.p.m. para el contenido de zinc de los carbonatos de la corteza terrestre, y 35 p.p.m. para carbonatos de aguas profundas.

Weber (1964) encuentra en un estudio sobre dolomías, que el contenido más alto de zinc en éstos, coincide con las muestras con mayor contenido arcilloso.

Renard (1975) considera el zinc junto con otros elementos (estroncio, sodio, potasio y magnesio) como un indicador de salinidades y consecuentemente, un indicador de tendencia marina frente a tendencia continental (dilceacuícola).

## EL ZINC Y SU RELACIÓN CON LAS FACIES

El índice  $10^4 \text{ Zn/Ca}$  presenta una notable cualidad y es la de ser muy constante dentro de cada tramo, es decir, con una desviación típica frente a la media muy pequeña; un salto en el contenido en zinc en una serie de muestras, marca siempre el principio de un nuevo tramo que pertenecé a una facies distinta a la anterior.

Los tramos que se agrupan dentro de una facies tienen valores de índices  $10^4 \text{ Zn/Ca}$  muy parecidos y la media de estos valores es significativa frente a la media que presentan los tramos pertenecientes a otras facies.

Este es el caso de la facies 4 con respecto a la 7; estas dos facies que pueden estar en continuidad geográfica, es decir, que pueden contener y de hecho contienen tramos con caracteres un tanto intermedios

**TABLA N° 10 COMPARACION ENTRE CONTENIDOS DE  $10^4 \text{ Zn/Ca}$  para las facies 1 y 2; 4 y 7**

FACIES 1 (Basin)		FACIES 2 (Open Shelf)	
Tr./Subtr.	$\bar{x}$	Tr./Subtr.	$\bar{x}$
S-II	1.84	G-III b	0.57
S-I	1.20	G-III a (a)	0.48
L-I	2.88	H-II	0.68
T-I	2.90	H-I	0.72
O-I	2.67	M-IV a	0.56
Z-I	1.89	$\bar{x} = 0.60 \pm 0.09$	
E-I	2.61		
C-III a (a)	0.82		
M-IV b (b)	1.78		
$\bar{x} = 2.06 \pm 0.79$			

$t$  de Student = 3.16 (signif. al 99%)

FACIES 4 (Foreslope)		FACIES 7 (Open platform)	
Tr./Subtr.	$\bar{x}$	Tr./Subtr.	$\bar{x}$
P-IV	0.66	G-II b	0.33
P-III	0.65	G-II a	0.44
P-II b	0.54	G-I b	0.43
P-II a	0.58	G-I a	0.46
P-I b	0.60	C-II a	0.59
P-I a	0.59	M-III b	0.50
C-II b	0.47	M-III a	0.58
C-I c	0.58	H-III	0.45
C-I b	0.56	$\bar{x} = 0.47 \pm 0.79$	
B-II	0.53		
B-I	0.53		
$\bar{x} = 0.57 \pm 0.05$			

$t$  de Student = 4.72 (signif. al 99%)

entre ambas, se discriminan sin embargo muy bien en base al índice del zinc.

En la facies 4 tenemos once tramos procedentes de tres series, y en la facies 7, ocho tramos que proceden de cuatro series; la prueba t de Student para las medias resulta significativa. También lo es la media del índice de la facies 1 (Basin) frente a la de la 2 (Open Shelf). Tabla 10.

Otras comparaciones entre facies limítrofes no nos es posible realizarlas con garantías, dados los pocos tramos que disponemos en esas otras facies.

## FACIES SEDIMENTARIAS Y ELEMENTOS QUÍMICOS

Los tramos y subtramos se pueden clasificar por sus características sedimentarias en 7 facies o cinturones (Belts) propuestas por Wilson (1974).

Una descripción detallada de cada una de estas facies será objeto de un próximo artículo. Sin embargo, y a modo de resumen de este artículo exponemos la relación entre las facies y los elementos químicos analizados. (Tabla 11).

Los datos utilizados se refieren a la media de los índices de cada tramo, promediados a su vez entre sí para obtener la media de la facies donde esos tramos han sido clasificados.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

La utilización de elementos químicos de la fracción soluble de carbonatos, constituye un método de utilidad para la interpretación de medios ambientes sedimentarios. La distribución de los elementos es característica, dependiendo de las facies. La diagénesis afecta notablemente los contenidos en elementos químicos de la fracción soluble de las rocas carbonatadas, por lo que la interpretación debe de hacerse con cuidado y en sentido relativo con facies limítrofes en el medio sedimentario.

Según los análisis factoriales realizados para la totalidad de las muestras agrupadas por tramos o subtramos, con 11 variables (fracción gruesa, fracción fina, residuo insoluble total, sodio, potasio, manganeso, zinc, estroncio, magnesio y calcio) y en otros casos con 9 variables (sin resi-

FACIES N°	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7
FACIES	BASIN (ENDOTHEM) EVAPORITIC CALIZAS MOD SUPPORTED		OPEN SHELF (DEEP JONDATHEMA) CALIZAS FOR. PLANCTONIC.	TOE OF SLOPE (BASIN MARGIN O DEEP SHELF MARGIN FACIES) CALIZAS TURBIDITAS	FORESLOPE (CLINOTHEM) CALIZAS DE-BRIZOIDOS	ORGANIC (ECOLOGIC) REEF CALIZAS DE CORALES Y MOLLUSCOS	SANDS ON EDGE OF PLATFORM CALIZAS DE ALGAS Y CUARZO	OPEN MARINE PLATFORM (SHALLOW JONDATHEMA) 4 ← OPEN RESTRICTED → 8 MARINE MARINE CALIZAS DE ALGAS
LITOLOGIA	MICRITA FOSILIFERA A SPARSE AGREGADO-BIO MICRITAS FINAS (MARGAS) YESOS		PACKED BIOMICRITA A BIOMICRITAS LOCAS. MICROSPARITIA)	POBREMENTE LAVADAS BIOSPARRITAS FINAS (CON ALTER. DE BIOSPARRITAS GROSAS)	BIOSPARRITAS GROSAS A BIOSPARRITIAS	PACKED BIOMICRODUNITAS	BIOSPARRITAS MEDIAS A GROSAS	PACKED BIOMICRITAS FINAS A BIOSPARRITAS GROSAS
10 <sup>3</sup> Sr/Ca	5.61	2.28	2.00	1.16	1.52	1.03	0.46	1.10
10 <sup>2</sup> Mg/Ca	6.60	4.07	0.47	1.71	1.48	0.93	0.80	1.47
10 <sup>4</sup> Na/Ca	33.92	17.59	21.05	9.02	5.85	3.13	2.09	2.85
10 <sup>4</sup> K/Ca	68.33	14.40	5.73	4.33	2.36	2.26	2.18	1.56
10 <sup>4</sup> Mn/Ca	5.98	5.59	1.79	2.33	2.56	0.65	1.02	0.78
10 <sup>3</sup> Fe/Ca	14.52	9.78	3.15	3.74	3.36	0.42	1.09	0.83
10 <sup>4</sup> Zn/Ca	1.84	2.09	0.60	0.48	0.57	0.48	0.61	0.47

Tabla n.º 11.— Facies sedimentarias y valores medios por facies de los índices de los elementos (Clasificación de facies, siguiendo a Wilson 1974).

duo insoluble total y sin calcio), estas variables se sitúan de la siguiente forma:

a) El eje II se define por el estroncio y la fracción gruesa en posiciones opuestas.

b) El eje I se define por el calcio, que se opone a todas las demás variables (excepto a las citadas en el apartado a).

c) La fracción fina, manganeso, zinc y hierro forman un grupo afín de variables; otro grupo lo forman el sodio, potasio y magnesio.

El contenido en estroncio de la fracción soluble (y en concreto el índice  $10^3 \text{ Sr/Ca}$ ) puede tomarse como un indicador de medios ambientes, sus significativas correlaciones negativas con la fracción gruesa insoluble cabe interpretarlas como una relación inversa a la energía del medio. En efecto, las facies de medios de aguas tranquilas presentan un índice de estroncio mucho mayor que el de medios de aguas más turbulentas.

Sodio, potasio y magnesio están asociados en el análisis factorial; sus índices con respecto al calcio, siguen también una evolución paralela en el cuadro de facies; estos son mayores en aguas de más profundidad (facies 1, 2, 3, 4) y menores en aguas más someras (facies 5, 6, 7). En el potasio hay una disminución progresiva desde la facies 1 a la 7; en el sodio y magnesio existe también esta tendencia desde la facies 1 a la 6 para volver a aumentar ligeramente en facies 7.

El zinc ( $10^4 \text{ Zn/Ca}$ ) aparece como un buen elemento para diferenciar facies.

