NUEVOS FACTORES PARA EL ESTUDIO ESTADISTICO DE TURBIDITAS. APLICACION A LA FORMACION LECHADA (CARBONIFERO; CORDILLERA CANTABRICA)

L. LOBATO*

RESUMEN.—En este trabajo se explica un procedimiento experimental estadístico para el estudio de turbiditas. Se proponen algunos factores que permiten expresar la proximalidad o distalidad de los depósitos turbidíticos y la expresión gráfica de la variación de las características sedimentarias a lo largo de una serie turbidítica. Este procedimiento se aplica como ejemplo en la Formación Turbidítica Carbonífera de Lechada.

SUMMARY.—This paper tries to resolve a statistical experimental procedure to follow in the study of turbidites. Some factors are proposed which permit to express the proximality or distality of turbiditic deposits, and the graphic expression of the variations of the sedimentary charasteristics along a turbiditic sequence. This procedure has been applied to the study of the Lechada Carboniferous Turbiditic Formation.

INTRODUCCION

En la Zona Cantábrica del Macizo Herciniano Ibérico se han diferenciado varias unidades (JULIVERT, 1967) que se envuelven concéntricamente y que se caracterizan por los distintos espesores y facies de su Paleozoico, así como por su estructura tectónica. De éstas, la Región del Pisuerga-Carrión ocupa el interior del arco paleozoico y queda perfectamente individualizada por sus especiales características estratigráficas, paleontológicas y tectónicas. LOBATO (1974) ha dividido la Región del Pisuerga-Carrión en dos áreas: a) Area del Pisuerga-Rubagón, situada en el cuadrante SE de la Región y b) Area del Carrión-Yuso-Deva, que ocupa el resto de la Región (Fig. 1).

El Area del Carrión-Yuso-Deva presenta, como una de sus principales características estratigráficas, la existencia de secuencias turbidíticas carboníferas de gran espesor. Los materiales carboníferos depositados en ella con posterioridad a la discordancia de Curavacas (intra-Westfaliense B) consti-

* Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, León.



Fig. 1

tuyen, en términos generales, un flysch que presenta una facies conglomerática basal cuya importancia en espesor decrece en sentido E-O, pasando lateral y verticalmente a una facies (de tipo fundamentalmente turbidítico) constituida por una alternancia de grauwacas y lutitas. En niveles más altos presenta también intercalaciones calcáreas.

La facies conglomerática basal ha sido denominada "Conglomerado de Curavacas" (ORIOL, 1876) y datada como Westfaliense B Superior (WAGNER, 1960).

La facies de grauwacas y lutitas situada por encima, comprende varias unidades estratigráficas con fuertes cambios laterales en facies y espesor. El conjunto turbidítico situado inmediatamente por encima del Conglomerado de Curavacas ha sido denominado "Formación Lechada" (VAN VEEN, 1965) y se considera limitado superiormente por la Caliza de Panda, datada con fusulinas como Podolskiense Superior por M. Lys (Universidad de Orsay, París) (com. pers. en LOBATO, 1974).



FIG. 2 Formación Lechada, vista general



FIG. 3 F. Lechada, facies turbidítica proximal



FIG. 4 F. Lechada, alternancia de divisiones C-E



FIG. 5 F. Lechada, convolutes

En este trabajo se hace un análisis cuantitativo de las características sedimentarias de la Formación Lechada, aplicando nuevos factores para el estudio estadístico de sus variaciones.

El mejor afloramiento de la Formación Lechada se encuentra en el núcleo del Sinclinal de Lechada, entre los kilómetros 40'7 y 42'5 de la carretera de Potes (Santander) a Riaño (León) y este ha sido el corte en el que se ha realizado este estudio.

La Formación Lechada está constituida por una alternancia rítmica de grauwacas y lutitas, con una sucesión de estructuras sedimentarias que se disponen según el modelo de facies turbidítica de BOUMA (1962) (Figs. 2, 3, 4 y 5).

Abundan también distintos tipos de marcas de corriente en los muros de las capas, las más frecuentes pertenecen a los tipos "groove" (Fig. 6) y "flute" (Fig. 7), los cuales se encuentran a veces asociados. Existen, asimismo, marcas de saltación, arrastre, etc. (Fig. 8). Todas las marcas de corriente presentan una dirección constante en el corte estudiado (Fig. 9).

