

Cuadro III.—Número de intersecciones en un área<sup>1</sup>

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	34	12	28	24	34	36	23	47	35	64	42
2	39	13	25	25	34	37	34	48	43	65	32
3	35	14	11	26	7	38	35	49	46	76	12
4	40	15	33	28	39	39	34	50	41	85	10
5	41	16	33	29	39	40	35	51	35		
6	37	17	34	30	44	41	34	52	39		
7	31	19	26	31	40	42	39	53	49		
8	33	20	39	32	42	43	40	54	51		
9	34	21	43	33	39	44	35	55	42		
10	33	22	44	34	41	45	34	56	32		
11	31	23	37	35	41	46	35	57	30		

A) Identificación de los diques.

B) Número de intersecciones.

1.—Mismo área que en el mapa D cuadro 2. Se omiten los diques sin intersecciones.

## Referencias

- Ancochea, E.; Cubas, C.; Hernán, F. y Brändle, J. (1990): *Geogaceta*, 9, 60-62.
- Fúster, J. M.; Hernández-Pacheco, A.; Muñoz, M.; Rodríguez, E. y García L. (1968): *Inst. Lucas Mallada*, C.S.I.C. Madrid, 243 pp.
- Hernán, F. (1976): *Estudios Geol.*, 32, 279-324.
- Hernán F. y Vélez, R. (1980): *Estudios Geol.*, 36, 65-73.
- Schmincke, H. U. (1967): *Bull Volcanol.*, 31, 153-162.
- Surfer™ (1986): *Golden Software Inc.*

Recibido el 31 de enero de 1991

Aceptado el 1 de marzo de 1991

## Pautas de distribución de Sr/Ca, Mg/Ca y Mn/Fe en carbonatos urgonianos del oeste de Vizcaya (España)

### *Sr/Ca, Mg/Ca and Mn/Fe Distribution Patterns in Urgonian Carbonates from Western Biscay (Spain)*

I. Yusta (\*), J. M. Herrero (\*) y F. Velasco (\*)

(\*) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco. Apartado 644, 48080 Bilbao

## ABSTRACT

The distribution patterns of Ca, Si, Sr, Mn, Mg and Fe in Urgonian carbonate rocks from NW Biscay (Spain), reveal the differences between shallow-water (270 ppm Sr, 62 ppm Mn) and deep-water (820 ppm Sr, 116 ppm Mn) limestones. Fresh water diagenesis is responsible for the depletion in molar Sr/Ca ratios ( $0,034 \times 10^{-2}$  in platform carbonates). Some facies show diagenetic-hydrothermal dolomitization and Zn-Pb enrichment. Ferroan and calcian dolomites have low Sr and Mn contents.

**Key words:** litho geochemistry, diagenesis, Lower Cretaceous, carbonate rocks, W Biscay-Spain.

*Geogaceta*, 10 (1991), 100-103.

## Introducción

Se plantea en esta nota, el análisis de algunos elementos traza que pueden caracterizar las facies y la evolución diagenética de los sedimentos carbonatados, aplicándolo a los materiales urgonianos aflorantes en la zona de Carranza-Lanestosa, en el límite occidental de la provincia de Vizcaya con la de Cantabria. El área muestreada abarca una franja de unos 3 x 8 km.

La estratigrafía de este sector (Herrero, 1989), comprende una columna de unos 500 m. de materiales depositados entre el Aptiense Superior y el Albiense Medio, en un ambiente de

plataforma carbonatada en tránsito hacia facies de cuenca, con importantes cambios laterales. En esta zona hemos distinguido, manteniendo la nomenclatura adoptada en áreas adyacentes, las siguientes unidades litoestratigráficas:

**U4:** Calizas más o menos arcillosas, estratificadas en bancos finos; con impurezas de cuarzo tamaño limo y niveles arcillosos, principalmente en estilolitos con estructuras *flaser* y *wavy*; petrográficamente *mudstone* y en menor medida *wackestones*, eventualmente con espículas silíceas.

**U6:** Calizas arenosas y areniscas, cuarzoarenitas y litarenitas con ce-

mento carbonatado o *mudstones* ricas en cuarzo.

**U7:** Margocalizas, margas y lutitas carbonatadas; *mudstone* con espículas silíceas, *wackestone* y *shale*; contenido variable en residuo insoluble.

**U8:** Calizas masivas de plataforma, con pasadas calcareníticas en la base; microfacies de tipo *wackestone*, junto a *packstone-grainstone* y también *floatstone* con Rudistas.

**U8d** dolomías de grano medio a grueso; cristales romboédricos, eventualmente con espacios intragranulares rellenos de materia orgánica, cuarzo y arcillas.