En tramos de distinta facies, la constancia de los valores del zinc para muestras de cada tramo, hace que las medias de estos valores sean estadísticamente significativos, incluso para facies limítrofes en el medio de sedimentación.

Hay más contenido en hierro y manganeso en facies de aguas profundas y menos en facies de aguas más someras. Estos dos elementos aparecen estrechamente relacionados (con elevados índices de correlación) sin embargo, y debido posiblemente a la diferencia de comportamiento frente al potencial redox, el índice  $10^4 \text{ Mn}/10^3 \text{ Fe}$  varía, siendo mayor en facies de aguas profundas (facies 1, 2, 3, 4) para disminuir en facies de aguas más someras (facies, 5, 6, 7).

# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

## LEYENDA

### A SIMBLOS COLUMNA LITOLGICA

MICRITA CONSOLIDADA



MICRITA DEBILMENTE LUTITICA



MICRITA LUTITICA




MICRITA FUERTEMENTE LUTITICA



MICRITA MUY FUERTEMENTE LUTITICA



MICRITA SIN CONSOLIDAR




ESPARTA POBREMENTE LAVADA




ESPARTA




MICRITA FOSFICADA 1-10% ALQUIMICOS



SPARSE BDMICRITA 10-50% ALQUIMICOS



PARED BIOMICRITA >50% ALQUIMICOS




BIOESPARTA



AAAAA YESO




DEBILMENTE ARENOSA



ARENOSA



FUERTEMENTE ARENOSA




MUY FUERTEMENTE ARENOSA




DEBILMENTE TERRIGENA




TERRIGENA



FUERTEMENTE TERRIGENA




MUY FUERTEMENTE TERRIGENA



### 3 SIMBLOS COLUMNA LITOLGICA DE PORCENTAJES DE TERRIGENOS Y SOLUBLES


FRACCION GUESA



FRACCION RMA



SOLUBLES CARBONATOS




### 2 SIMBLOS COLUMNA LITOLGICA DE PORCENTAJES RELATIVOS DE ALQUIMICOS (TAMBIEN LITOCLASTOS)


FORAMINIFEROS PLANCTONICOS



ESPIRULAS



AGREGADOS



FORAMINIFEROS BENTONICOS



ALGAS



BRIOZOS




ESQUIMOS



CORALES



MOLUSCOS (PELECIPODOS Y GASTEROPODOS)



LITOCLASTO (ESTRACLAISTO)



### 1 SIMBLOS COLUMNA LITOLGICA DE PORCENTAJES DE TERRIGENOS, ORTOQUIMICOS Y ALQUIMICOS

ESPARTA INTERPARTICULAR



ALQUIMICOS



ESPARTA INTRAPARTICULAR



RESIDUO INSOLUBLE



MICRITA INTERPARTICULAR




RESIDUO INSOLUBLE DE ORGANISMOS SILICEOS



MICRITA INTRAPARTICULAR



LITOCLASTOS



### 4

TAMANO ALQUIMICOS (mm)

TAMANO GRANOS DE CUARZO (mm)