Las pistas fósiles son poco frecuentes en general, pero en algunos estratos se hacen particularmente abundantes. Prescindiendo de las pistas de gusanos (burrows) no indicativas de medio, la mayor parte de las pistas fósiles encontradas indican una facies turbidítica de agua profunda (deep water). Entre las pistas halladas, T. P. CRIMES (Universidad de Liverpool, Inglaterra; com. pers.) ha identificado:

> Helminthopsis Palaeodictyon sp. Chondrites sp. Cosmorhaphe sp.

FACTORES DE PROXIMALIDAD-DISTALIDAD

Según BOUMA (1962), la fracción arenosa depositada por una corriente de turbidez puede ser dividida en tres partes, una inferior (A) con granoclasificación ("graded bedding"), una intermedia (B) con laminación paralela y una superior (C) con laminación entrecruzada ("ripple-cross lamination" o "current ripples").

En un ciclo turbidítico completo se situarían sobre éstos un nivel (D) con laminación paralela muy fina y un nivel lutítico (E). El nivel (D) estaría formado por laminaciones muy finas de limos y arcillas pero, dada la dificul-







FIG. 7 F. Lechada, marcas de corriente (tipo «flute»)



FIG. 8 F. Lechada, marcas de corriente (tipos «groove» y «prod»)

tad de su reconocimiento en el campo, normalmente se incluye su espesor en el de (E) y se consideran ambos como interturbidita.

Por datos experimentales (KUENEN, 1964), se sabe que las corrientes de turbidez, en su movimiento a partir del área fuente, sufren una desaceleración gradual y depositan sedimentos cada vez más finos. Según esto, las turbiditas se han diferenciado en "proximales" y "distales" de acuerdo con la cercanía o alejamiento de su depósito respecto al área fuente.

WALKER (1967), relaciona las estructuras sedimentarias de una turbidita con la proximalidad o distalidad de su depósito por medio de un Indice ABC

B

que llama P. Este factor P puede obtenerse de la ecuación: $P = A + \frac{2}{2}$

donde A y B representan los porcentajes de ciclos que empiezan por las divisiones (A) y (B) de BOUMA. El Indice ABC refleja el punto en la distribución de la velocidad de corriente en el cual comienza el depósito en cada localidad. Las turbiditas proximales y distales tienen, en general y respectivamente, valores de P altos y bajos.

CRIMES (1973) indica la posibilidad de expresar los espesores de las diferentes divisiones (A), (B) y (C) como un porcentaje del espesor total are-



FIG. 9

Diagramas de orientación de marcas de corriente en el corte estudiado de la F. Lechada. El radio de cada círculo representa el número de las direcciones más frecuentes. Las demás direcciones medidas se expresan como porcentajes de ese número (150 a 200 direcciones medidas en cada grupo)

noso en cada ciclo turbidítico y considera que existe una semejanza o una relación entre esos porcentajes y el Indice ABC. La cantidad total de sedimento depositado puede ser función del volumen de sedimento incluido en la corriente de turbidez. Sin embargo, el volumen relativo de sedimento de positado en las distintas divisiones es una función de la distribución de la velocidad de la corriente más exacta que el índice ABC, ya que refleja de forma más completa la historia deposicional en ese lugar y no solo el punto en la distribución de la velocidad en el cual comenzó la sedimentación.

Este trabajo se propone la utilización de un factor PH que engloba las dos consideraciones anteriores, o sea en qué divisiones empieza la sedimentación en los distintos ciclos y qué volumen relativo de sedimento deposita en las distintas divisiones.

Para ello se parte de un previo factor H que se obtiene de la ecuación:

$$H = \frac{A + B}{T} \times 100$$

donde A y B son los espesores medios de las divisiones (A) y (B) de BOUMA y T el espesor medio de los ciclos considerados.

Según esto, el factor H expresa el porcentaje de espesor ocupado por las divisiones (A) y (B), e indica el volumen relativo de sedimento depositado en ellas. El porcentaje de espesor arenoso ocupado por la división (C) sería por tanto 100-H.

El factor H y el factor P de WALKER son porcentajes y entre ellos existe una evidente relación ya que se obtienen a partir de las mismas divisiones de BOUMA. El valor promedio de ambos es el factor PH, que por tanto engloba sus propiedades y representa de forma más completa la variación de las características sedimentarias en los distintos ciclos turbidíticos.