El modelo paleogeográfico implica

un tránsito de una potente plataforma a facies de cuenca con construcciones monticulares. En cuanto a los modelos de zonas de facies de Wilson (1975), la unidad 8 corresponde a la zona 7 (plataforma carbonatada marina abierta, con Toucasia, braquiópodos, corales, algas, briozoos, foraminíferos) y localmente a la 8 (plataforma restringida con Orbitolinas, peloides, etc.) Las unidades 4 y 7 se han formado en las zonas de facies 1B, 3 y 4, principalmente en el talud carbonatado y el borde de cuenca (dominan la micrita y el material arcilloso junto a foraminíferos bentónicos y pelágicos). La unidad 6 responde a avenidas periódicas de terrígenos sobre canales mareales o sobre el talud.

Las dolomías de U8d sustituyen en canales o reemplazan, muy localmente, carbonatos de U8 y U4. A ellas se asocian mineralizaciones estratoligadas y estratiformes de Zn y Pb ( $\pm$ F

$\pm$ Ba); en todo caso se han descartado en este estudio las muestras enriquecidas en los elementos de interés económico.

La muestra global ha sido analizada, sobre pastillas de polvo prensado, con un Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X Philips PW1480. Del conjunto de elementos procesados, hemos extraído las concentraciones en Ca, Si, Sr, Mg, Fe y Mn para caracterizar el quimismo de los carbonatos y discutir su evolución, en una población de unas 325 muestras. Los valores de las medianas y algunas relaciones entre elementos se señalan en la tabla 1 y pueden deducirse de los gráficos de las figs. 1 y 2.

### Resultados y discusión

Con los datos presentados (Tabla 1) puede observarse un enriquecimiento

progresivo en Sr desde los carbonatos de plataforma (270 ppm), a los de talud (517 ppm) y finalmente a las calizas margosas de cuenca (828 ppm en U7). Este dato se revela más nítidamente si se utilizan las relaciones molares  $mSr/mCa \times 10^{-2}$ , que en este caso dan valores de 0,033 en U8, 0,073 en U4 y 0,180 en U7. Otros autores (Llavador *et al.*, 1983; Pascal, 1985; Renard, 1985) ofrecen datos coincidentes con este modelo, para sedimentos albienses, poniéndose de manifiesto la mayor riqueza en Sr en los carbonatos profundos.

Dado que los contenidos en Fe aumentan en mucha mayor medida que los de Mn, hacia las facies más profundas, la relación Mn/Fe más alta (0,117) se obtiene en las calizas de plataforma (U8). Las facies de talud y cuenca, muestran relaciones medias de 0,02 y 0,01 respectivamente.

Los contenidos en Sr exhiben una

		%CaO	%MgO	%FeO	ppm Mn	ppm Sr	mSr/Ca	Mn/Fe
<b>Dolomías</b> n=27	mín.	29.46	12.80	0.21	93	26	0.004	0.024
	máx.	37.34	19.60	2.29	666	130	0.025	0.210
	med.	32.26	16.53	1.29	397	50	0.010	0.050
	mdn.	<b>31.96</b>	<b>16.71</b>	<b>1.29</b>	<b>395</b>	<b>44</b>	<b>0.009</b>	<b>0.040</b>
	d.std.	2.15	2.04	0.61	115	20	0.004	0.035
<b>U 4</b> n=101	mín.	24.91	0.53	0.04	39	214	0.028	0.006
	máx.	52.76	1.17	2.51	333	1416	0.272	0.242
	med.	44.32	0.75	0.77	109	637	0.097	0.029
	mdn.	<b>46.56</b>	<b>0.74</b>	<b>0.52</b>	<b>85</b>	<b>517</b>	<b>0.073</b>	<b>0.019</b>
	d.std.	6.73	0.12	0.59	64	327	0.059	0.032
<b>U 6</b> n=51	mín.	0.01	0.01	0.30	8	8	0.022	0.001
	máx.	42.02	4.12	3.51	287	1955	12.161	0.033
	med.	8.32	0.28	1.35	70	209	1.535	0.008
	mdn.	<b>0.19</b>	<b>0.37</b>	<b>1.17</b>	<b>62</b>	<b>36</b>	<b>0.756</b>	<b>0.005</b>
	d.std.	13.06	0.09	0.71	55	386	2.632	0.008
<b>U 7</b> n=55	mín.	0.45	0.69	0.29	39	119	0.104	0.003
	máx.	44.29	2.19	3.34	302	1632	2.475	0.055
	med.	29.18	0.84	1.64	128	847	0.184	0.012
	mdn.	<b>31.02</b>	<b>0.75</b>	<b>1.57</b>	<b>116</b>	<b>828</b>	<b>0.180</b>	<b>0.010</b>
	d.std.	9.90	0.33	0.70	63	356	0.339	0.009
<b>U 8</b> n=91	mín.	46.91	0.43	0.02	39	178	0.022	0.019
	máx.	55.22	0.93	1.05	217	1002	0.298	0.498
	med.	51.87	0.66	0.12	73	316	0.044	0.136
	mdn.	<b>52.02</b>	<b>0.64</b>	<b>0.07</b>	<b>62</b>	<b>270</b>	<b>0.033</b>	<b>0.117</b>
	d.std.	1.52	0.11	0.16	37	149	0.033	0.099

Tabla 1.—Estadística univariante para algunos elementos y relaciones entre ellos, en carbonatos del Oeste de Vizcaya. n: n° de muestras seleccionadas en cada unidad; mín: valores mínimos; máx: valores máximos; med: medias; mdn: medianas, d. std.: desviación típica; mSr/mCa: relación molar  $\times 10^{-2}$

Tabla 1.—Univariant statistics for selected elements and relations in Western Biscay carbonates. n: population of the analysed Unit; mín: minimum values; máx.: maxima; med: average; mdn.: median; d. std.: standard deviation. mSr/Ca: molar relation ( $\times 10^{-2}$ ).