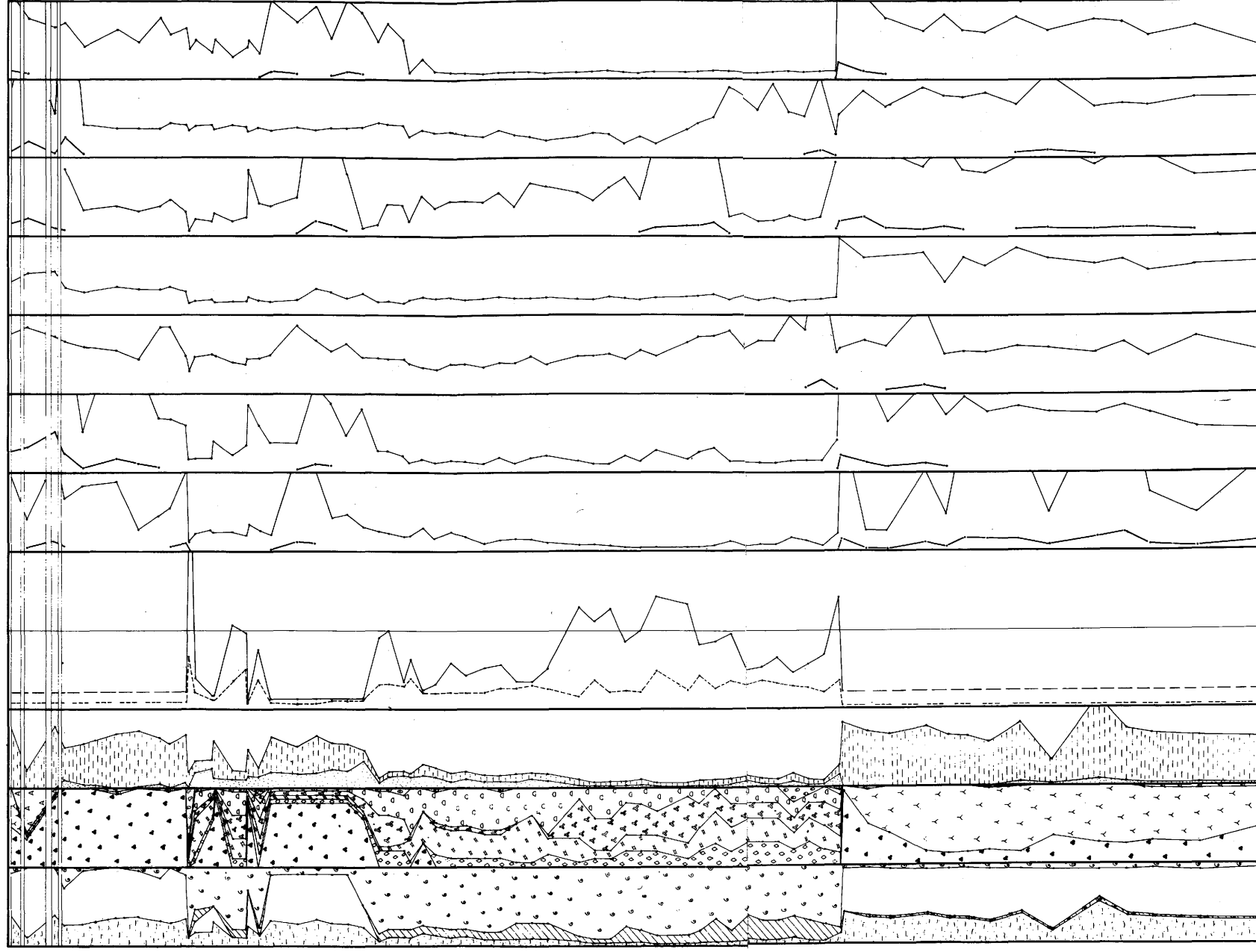


# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

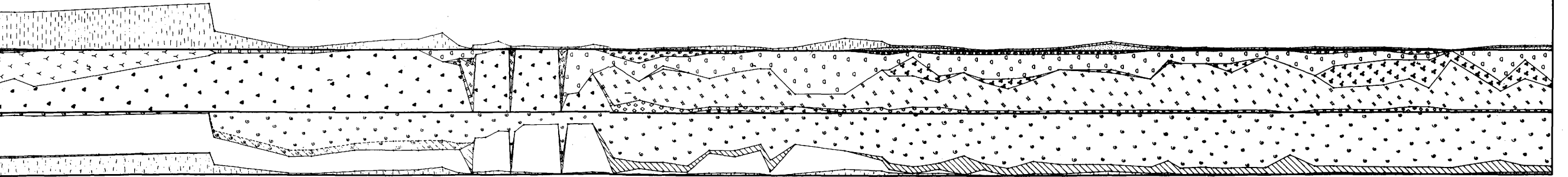
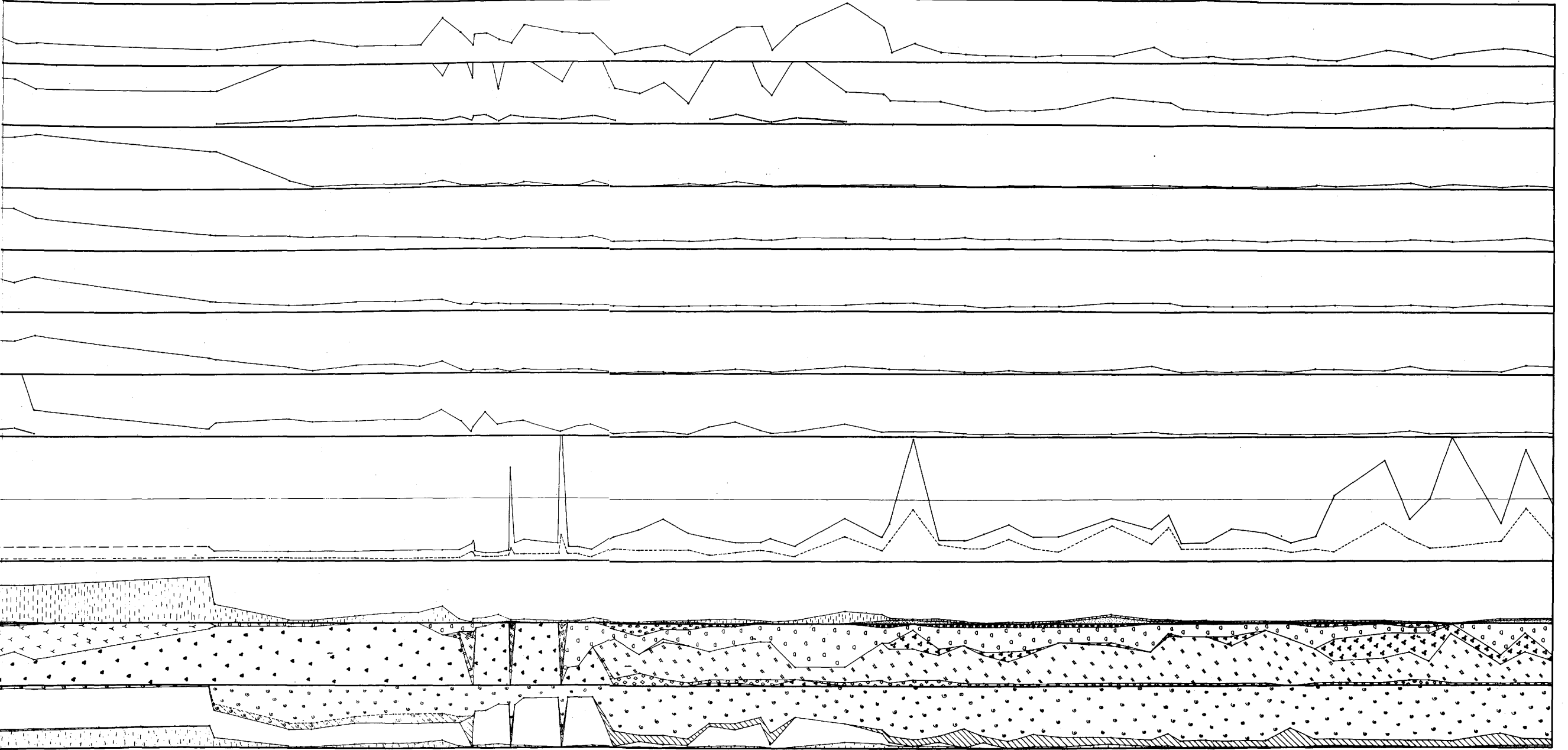
AUTOR: CARLOS AUERNHEIMER SERIE: CAPRALA (S-C-L-G) EDAD: MIOCENO MEDIO  
 HOJA: CASTALLA NÚMERO: 28-35 TÉRMINO MUNICIPAL: PETREL Y SAX  
 PROVINCIA: ALICANTE COORDENADAS TECHO: XH. 912.676 COORDENADAS MURO: XH. 952.645  
 ESCALA VERTICAL



ESCALA	MUESTRA	ESPESOR	COLUMNA LITOLÓGICA	UNIDAD	TRAMO	SUBTRAMO	LITOLÓGIA
0	1	10	...	UNIDAD 5	TRAMO S-II	TRAMO S-I	...
20	2	20	...	UNIDAD 4	TRAMO C-III	TRAMO C-II	...
40	3	40	...				
60	4	60	...	UNIDAD 3	TRAMO C-I	TRAMO C-I	...
80	5	80	...				
100	6	100	...	UNIDAD 2	TRAMO C-I	TRAMO C-I	...
120	7	120	...				
140	8	140	...	UNIDAD 1	TRAMO C-I	TRAMO C-I	...
160	9	160	...				
180	10	180	...	UNIDAD 0	TRAMO C-I	TRAMO C-I	...
200	11	200	...				



④



SUB-TRAMO G-16										BIOSPANSIA FINA									
SUB-TRAMO G-15										BIOSPANSIA GROSSA PORREENTE LAMDA EM PARTE SUPERIOR									
TRAMO G-II										PAREDE BIONCITA MEDIA									
SUB-TRAMO G-12										BIOSPANSIA MEDIA GROSSA (PORREENTE LAMDA)									
SUB-TRAMO G-11										ALTERNANCIA DE G-III e G-III b									
TRAMO G-III										PAREDE BIONCITA FINA DEBILMENTE LUTICA									
SUB-TRAMO G-III b										MICRITA FOSFILA									

# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

AUTOR: CARLOS AUERHEIMER SERIE: FRAILE (T-P-O) EDAD: MIOCENO MEDIO

HOJA: CASTALLA NUMERO: 28-33 TERMINO MUNICIPAL: PETREL

PROVINCIA: ALICANTE COORDENADAS TICHO: XH. 975 655

COORDENADAS MURO: XH. 995 649

ESCALA VERTICAL

ESCALA  
MUESTRA  
ESPESOR  
COLUMNA  
LITOLÓGICA  
(A)

TRAMO

UNIDAD

TRAMO

SUBTRAMO

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

LITOLÓGICA

ESCALA	MUESTRA	ESPESOR	COLUMNA	LITOLÓGICA	UNIDAD	TRAMO	SUBTRAMO	LITOLÓGICA
0-1	1	0.20	1	1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-2	2	0.20	2	2	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-3	3	0.20	3	3	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-4	4	0.20	4	4	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-5	5	0.20	5	5	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-6	6	0.20	6	6	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-7	7	0.20	7	7	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-8	8	0.20	8	8	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-9	9	0.20	9	9	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-10	10	0.20	10	10	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-11	11	0.20	11	11	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-12	12	0.20	12	12	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-13	13	0.20	13	13	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-14	14	0.20	14	14	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-15	15	0.20	15	15	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-16	16	0.20	16	16	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-17	17	0.20	17	17	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-18	18	0.20	18	18	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-19	19	0.20	19	19	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-20	20	0.20	20	20	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-21	21	0.20	21	21	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-22	22	0.20	22	22	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-23	23	0.20	23	23	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-24	24	0.20	24	24	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-25	25	0.20	25	25	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-26	26	0.20	26	26	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-27	27	0.20	27	27	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-28	28	0.20	28	28	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-29	29	0.20	29	29	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-30	30	0.20	30	30	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-31	31	0.20	31	31	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-32	32	0.20	32	32	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-33	33	0.20	33	33	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-34	34	0.20	34	34	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-35	35	0.20	35	35	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-36	36	0.20	36	36	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-37	37	0.20	37	37	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-38	38	0.20	38	38	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-39	39	0.20	39	39	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-40	40	0.20	40	40	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-41	41	0.20	41	41	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-42	42	0.20	42	42	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-43	43	0.20	43	43	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-44	44	0.20	44	44	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-45	45	0.20	45	45	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-46	46	0.20	46	46	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-47	47	0.20	47	47	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-48	48	0.20	48	48	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-49	49	0.20	49	49	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-50	50	0.20	50	50	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-51	51	0.20	51	51	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-52	52	0.20	52	52	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-53	53	0.20	53	53	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-54	54	0.20	54	54	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-55	55	0.20	55	55	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-56	56	0.20	56	56	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-57	57	0.20	57	57	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-58	58	0.20	58	58	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-59	59	0.20	59	59	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-60	60	0.20	60	60	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-61	61	0.20	61	61	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-62	62	0.20	62	62	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-63	63	0.20	63	63	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-64	64	0.20	64	64	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-65	65	0.20	65	65	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-66	66	0.20	66	66	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-67	67	0.20	67	67	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-68	68	0.20	68	68	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-69	69	0.20	69	69	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-70	70	0.20	70	70	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-71	71	0.20	71	71	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-72	72	0.20	72	72	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-73	73	0.20	73	73	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-74	74	0.20	74	74	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-75	75	0.20	75	75	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-76	76	0.20	76	76	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-77	77	0.20	77	77	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-78	78	0.20	78	78	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-79	79	0.20	79	79	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-80	80	0.20	80	80	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-81	81	0.20	81	81	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-82	82	0.20	82	82	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-83	83	0.20	83	83	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-84	84	0.20	84	84	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-85	85	0.20	85	85	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-86	86	0.20	86	86	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-87	87	0.20	87	87	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-88	88	0.20	88	88	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-89	89	0.20	89	89	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-90	90	0.20	90	90	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-91	91	0.20	91	91	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-92	92	0.20	92	92	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-93	93	0.20	93	93	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-94	94	0.20	94	94	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-95	95	0.20	95	95	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-96	96	0.20	96	96	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-97	97	0.20	97	97	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-98	98	0.20	98	98	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-99	99	0.20	99	99	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1
0-100	100	0.20	100	100	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1	TRAMO O-1