En otro orden de consideraciones, la secuencia de divisiones de un ciclo turbidítico puede también interpretarse en términos de régimen de flujo, por analogía con regímenes de flujo propuesto por SIMONS *et. al.* (1961). El cambio gradual de las estructuras sedimentarias presentes en las divisiones de un ciclo turbidítico sería el resultado de una disminución, también gradual, en el régimen de flujo de la corriente de turbidez transportadora de los sedimentos.

En términos generales, las divisiones (A) y (B) representan un régimen de flujo más alto y las (C), (D) y (E) uno más bajo, que incluso puede considerarse nulo en parte de la división (E).

El predominio de estructuras sedimentarias indicativas de un régimen de flujo más alto o más bajo, puede expresarse en términos de porcentaje de espesor mediante el factor F, que se obtiene de la ecuación:

$$F = \frac{(A + B) - (C + E)}{T} \times 100$$

siendo A, B, C y E los espesores medios de las respectivas divisiones de BOUMA y T el espesor medio de los ciclos considerados. El valor de F es positivo si el predominio corresponde al régimen de flujo alto y negativo si al bajo. Por tanto, F será predominantemente positivo en turbiditas proximales y negativo en distales.

EXPRESIONES NUMERICA Y GRAFICA

La explicación del método seguido se va a hacer tomando como ejemplo los valores hallados en cinco grupos de ciclos de la Formación Lechada. Estos cinco grupos se han elegido a intervalos aproximadamente regulares desde la base hacia el techo de la serie y en los niveles más típicos y representativos dentro del flanco Sur del Sinclinal de Lechada. Los cuatro grupos inferiores comprenden 100 ciclos y el quinto 78.

En cada uno de los grupos considerados se han medido de forma correlativa y a la escala de centímetros, los espesores de las divisiones (A), (B), (C) y (D + E = E) de BOUMA de cada ciclo turbidítico. Los valores obtenidos se han promediado, en este caso, en subgrupos de cinco ciclos. No obstante, aplicando el método a un gran número de cortes, puede utilizarse un orden de aproximación menor, promediando estadísticamente en subgrupos de mayor número de ciclos.

El conjunto de valores promedio obtenidos puede expresarse numéricamente en una "Tabla de Valores" o bien indicar gráficamente su variación a lo largo de la serie mediante "Curvas de Variabilidad".

Para la expresión numérica se va a utilizar, en este caso, una "Tabla de Valores" que consta de 15 columnas. En ella, las cuatro primeras contienen los espesores en centímetros de las divisiones de BOUMA, promediados en subgrupos de 5 ciclos. El resto de las columnas se obtienen a partir de las cuatro primeras y las cuatro últimas contienen los valores de los factores de proximalidad-distalidad utilizados (Tabla I, a y b).

La variación de las características sedimentarias a lo largo de una serie turbidítica puede expresarse también de forma gráfica mediante "Curvas de Variabilidad". Esta forma resulta más expresiva y directa, pero naturalmente se basa en los datos numéricos de la "Tabla de Valores".

Las curvas de variación de los datos y factores más importantes pueden representarse en un gráfico de conjunto (Fig. 10), lo cual permite una comparación entre sus variaciones respectivas.

Las curvas gráficas se obtienen situando en abscisas una numeración correlativa de los ciclos o grupos de ciclos medidos y en ordenadas el valor promedio de sus espesores o factores respectivos.

EXPRESIONES MATEMATICA Y ANALITICA

Si se construyen gráficas situando en ordenadas los valores del cociente de espesores Arenisca/Lutita de cada subgrupo de ciclos y en abscisas los valores respectivos de sus factores H, PH y F, se observa que los puntos intersección de las coordenadas correspondientes a cada subgrupo se sitúan aproximadamente sobre una línea o banda continua. Esta línea es una curva cuyas características funcionales son esencialmente las de una rama de hipérbola equilátera.

Como ejemplo representativo de estas características pueden tomarse las gráficas correspondientes al Grupo IV de los considerados en la Formación Lechada, en el cual el campo de valores alcanza una mayor amplitud (Fig. 11, a, b, c). Las curvas obtenidas son gráficas de funciones hiperbólicas cuya expresión analítica general es del tipo: -xy=K, siendo K un factor de excentricidad constante para cada curva.