TRAMO O-1

TRAMO P-I

TRAMO P-II

TRAMO P-III

TRAMO P-IV

TRAMO T-I

TRAMO T-II

TRAMO T-III

TRAMO T-IV

TRAMO T-V

TRAMO T-VI

TRAMO T-VII

TRAMO T-VIII

TRAMO T-IX

TRAMO T-X

TRAMO T-XI

TRAMO T-XII

TRAMO T-XIII

TRAMO T-XIV

TRAMO T-XV

TRAMO T-XVI

TRAMO T-XVII

TRAMO T-XVIII

TRAMO T-XIX

TRAMO T-XX

TRAMO T-XXI

TRAMO T-XXII

TRAMO T-XXIII

TRAMO T-XXIV

TRAMO T-XXV

TRAMO T-XXVI

TRAMO T-XXVII

TRAMO T-XXVIII

TRAMO T-XXIX

TRAMO T-XXX

TRAMO T-XXXI

TRAMO T-XXXII

TRAMO T-XXXIII

TRAMO T-XXXIV

TRAMO T-XXXV

TRAMO T-XXXVI

TRAMO T-XXXVII

TRAMO T-XXXVIII

TRAMO T-XXXIX

TRAMO T-XXXX

TRAMO T-XXXXI

TRAMO T-XXXXII

TRAMO T-XXXXIII

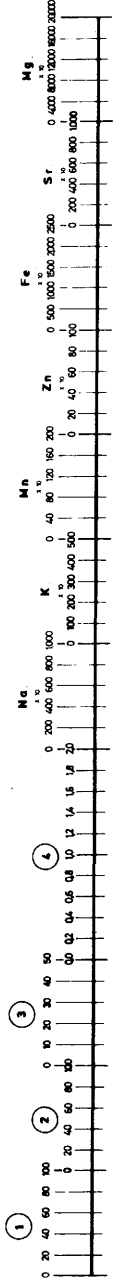
# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

AUTOR: CARLOS AUERHEIMER    SERIE: UMBRIA (A-Z-M)    EDAD: MIOCENO MEDIO  
 HOJA: PINGOSO    NUMERO: 27-24    TERMINO MUNICIPAL: MONOVAR, SALINAS Y ELDA  
 PROVINCIA: ALICANTE    COORDENADAS TECHO: XH: 871 598  
 COORDENADAS MURO: XH: 882 606  
 ESCALA VERTICAL