La obtención del factor K definidor de cada curva es trabajosa y complicada si se hace a partir de los datos numéricos de la "Tabla de Valores". Sin embargo, es relativamente sencilla la confección, a la misma escala, de curvas patrón con una serie de valores determinados de K. El factor K, representativo de cada gráfica, puede obtenerse entonces por simple comparación con las curvas patrón, las cuales pueden dibujarse sobre papel transparente para mayor facilidad operativa.

Si al adaptar alguna de las curvas obtenidas y una curva patrón, no coincidieran los orígenes de coordenadas de ambos sistemas, habría que considerar dos nuevos factores de traslación según los ejes coordenados. La expresión analítica general se transforma en: -(x-a)(y-b) = K. Esta complicación puede salvarse reuniendo el factor K y los de traslación a y b en

NUMEROS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		ESPESORES ME- DIOS DE LAS DIVISIONES (cms.)				esor medio los ciclos(cm)	esor medio arenisca	esor medio Selita	uc.espcsores nisca/pelita	PORCENTAJE DE CICLOS QUE EMPIE- ZAN POR 1.AS DIVISIONES:						
GRUPOS		A	В	С	D-E	Lsp	Lsp. de a	Espe de	ReLa area	A	в	с	P	н	ΡH	F
	1-5	-	29	1	13	43	30	13	2'5	-	100	-	50	67	58	34
	5-10	-	1		19	21	2	19	0.1	-	40	60	20	8	14	-82
	11-15	-	1	4		16	5		0'4	-	20	88	10	8	9	-82
	16-20	-	3	2	10	16	6	10	0.6	Ŧ	40	60	20	20	20	-58
	21-25	-	-	5	9	12	3	9	0.3	-	-	100	0	0	0	-100
	26-30	-	2	3	6	11	5	6	0.8	-	20	80	10	17	13	-65
	31-35	-	1	3	6	10	4	6	0.6	-	20	80	10	10	10	-80
	36-40	-	4	5	6	15	9	6	15	-	40	60	20	24	22	-50
Т	41-45	-	-	2	5	7	2	5	0'4	-	-	100	0	0	0	-100
	46-50	-		3	4	8	4	4	1	-	20	80	10	10	10	-80
	51-55	-	3	4	2	12	17	5		-	40	60	20	26	23	-46
	56-60	-					2	4	0 7	-	-	100			0	-100
	61-65	-	1	2	5	9	4	5	0.8	-	20	80	10	17	13	-65
	66-70	-		2	8	111	2	8	04	-	-	100	0	0		-100
	71-75			2	10	14		10	04		20	80	10	4		-91
	76-80	12	16		8 D	42	25			20	60	20	150	66	128	21
	81-85	-	4	4		15	8	17		-	40	60	20	26	23	-47
	86-90	-	-	7	1	10	17			-		100				-100
	91-95	-	2	2	6	120	17	6	1 2	-	40	60	20	15	17	-55
	96-100		9			20	10	10	1	-	00	20	40	40	42	-0
	101-105	-	10	5	9	27	15	12	1'1	_	40	60	20	37	28	-25
II	106-110	-	_	3	6	9	3	6	0'5	_	-	100	0	0	0	-100
	111-115	_	5	2	9	16	7	9	0'8		40	60	20	31	25	-36
	116-120	-	18	7	11	39	25	14	1'8		60	40	30	44	37	-11
	121-125	_	11	3	6	10	4	6	0'6	-	20	80	10	6	8	-88
	126-130	-	1	8	10	19	9	10	0'9	_	40	60	20	8	14	-85
	131-135	-	1	4	7	12	5	7	0'7	_	20	08	10	5	7	-89
	136-140	-	4	6	4	14	10	4	2'5	-	20	80	10	26	18	-47
	141-145	-	2	4	12	18	6	12	0'5	-	20	80	10	10	10	-80
	146-150	-	1	6	11	18	7	11	0'6	-	20	80	10	6	8	-86
	151-155	-	5	5	7	17	10	7	1'4	-	20	80	1.0	28	19	-42
	156-160	-	2	3	11	16	5	11	0'4	-	20	80	10	16	13	-67
	161-165	-	5	4	8	17	9	8	111	-	40	60	20	31	25	-37
	166-170	-	2	5	13	20	7	13	0'5	-	20	80	10	11	10	-76
	171-175	-	7	5	9	21	12	9	1'3	-	60	40	30	33	31	-34
	176-180	-	3	5	13	21	8	13	0'6	-	80	20	40	20	30	58
1	181-185	11	5	1	12	19	7	12	0'5	20	60	20	50	30	40	-37
	186-190	-	2	3	10	15	5	10	0'5	-	20	80	10	15	1.2	-70
1	191-195	-	7	2	13	22	9	13	0'7	-	60	40	30	33	31	-36
1	196-200	-	5	5	15	25	10	15	0'6	_	60	40	30	20	25	-61
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ł	1	1	1	1	1	

TABLA Ia

<u> </u>		1	2	1 3	Ц	5	6	7	9	0	10	111	12	17	.	1
		h-î-	<u> </u>					1	0	- 9	70		46_	12	14	
		A	В	C	D-E					A	3	C	Р	н	PH	F
1	201-205	4	11	18	12	45	33	12	2'7	20	50	60	30	33	31	-33
	206-210	1	7	2	7	17	10	7	1'4	20	40	40	40	43	41	-12
	211-215	-	4	6	6	16	10	6	1'7	-	40	60	20	25	22	-48
	216-220	1	1	3	10	15	5	10	0'5	20	60	20	50	15	32	-68
	221-225	-	5	3	5	13	8	5	1.6	_	40	60	20	37	28	-24
	226-230	_	3	Ŕ	10	24	115	13	0.8	_	шо.	60	20	13	16	-73
	221-235	1		2	10	16	6	10	0.6	20	80		60	27	15	-36
III	236-240		6		10	20	1	10	0.0	20	10	1.0	100	20		- 20
	298-240	2			10	20	14	10	0.0	20	40	-	20	20	22	-27
	241-245	1			7	11	4	17	0.6	20	-	00	20	10	18	-67
	246-250			4	2	12	2	2	0 0	-	20	80	10	10	10	-80
	251-255			2	6	11	2	6	0 8	20	-	80	20	12	16	-74
	256-260	2	2	2	13	20	7	13	05	60	-	60	60	22	41	-52
	261-265	1	1	2	9	13	4	9	0.4	20	-	80	20	13	16	-71
	266-270	11	1	2	8	12	4	8	0'5	20	-	80	20	13	16	-73
	271-275	1	3	4	10	19	8	11	07	20	20	60	30	21	25	-56
1	2 76–280	3	1	2	11	17	6	11	0'5	60	-	40	60	23	41	-52
	281-285	2	-	3	7	12	5	7	0'7	40	-	60	40	20	30	-59
	286-290	1	2	2	5	11	5	6	0'8	20	20	60	30	28	29	-42
	291-295	-	1	3	10	14	4	10	0'4	-	20	80	10	10	10	-78
	296-300	-		3	8	11	3	8	0'4	-	-	100	0	0	0	-100
<u> </u>		1	I	I	·		L	L	L				L	L	.	
	301-305	39	1	1	13	54	47	13	311	100	_		100	74	87	<u>4</u> 0
	306-310	77	I.		à	47	79	à	1.0	100			100	80		61
	311-315	60			6	7/	60	6	11/2	100		-	100	01	90	01
	716 720	100	-	-	25	77	46	25	1.0	100	-	-	100	51 C/I	27	109
	710-720	40		-	6	71	40	67	12	100	~	-	100	00	02	41
	521-525	00		-		79	15	0	12	100	-	-	100	92	90	04
	326-330	50	20	-	8	78	70	8	9	100	-	-	100	89	94	177
	331-335	44	21	-	2	67	65	2	32	80	20	-	90	97	193	95
	336~340	29	12	-	2	44	41	2	14	80	20	-	90	94	92	80
	341345	19	19	-	2	40	38	2	19	80	20	-	90	94	92	88
IV	346-350	5	10	1	5	21	16	5	3	40	60	~	70	77	73	55
1	351-355	14	6	2	21	43	22	21	1	80	20	-	90	46	68	-7
	356-360	11	11	-	9	21	12	9	1.3	20	80	-	60	57	58	14
ł	361-365	4	7	4	29	44	15	29	0.2	20	40	40	40	25	32	-48
-	366-370	1	10	4	10	25	15	10	1'5	20	60	20	50	45	47	-8
	371-375	-	8	6	28	42	14	28	0'5	-	80	20	40	19	29	-61
	376-380	-	10	11	19	40	21	19	1	-	80	20	40	25	32	-50
	381-385	-	12	11	13	36	23	13	1'7	-	60	40	30	33	31	-31
	386-390	-	8	5	17	30	13	17	0'7	-	60	40	30	25	27	-48
	391-395	-	15	8	24	47	23	24	1	-	80	20	40	31	35	-37
1	396-400	-	10	9	19	38	19	19	1	-	40	60	20	25	22	-48
	· ····	+	· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•	•			·				4		•	·	
	401-405		6	6	10	22	12	10	1'2	-	60	40	30	37	33	-25
v	406-410	-	15	15	19	49	30	19	1'5	-	80	20	40	31	35	-37
	411-415	-	10	7	16	33	17	16	11	-	40	60	20	30	25	-37
	416-420	-	2	7	8	17	9	8	11	-	40	60	20	14	17	-71
	421-425	3	9	6	15	33	8	15	0'5	20	60	20	50	37	43	-24
	426-430		3	8	15	26	11	15	0'7	-	20	80	10	10	10	-79
	431-435	-	5	4	15	24	9	15	0'6	-	60	40	30	19	24	-60
	436-440	-	4	8	17	29	12	17	0'7	_	60	40	30	13	21	-73
	441-445	_	7	3	20	30	10	20	0'5	-	60	40	30	23	26	-53
	446-450	-	3	3	13	19	6	13	0'5	-	20	80	10	14	12	-70
	451-455	-	-	6	22	28	6	22	0'2	-	_	100	0	0	0	-100
	456-460	-	2	4	16	22	6	16	0'3	-	40	60	20	10	15	-78
	461-465	-	_	4	11	15	4	11	0'3	_	-	100	0	0	0	-100
1	466-420	-	3	111	28	42	14	28	0'5	_	20	80	10	7	8	-85
	471-475	-	1	12	18	31	13	18	0.7	_	20	80	10	4	7	-92
	476-478	-	22	9	10	41	31	10	5		100	-	50	52	51	6
1		1	1	²	1-0	1 * 1	17	ľ	1	[–] i	100	1	1	12	11	