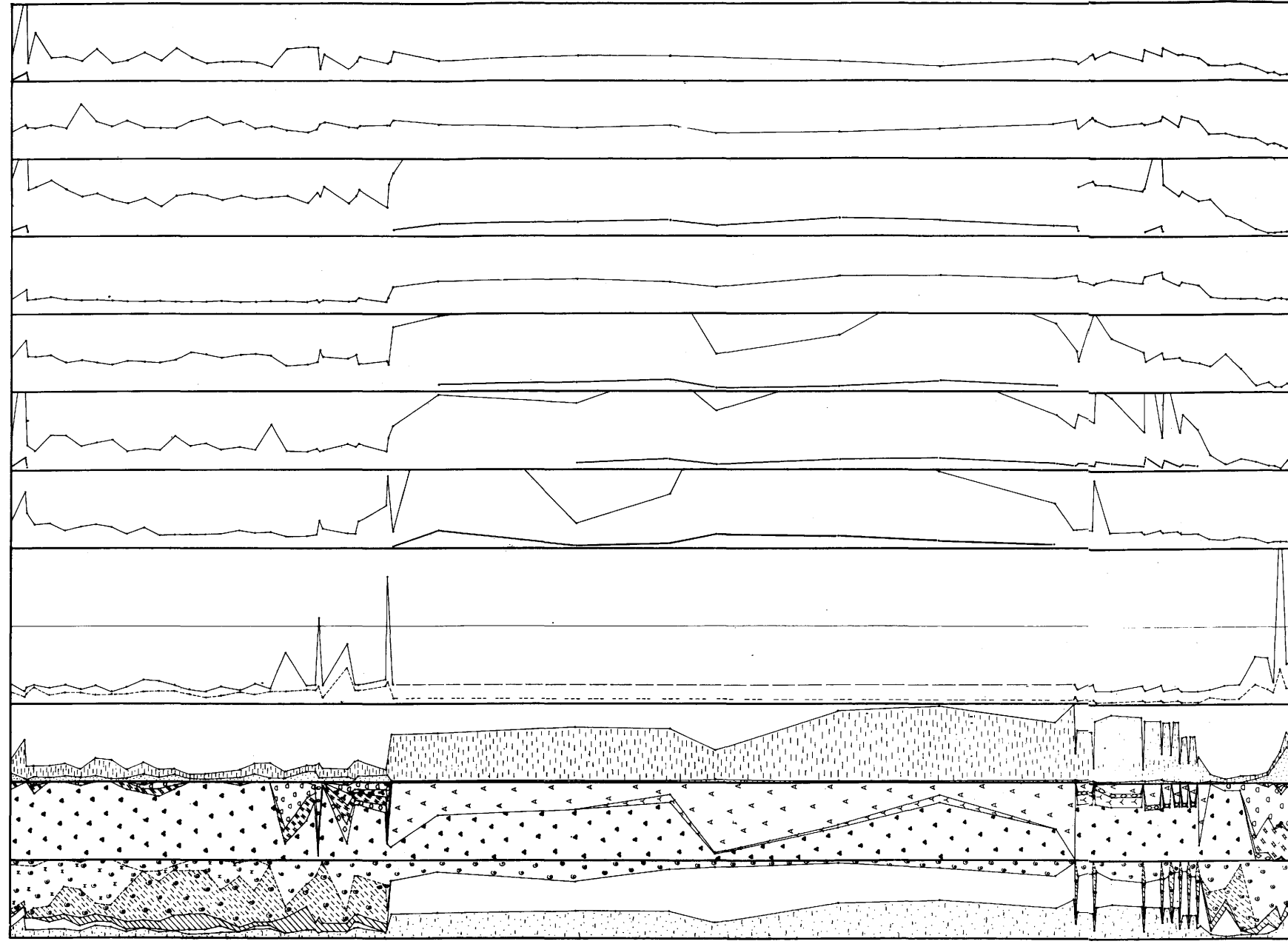
0m    25m    50m

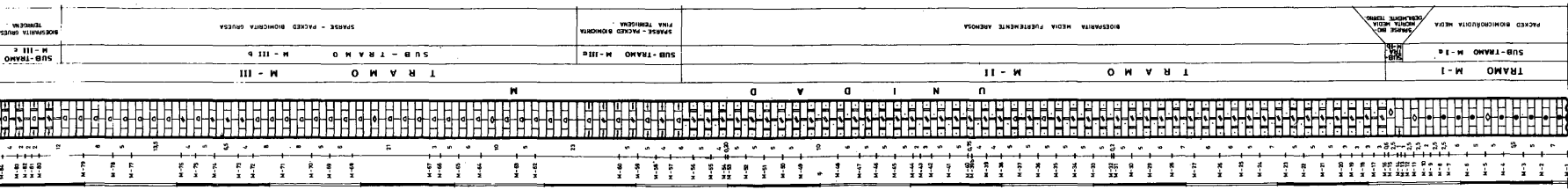
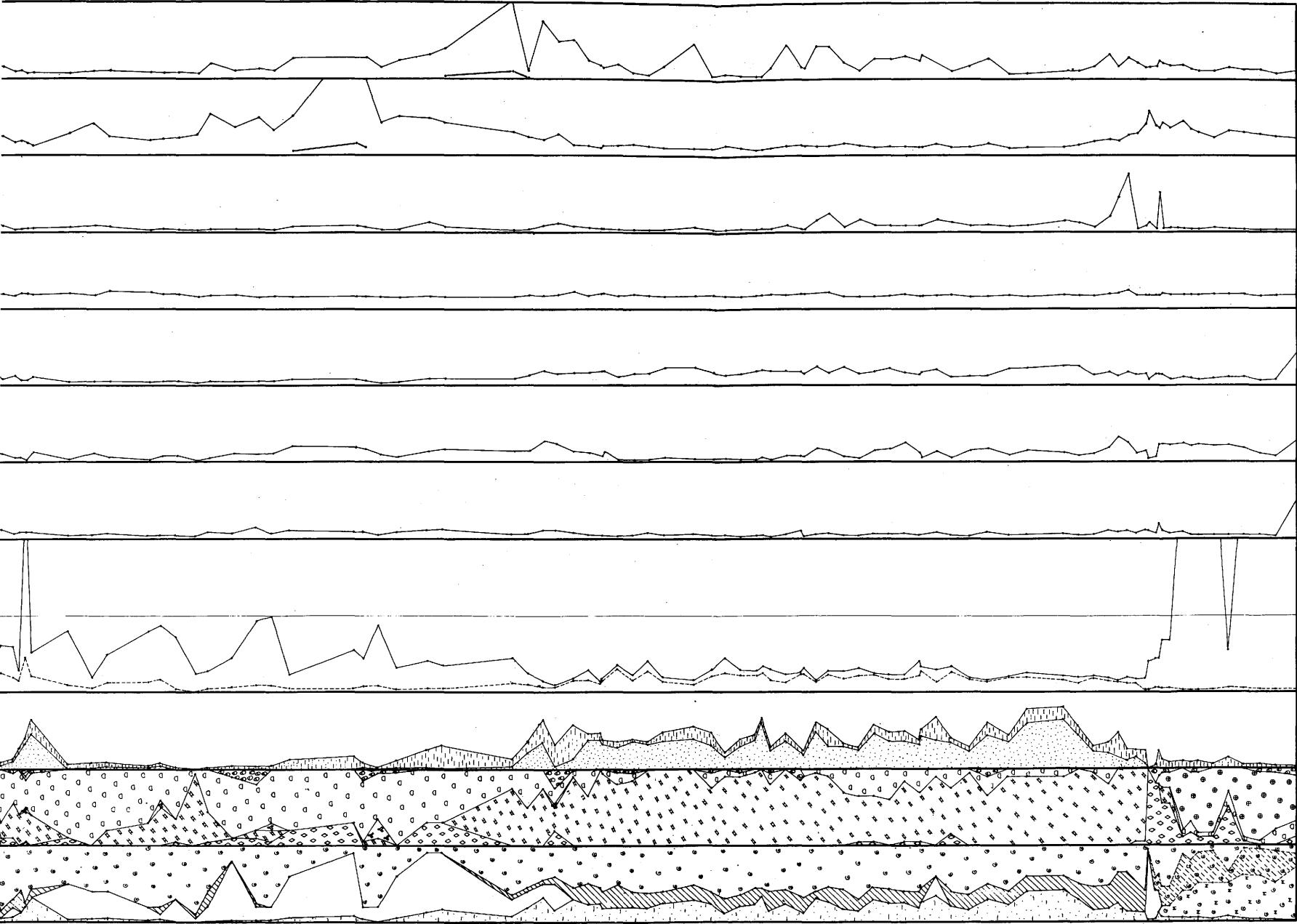
ESCALA  
 MUESTRA  
 ESPESOR  
 COLUMNA  
 UNIDAD  
 TRAMO  
 SUBTRAMO  
 LITOLOGIA

4

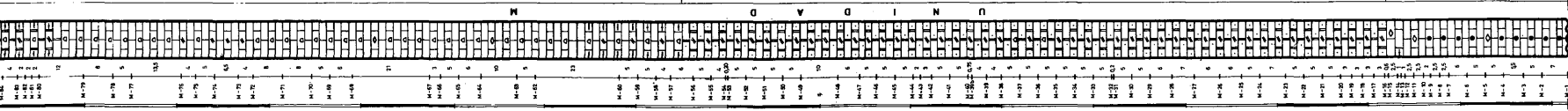


ESCALA	MUESTRA	ESPESOR	COLUMNA	UNIDAD	TRAMO	SUBTRAMO	LITOLOGIA
0	1	10	1	TRAMO A-I	ALTERNANCIA M-I@ Y A-I@	ALTERNANCIA M-I@ Y A-I@	ALTERNANCIA M-I@ Y A-I@
10	2	10	2	TRAMO A-II	TRAMO A-II	TRAMO A-II	TRAMO A-II
20	3	10	3	TRAMO Z-II	TRAMO Z-II	TRAMO Z-II	TRAMO Z-II
30	4	10	4	TRAMO Z-III	TRAMO Z-III	TRAMO Z-III	TRAMO Z-III
40	5	10	5	TRAMO Z-IV	TRAMO Z-IV	TRAMO Z-IV	TRAMO Z-IV
50	6	10	6	TRAMO Z-V	TRAMO Z-V	TRAMO Z-V	TRAMO Z-V
60	7	10	7	TRAMO Z-VI	TRAMO Z-VI	TRAMO Z-VI	TRAMO Z-VI
70	8	10	8	TRAMO Z-VII	TRAMO Z-VII	TRAMO Z-VII	TRAMO Z-VII
80	9	10	9	TRAMO Z-VIII	TRAMO Z-VIII	TRAMO Z-VIII	TRAMO Z-VIII
90	10	10	10	TRAMO Z-IX	TRAMO Z-IX	TRAMO Z-IX	TRAMO Z-IX
100	11	10	11	TRAMO Z-X	TRAMO Z-X	TRAMO Z-X	TRAMO Z-X
110	12	10	12	TRAMO Z-XI	TRAMO Z-XI	TRAMO Z-XI	TRAMO Z-XI
120	13	10	13	TRAMO Z-XII	TRAMO Z-XII	TRAMO Z-XII	TRAMO Z-XII
130	14	10	14	TRAMO Z-XIII	TRAMO Z-XIII	TRAMO Z-XIII	TRAMO Z-XIII
140	15	10	15	TRAMO Z-XIV	TRAMO Z-XIV	TRAMO Z-XIV	TRAMO Z-XIV
150	16	10	16	TRAMO Z-XV	TRAMO Z-XV	TRAMO Z-XV	TRAMO Z-XV
160	17	10	17	TRAMO Z-XVI	TRAMO Z-XVI	TRAMO Z-XVI	TRAMO Z-XVI
170	18	10	18	TRAMO Z-XVII	TRAMO Z-XVII	TRAMO Z-XVII	TRAMO Z-XVII
180	19	10	19	TRAMO Z-XVIII	TRAMO Z-XVIII	TRAMO Z-XVIII	TRAMO Z-XVIII
190	20	10	20	TRAMO Z-XIX	TRAMO Z-XIX	TRAMO Z-XIX	TRAMO Z-XIX
200	21	10	21	TRAMO Z-XX	TRAMO Z-XX	TRAMO Z-XX	TRAMO Z-XX
210	22	10	22	TRAMO Z-XXI	TRAMO Z-XXI	TRAMO Z-XXI	TRAMO Z-XXI
220	23	10	23	TRAMO Z-XXII	TRAMO Z-XXII	TRAMO Z-XXII	TRAMO Z-XXII
230	24	10	24	TRAMO Z-XXIII	TRAMO Z-XXIII	TRAMO Z-XXIII	TRAMO Z-XXIII
240	25	10	25	TRAMO Z-XXIV	TRAMO Z-XXIV	TRAMO Z-XXIV	TRAMO Z-XXIV
250	26	10	26	TRAMO Z-XXV	TRAMO Z-XXV	TRAMO Z-XXV	TRAMO Z-XXV
260	27	10	27	TRAMO Z-XXVI	TRAMO Z-XXVI	TRAMO Z-XXVI	TRAMO Z-XXVI
270	28	10	28	TRAMO Z-XXVII	TRAMO Z-XXVII	TRAMO Z-XXVII	TRAMO Z-XXVII
280	29	10	29	TRAMO Z-XXVIII	TRAMO Z-XXVIII	TRAMO Z-XXVIII	TRAMO Z-XXVIII
290	30	10	30	TRAMO Z-XXIX	TRAMO Z-XXIX	TRAMO Z-XXIX	TRAMO Z-XXIX
300	31	10	31	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
310	32	10	32	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
320	33	10	33	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
330	34	10	34	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
340	35	10	35	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
350	36	10	36	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
360	37	10	37	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
370	38	10	38	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
380	39	10	39	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
390	40	10	40	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX
400	41	10	41	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
410	42	10	42	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
420	43	10	43	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
430	44	10	44	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
440	45	10	45	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
450	46	10	46	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
460	47	10	47	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
470	48	10	48	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
480	49	10	49	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
490	50	10	50	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX
500	51	10	51	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
510	52	10	52	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
520	53	10	53	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
530	54	10	54	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
540	55	10	55	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
550	56	10	56	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
560	57	10	57	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
570	58	10	58	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
580	59	10	59	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
590	60	10	60	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX
600	61	10	61	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
610	62	10	62	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
620	63	10	63	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
630	64	10	64	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
640	65	10	65	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
650	66	10	66	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
660	67	10	67	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
670	68	10	68	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
680	69	10	69	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
690	70	10	70	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX
700	71	10	71	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
710	72	10	72	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
720	73	10	73	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
730	74	10	74	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
740	75	10	75	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
750	76	10	76	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
760	77	10	77	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
770	78	10	78	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
780	79	10	79	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
790	80	10	80	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX
800	81	10	81	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
810	82	10	82	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
820	83	10	83	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
830	84	10	84	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
840	85	10	85	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
850	86	10	86	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
860	87	10	87	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
870	88	10	88	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
880	89	10	89	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
890	90	10	90	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX
900	91	10	91	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX	TRAMO Z-XXX
910	92	10	92	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI	TRAMO Z-XXXI
920	93	10	93	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII	TRAMO Z-XXXII
930	94	10	94	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII	TRAMO Z-XXXIII
940	95	10	95	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV	TRAMO Z-XXXIV
950	96	10	96	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV	TRAMO Z-XXXV
960	97	10	97	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI	TRAMO Z-XXXVI
970	98	10	98	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII	TRAMO Z-XXXVII
980	99	10	99	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII	TRAMO Z-XXXVIII
990	100	10	100	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX	TRAMO Z-XXXIX