TABLA Ib





Fig. 11

uno solo "Z", mediante una simple integración definida de la función anterior:

$$Z = \int_{x_1}^{x_2} y \, dx = b \int_{x_1}^{x_2} dx - K \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x - a} = \left[bx - K \, \log_e \, (x - a) \right]_{x_1}^{x_2}$$

los valores de x_1 y x_2 pueden ser cualesquiera entre 0 y 100.

Los factores K y Z obtenidos a partir de las gráficas correspondientes a los anteriores PH y F permiten una definición numérica de grupos de turbiditas en la cual están implicadas todas las características sedimentarias y de régimen de flujo.

La principal utilidad del factor Z se basa en su fácil programación para Computador-Ordenador Aut. con vistas al estudio estadístico de turbiditas.

89

Grupos de turbiditas con un mismo valor para el factor Z puede considerarse que tienen unas características similares en conjunto. La variación de estas características de base a techo de una serie, puede comprobarse con ayuda de las gráficas de la figura 10, o bien numerando de forma correlativa los puntos de las gráficas de la figura 11.

Los puntos de la gráfica "d" de la figura 11, muestran la relación entre el factor PH y el espesor medio de la fracción arenosa en cada subgrupo. Considerando todos los grupos del ejemplo puede observarse que, con pocas excepciones, todos los puntos quedan incluidos en el interior de una banda limitada por dos curvas similares. Esta banda puede definir el concepto de ciclos normales o anormales, según el punto que los representa quede en el interior o en el exterior de ella. Las características y posición de los ciclos anormales pueden determinarse claramente en las gráficas de la figura 10. Asimismo, promediando las dos curvas que limitan la banda puede obtenerse una curva media que indicaría la relación "espesor arenoso/PH" más representativa de la serie turbidítica.

CONCLUSIONES

El nuevo factor PH propuesto puede representar, de forma más completa que otros índices, las características sedimentarias de una serie turbidítica. Su expresión gráfica en distintos cortes de una misma serie, permite determinar los cambios laterales y verticales. Asimismo, puede servir para comparar series turbidíticas distintas.