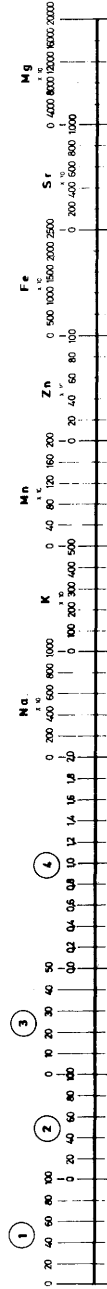
TRAMO M-I	TRAMO M-II	TRAMO M-III	TRAMO M-III	TRAMO M-III	TRAMO M-III
PACKED BOMONDURIA MIRA	BOERANITA MEDIA FIBREMENTE ANOMALA	SUB-TRAMO M-III	SUB-TRAMO M-III	SUB-TRAMO M-III	SUB-TRAMO M-III
TRAMO M-I	TRAMO M-II	TRAMO M-III	TRAMO M-III	TRAMO M-III	TRAMO M-III
TRAMO M-I	TRAMO M-II	TRAMO M-III	TRAMO M-III	TRAMO M-III	TRAMO M-III



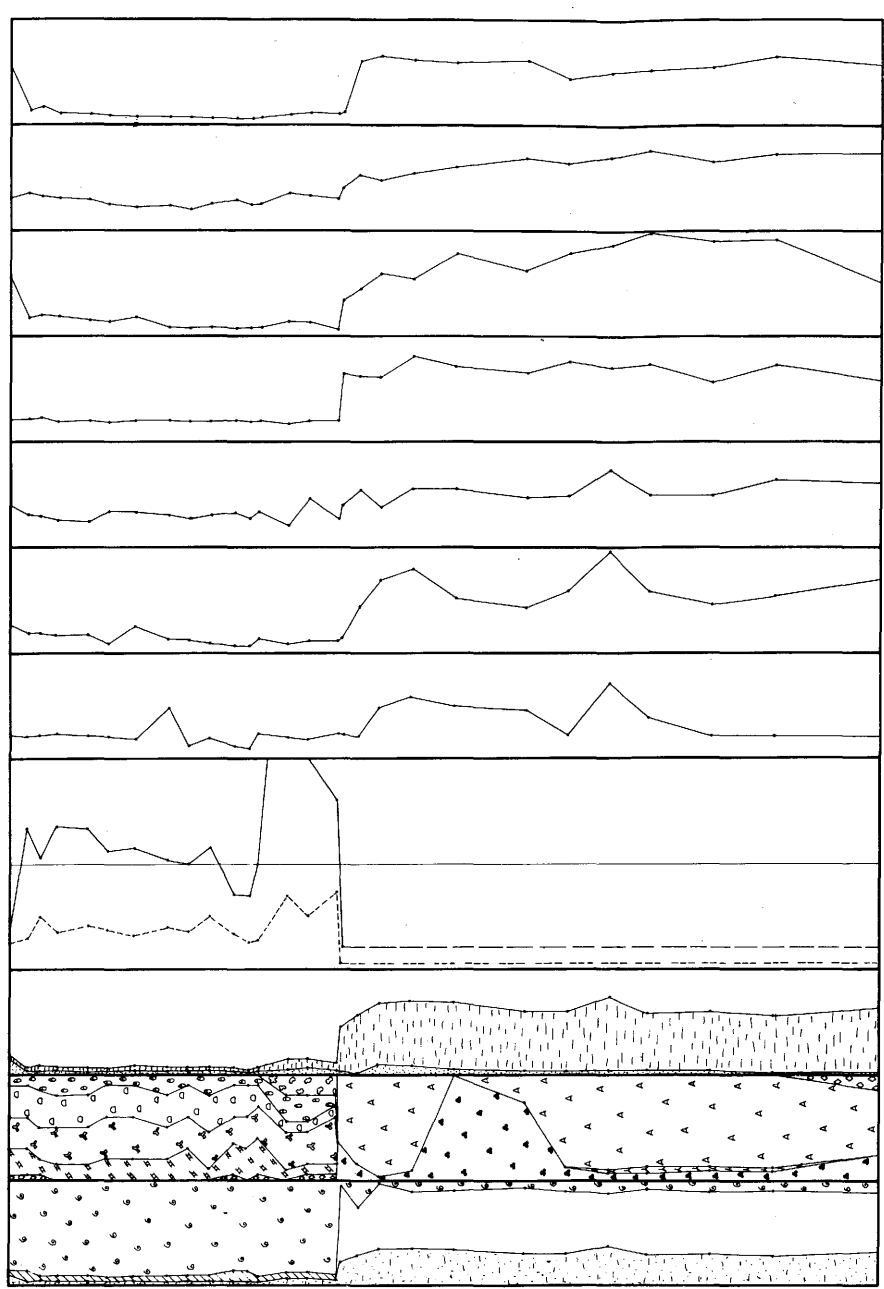
# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

AUTOR: CARLOS AUERHEIMER    SERIE: CASTALLA (B-E)    EDAD: MIOCENO MEDIO  
 HOJA: CASTALLA    NUMERO: 28-33    TERMINO MUNICIPAL: CASTALLA  
 PROVINCIA: ALICANTE    COORDENADAS TECHO: YH. 018. 748    COORDENADAS MURO: YH. 022. 744  
 ESCALA VERTICAL: 0m    20m    50m

ESCALA: ESPESOR    COLUMNA LITOLÓGICA    UNIDAD    TRAMO    SUBTRAMO    LITOLÓGICA



ESCALA	ESPESOR	COLUMNA LITOLÓGICA	UNIDAD	TRAMO	SUBTRAMO	LITOLÓGICA
0-10	0-10					
10-20	10-20					
20-30	20-30					
30-40	30-40					
40-50	40-50					
50-60	50-60					
60-70	60-70					
70-80	70-80					
80-90	80-90					
90-100	90-100					



# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

AUTOR: CARLOS ALJERHEIMER    SERIE: VINALOPO (H-K)    EDAD: MIOCENO MEDIO

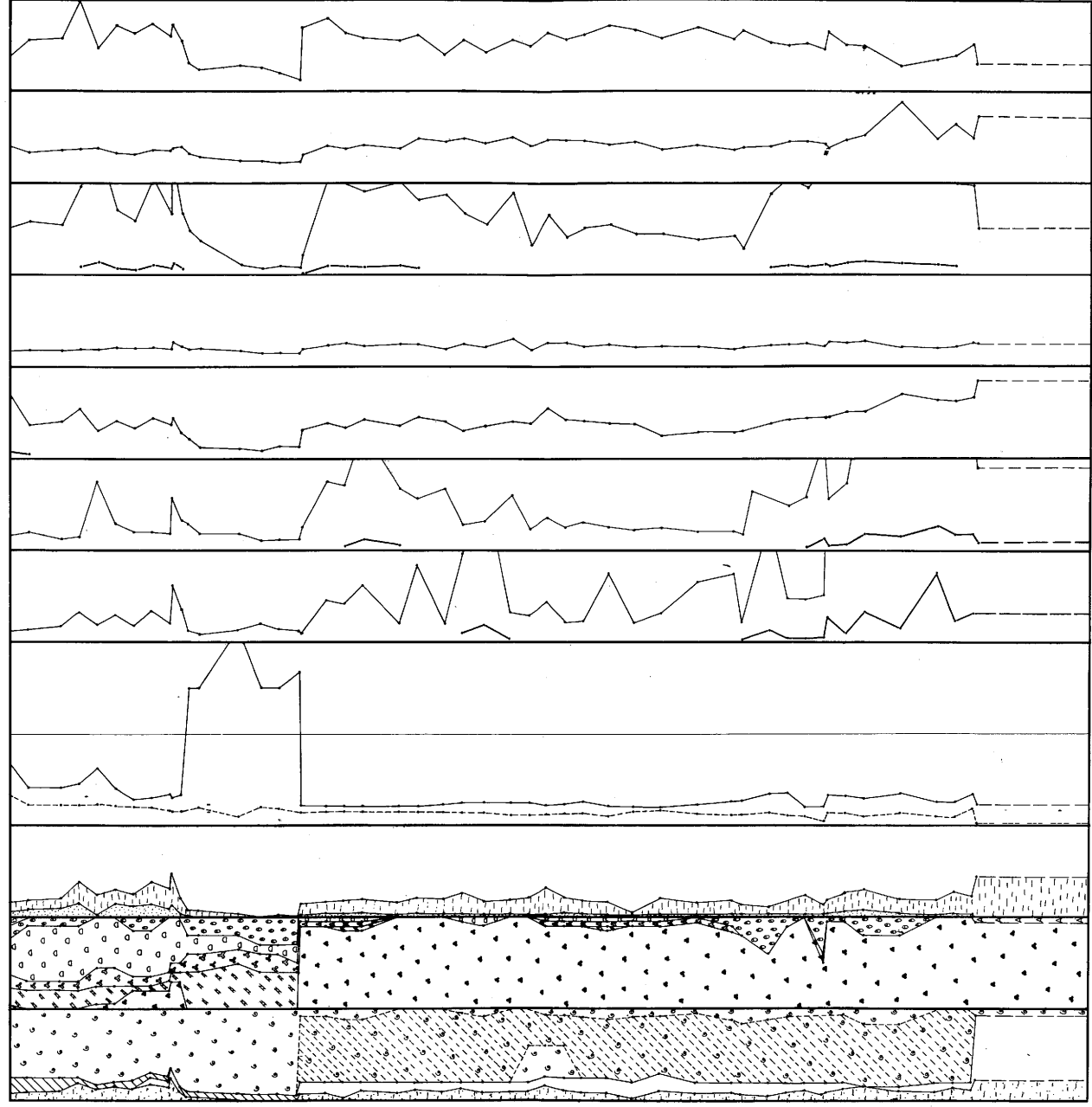
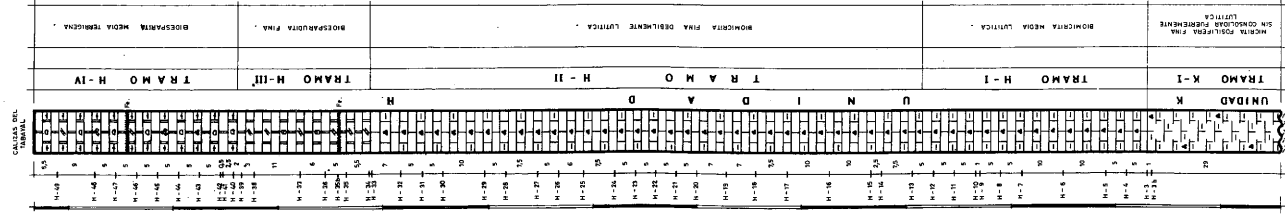
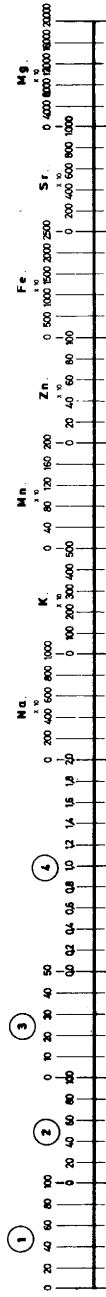
HORA: ELCHE    NUMERO: 28-35    TERMINO MUNICIPAL: ELCHE  
 PROVINCIA: ALICANTE    COORDENADAS TECHO: YH 006 446    COORDENADAS MURO: YH-001 439

ESCALA VERTICAL

50 m  
25 m  
0 m

(4)

ESCALA  
 MUESTRA  
 ESPESOR  
 COLUMNA  
 LITOLÓGICA  
 UNIDAD  
 TRAMO  
 SUBTRAMO  
 LITOLÓGICA

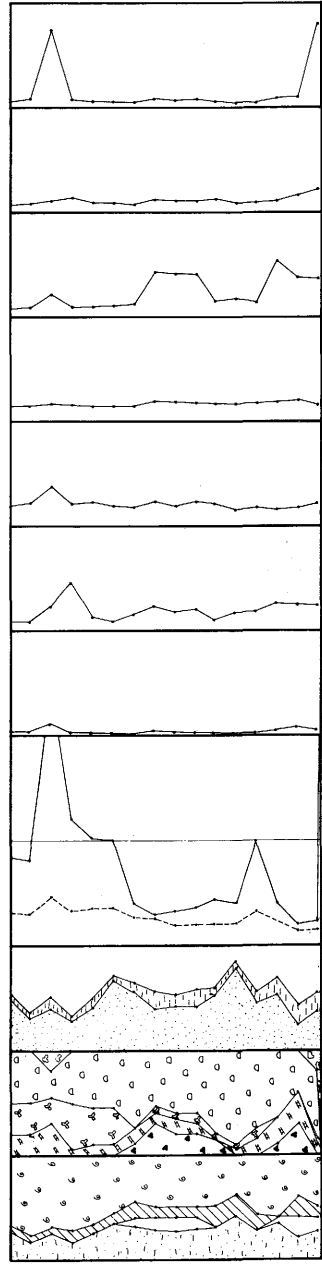






# ESTRATIGRAFIA DEL MIOCENO DE ELDA - PETREL (ALICANTE)

AUTOR: CARLOS ALJERNHEIMER    SERIE: MONTEALEGRE (J)    EDAD: MIOCENO MEDIO  
 HOJA MONTEALEGRE DEL CASTILLO NUMERO: 26-52    TERMINO MUNICIPAL: MONTEALEGRE DEL CASTILLO  
 PROVINCIA: ALBACETE    COORDENADAS TECHO: XH. 495 902    COORDENADAS MURO: XH. 493 906  
 ESCALA VERTICAL



ESCALA	MUESTRA	ESPESOR	COLUMNA	LITOLÓGICA	UNIDAD	TRAMO	SUBTRAMO	LITOLÓGICA
1	1-1	10	1	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa
2	1-2	10	2	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa
3	1-3	10	3	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa
4	1-4	10	4	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa

ESCALA	MUESTRA	ESPESOR	COLUMNA	LITOLÓGICA	UNIDAD	TRAMO	SUBTRAMO	LITOLÓGICA
1	1-1	10	1	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa
2	1-2	10	2	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa
3	1-3	10	3	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa
4	1-4	10	4	arenosa	J-II	J-IIa	J-IIa	arenosa



## BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDERSSON, T.: *Recent littoral and sublittoral high-Mg calcite lithification in the Mediterranean*. Sedimentology, v. 12, p. 47-61 (1969).
- ALEXANDERSSON, T.: *Intergranular growth of marine aragonite and Mg-calcite: evidence of precipitation from supersaturated seawater*. Journ. Sed. Petrology, v. 42, p. 441-460 (1972).
- AL-HASHIMI, W. S.: *Significance of Strontium distribution in some carbonate rocks in the Carboniferous of Northumberland, England*. Journ. Sed. Petrology, v. 66, n.º 2, p. 369-376 (1976).
- BATHURST, R.G.C.: *Carbonate sediments and their diagenesis*. Elsevier, Amsterdam, 620 p. (1975).
- BENCINI, A. y TURI, A.: *Mn distribution in the Mesozoic carbonate rocks from Lima Valley, northern Apennines*. Journ. Sed. Petrology, v. 44, n.º 3, p. 774-782 (1974).
- BOGGILD, O. B.: *The shell structure of the mollusks*. Kgl. Danske Videns kab. Selskab, Mat. Fys. Medd. v. 9, p. 231-325 (1930).
- BUGGISCH, W.: *Die Bellerophonschichten der Reppwand (Gartnerkofel) (Oberperm, Karnische Alpen) Carinthia II*. 164-184. Jahrgang. S. 17-26. (1974).
- CUADRAS, C. M.: *Análisis Factorial. Series sobre programación de análisis multivariante*. N.º 3 Polycopia. Lab. Cálculo. Fac. de Ciencias. Univ. de Barcelona, 13 p. (1973).
- DAGNELIE, P.: *L'analyse statistique a plusieurs variables*. Les Presses Agronom. Gembloux (Belgique), 362 p. (1975).
- DE GROOT, K.: *The chemistry of submarine cement formation at Dohat Hussain in the Persian Gulf*. Sedimentology, v. 12, p. 63-68. (1969).
- DOOD, J. R.: *Magnesium and Strontium in calcareous skeletons*. Jour. Paleontology, v. 41, p. 1.313-1.329 (1967).
- ERNST, W.: *Geochemical facies analysis. Methods in Geochemistry and Geophysics*. v. 11. Elsevier Publ. Comp. 152 p. (1970).
- FAIRBRIDGE, R. W.: *The Dolomite question*. S.E.P.M. spec. public. 15, p. 124-178 (1957).
- FLÜGEL, H. W. y WEDEPOHL, K. H.: *Die Verteilung des Strontiums in oberjurassischen Karbonatgesteinen der Nördlichen Kalhalpen*. Contri. Mineral and Petrol. v. 14, p. 229-249 (1967).
- FOLK, R. L.: *The natural history of crystalline calcium carbonate: Effect of Magnesium content and salinity*. Jour. Sed. Petrology, v. 44, n.º 1, p. 40-53 (1974).
- FRIEDMAN, G. M.: *Early diagenesis and lithification in carbonate sediments*. Jour. Sed. Petrology, v. 34, p. 777-813. (1964).