El factor F puede tener una aplicación principalmente gráfica, acompañando a columnas estratigráficas y señalando en las distintas zonas el predominio de estructuras sedimentarias indicativas de un régimen de flujo más alto o más bajo.

La expresión matemática y analítica de estos factores facilita el estudio estadístico de turbiditas al incluir gran cantidad de datos basados en sus características estratigráficas y permitir su programación para ordenadores electrónicos. Esto puede ser de gran utilidad para el estudio sistemático de amplias cuencas sedimentarias con depósitos turbidíticos.

BIBLIOGRAFIA

BOUMA, A. H. (1962): Sedimentology of some Flysch Deposits. Amsterdam, Elsevier Publ. Co., 168 pp.

CRIMES, T. P. (1973): From limestones to distal turbidites: A facies and trace fossil analysis in the Zumaya flysch (Paleocene-Eocene), N. Spain. Sedimentology, 20, 105-131.

- CRIMES, T. P.; MARCOS, A. & PÉREZ-ESTUN, A. (1974): Upper Ordovician turbidites in Western Asturias: A facies analysis with particular reference to vertical and lateral variations. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 15, 169-184.
- JULIVERT, M. (1967): La ventana del río Monasterio y la terminación meridional del manto del Ponga. Trabajos de Geología, 1, 59-76; Oviedo.
- KUENEN, P. H. (1964): Deep-sea sands and ancient turbidites. Develop, in Sediment., 3, 3-33.

KUENEN, P. H. (1967): Emplacement of Flysch-type sandbeds. Sedimentology, 9, 203-243.

- LOBATO, L. (1974): Estratigrafía y tectónica del área del Carrión-Yuso-Deva (Región del Pisuerga-Carrión, Cordillera Cantábrica, España). Tesis Doctoral, 303 pp., 56 figs., 110 láms., 1 mapa; Univ. Oviedo.
- MAAS, K. (1974): The geology of Liébana, Cantabrian Mountains, Spain; Deposition and Deformation in a flysch area. Leid. Geol. Med., 49, 379-465.
- MARTÍNEZ-GARCÍA, E.; CORRALES, I. y CARBALLEIRA, J. (1971): El flysch carbonífero de Pendueles (Asturias). Trabajos de Geología, 3, 277-283; Oviedo.
- NEDERLOF, F. H. (1959): Structure and sedimentology of the Upper Carboniferous of the upper Pisuerga valleys, Cantabrian Mountains, Spain. Leid. Geol. Med., 24, 603-703.
- ORIOL, R. (1876): Descripción geológico industrial de la cuenca hullera del río Carrión de la provincia de Palencia. Bol. Com. Map. Geol. España, 3, 137-168.
- SAVAGE, J. F. (1967): Tectonic analysis of Lechada and Curavacas synclines, Yuso basin, León, NW Spain. Leid. Geol. Med., 39, 193-247.
- SIMONS, D. B.; RICHARDSON, M. L. & ALBERTSON, E. V. (1961): Flume studies using medium sand (0,45 mm.). U. S. Geol. Surv., Water Supply Papers, 1498 A, 1-76.
- VEEN, J. VAN (1965): The tectonic and stratigraphic history of the Cardaño Area, Cantabrian Mountains, NW Spain. Leid. Geol. Med., 35, 45-104.
- VIRGILI, C. y CORRALES, I. (1968): Observaciones sobre el flysch carbonífero de la playa de San Pedro (Asturias). Brev. Geol. Astúrica, 12(1), 5-8; Oviedo.
- WAGNER, R. H. (1960): Middle Westphalian floras from Northern Palencia (Spain). Est. Geol., 16 (2), 55-92; Madrid.
- (1970): An Outline of the Carboniferous Stratigraphy of Northwest Spain. Congrès et Colloques Univ. Liège, 55, 429-463.
- WAGNER, R. H. & MARTÍNEZ-GARCÍA, E. (1974): The relation between geosynclinal folding phases and foreland movements in NW Spain. Stvd. Geol., 7, 131-158; Salamanca.
- WALKER, R. G. (1967): Turbidite sedimentary structures and their relationship to distal and proximal depositional environments. J. Sedim. Petrol., 37, 25-43.
- (1970): Review of the geometry and facies organization of turbidites and turbiditebearing basins. Spec. Pap. Geol. Ass. Can., 7, 219-251.

(Recibido el 14 - IX - 76)