- FRIEDMAN, G. M.: *Geology and geochemistry of reefs, carbonate sediments and waters, Gulf of Aqaba. (Elat) Red Sea*. Jour. Sed. Petrol. v. 38, p. 895-919 (1968).
- FRIEDMAN, G. M.: *Trace elements as possible environmental indicators in carbonate sediments. Depositional environments in carbonate rocks*. S.E.P.M. Spec. Publ. 14. p. 193-200 (1969).
- GINSBURG, R. N., MARSZALEK, D. S. y SCHEIDERMANN, N.: *Untrastructure of carbonate cement in a Holocene algal reef of Bermuda*. Jour. Sed. Petrology, v. 41, p. 472-482 (1971).
- GOLDBERG, E. D. y ARRHENIUS, G.O.S.: *Chemistry of Pacific pelagic sediments*. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 13, p. 153-212 (1958).
- JORGENSEN, N. O.: *Mg/Sr distribution and diagenesis of Maastrichtian white chalk and Danian bryozoan limestone from Jylland, Denmark*. Bull. Geol. Soc. Denmark, v. 24, p. 299-325 (1975).
- KAHLE, C. F.: *Stronium in Oölitic Limestones*. Jour. Sed. Petrology, v. 35, n.º 4, p. 846-856. (1965).
- KENDALL, M. G.: *A course in multivariate analysis*. Charles Griffin and Company Limited. London. 4.ª impresión, 185 p. (1968).
- KINSMAN, D.J.J.: *Interpretation of Sr concentrations in carbonate minerals and rocks*. Jour. Sed. Petrology, v. 39, n.º 2, p. 486-508 (1969).
- KINSMAN, D. J. J. y HOLLAND, H. D.: *The coprecipitation of cations with CaCO<sub>3</sub> IV. The coprecipitation of Sr<sup>++</sup> with between 16° and 96° C*. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 33, p. 1-17 (1969).
- KRUMBEIN, W. C. y GARRELS, R. M.: *Origin and classification of chemical sediments in terms of pH and oxidation-reduction potentials*. Jour. Geology, v. 60, p. 1-33 (1952).
- LAND, L. S. y GOREAU, T. F.: *Submarine lithification of Jamaican reefs*. Jour. Sed. Petrology, v. 40, p. 457-462. (1970).
- LAND, L. S. y HOOPS, G. K.: *Sodium in Carbonate sediments and rocks: a possible index to the salinity of diagenetic solutions*. Jour. Sed. Petrology, v. 43, n.º 3, p. 614-617. (1973).
- LAND, L. S., SALEM, M. R. I. y MORROWS, W.: *Paleohydrology of ancient dolomites: Geochemical evidence*. A.A.P.G. Bull., v. 59/9, p. 1.602-1.625. (1975).
- LORENS, R. B., WILLIAMS, D. F. y BENDER, M. L.: *The early monstructural chemical diagenesis of Foraminiferal calcite*. Jour. Sed. Petrology, v. 47, n.º 4, p. 1.602-1.609. (1977).
- Mc. KENZIE, F. J.: *Strontium content and variable strontium-chlorinity relationship of Sargasso Sea Water*. Science, v. 146, p. 517-518 (1964).
- MIGDISOV, A. A.: *On the titanium/aluminum ratio in sedimentary rocks*. Geochemistry (USSR) (English transl.). 1960(2), p. 178-194 (1960).
- MILLIMAN, J. D.: *Marine Carbonates*. 1. Springer-Verlag. Heildelberg. 375 p. (1974).
- MITCHEL, R. L.: *The limestones of Scotland*. Mem. Geol. Min. Resources. v. 37 (1956).

- PRASADA RAO, C. y NAQVI, I. H.: *Petrography, Geochemistry and factor analysis of a Lower Ordovician subsurface sequence, Tasmania, Australia*. Jour. Sed. Petrology, v. 47, n.º 3, p. 1.036-1.055 (1977).
- PIERUCCINI, R.: *Sulla diffusione del manganese in alcuni sedimenti calcareo-selciosi dell'Appennino settentrionale toscano*. Atti. Soc. Toscana Sci. Nat., v. 58 A, p. 6-59 (1951).
- RENARD, M.: *Etude Geochimique de la fraction carbonatée d'un faciès de bordure de Depot gypseux (exemple du gypse ludien du bassin de Paris)*. Sedimentary Geology, v. 13, p. 191-231 (1975).
- RENARD, M. y RIVELINE, J.: *Stratigraphie et Géochimie*. C.R. Acad. Sc. Paris. T. 277, p. 557-560. (1973).
- RÖSLER, H. J. y LANGE, H.: *Geochemical tables*. Elsevier Publ. Comp. 468 p. (1972).
- SEAL, H.: *Multivariate statistical analysis for Biologists*. Methuen and Co. Ltd. London, 209 p. (1964).
- SCHWEIZER, V.: *Geomechische Untersuchungen im Carixium (Lias) der Langenbrückener Senke (Baden-Württemberg)*. Oberrhein geol. Abh, v. 20, p. 59-67 (1971).
- SELIM, A. A. y DUFF, P. McL.: *Carbonate facies in the Lower Carboniferous (Visean) of St. Monance, East Fife, Scotland*. Jour. Sed. Petrology, v. 44, n.º 3, p. 806-815. (1974).
- SHIMM, E. A.: *Submarine lithification of Holocene carbonate sediments in the Persian Gulf*. Sedimentology, v. 12, p. 109-114 (1969).
- STRAKHOV, N. M.: *Types of climatic zones in the post-Proterozoic history of the Earth and their significance in Geology*. Akad. Nauk SSSR. Izv. Ser. Geol., v. 3, p. 1-19 (1960).
- TUREKIAN, K. K. y WEDEPOHL, K. H.: *Distribution of the element in some major Units of the Earth's Crust*. Geological Soc. of America Bull. v. 72, p. 175-192 (1961).
- VEEVERS, J. J.: *Associations of Fossils, Grain-Types and Chemical constituents in the upper devonian and lower carboniferous limestones of the bonaparte gulf basin, northwest Australia*. Jour. Sed. Petrology, v. 39, n.º 3, p. 1.118-1.131. (1969).
- VEIZER, J.: *Diagenesis of pre-Quaternary carbonates as indicated by tracer studies*. Jour. Sed. Petrology, v. 47, n.º 2, p. 565-581. (1977).
- VEIZER, J. y DEMOVIC, R.: *Environmental and climatic controlled fractionation of elements in the Mesozoic carbonate sequences of the Western Carpathians*. Jour. Sed. Petrology, v. 43, p. 258-271. (1973).
- VEIZER, J. y DEMOVIC, R.: *Strontium as a tool in facies analysis*. Jour. Sed. Petrology, v. 44, n.º 1, p. 93-115. (1974).
- VEIZER, J. y WENDT, J.: *Mineralogy and chemical composition of recent and fossil skeletons of calcareous sponges*. N. Jb. Geol. Palaont. Mh, v. 9, p. 558-573. (1976).
- VINOGRADOV, A. P., RONOVA, A. B., y RATYNSKIY, W. M.: *Variation in chemical composition of carbonate rocks of the Russian Platform (with time)*. Akad. Nauk SSSR Izv. Ser. Geol., v. 1, p. 33-50. (1952).

- WAGNER, G. H., STEELE, K. F. y ZACHRY, D. L.: *Trace metals and major elements in water-soluble rocks of Northwest Arkansas*. Arkansas Water Resources reseach Center, v. 36, 31 p. (1975).
- WEBER, J. N.: *Trace element composition of dolostones and dolomites and its bearing on the dolomite problem*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 28, p. 1.817-1.868. (1964).
- WILSON, J. L.: *Characteristics of Carbonate-Platform Margins*. *A.A.P.G. Bull.* c. 58/5, p. 810-824. (1974).