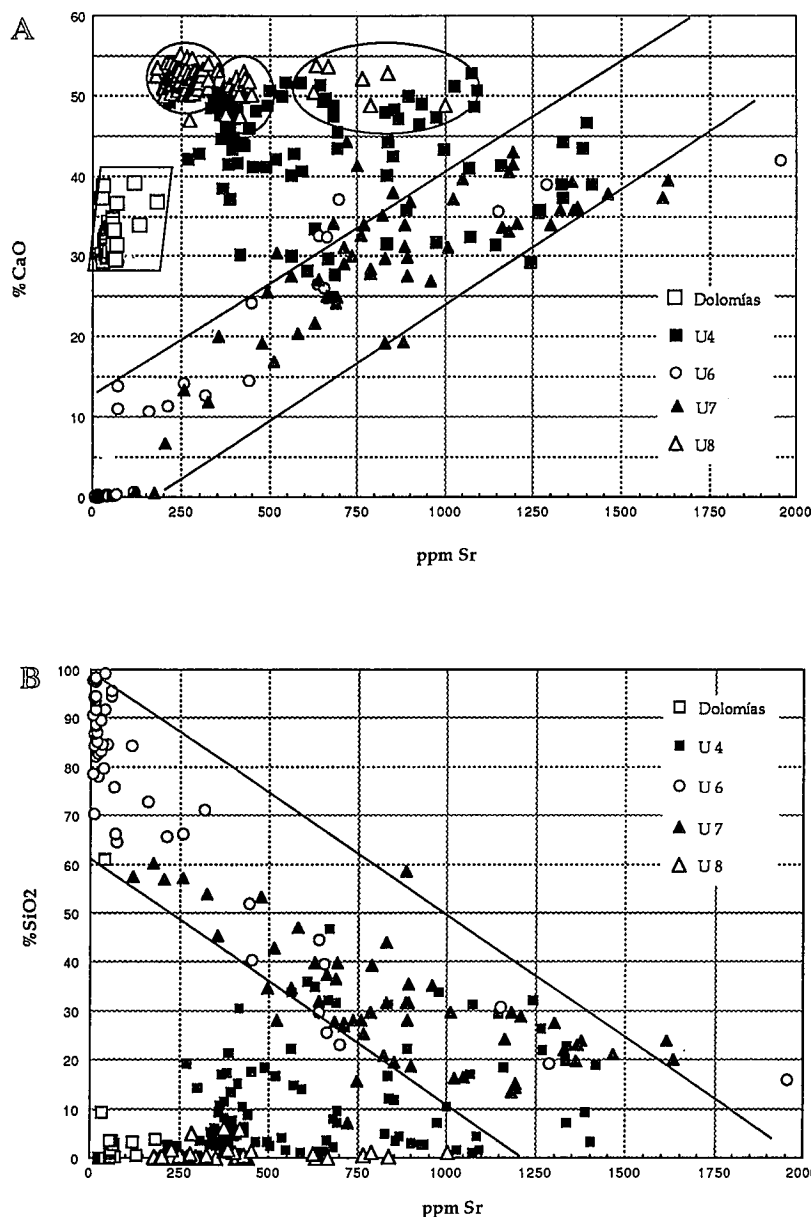


Fig. 1.—Diagrama de puntos Sr vs. CaO y Sr vs. SiO<sub>2</sub> para las muestras seleccionadas en los sedimentos urgonianos. Cuadrados blancos: dolomías, las facies de cuenca (margas y margas carbonatadas) y las de talud (Calizas margosas) están representadas respectivamente por cuadrados y triángulos negros; triángulos blancos: calizas de plataforma.

Fig. 1.—Plot of Sr vs. CaO (A) and Sr vs. SiO<sub>2</sub> (B) for all samples in Urganian sediments. Open squares: dolostones; solid squares and triangles represent basinal (shale and carbonated shale) and talus (marly limestone) sediments; open triangles: platform limestones.

buena correlación positiva con el Ca (Fig. 1A) para los sedimentos de las unidades más ricas en terrígenos, U6 y U7, lo que refleja que éste se halla sustituyendo al Ca en la red de los carbonatos micríticos, tal como lo muestra la fuerte correlación negativa con respecto a la sílice (fig. 1B). Los menores contenidos en Sr se dan en las cuarzoarenitas y en las dolomías, en el primer caso por su carencia de

calcita y en el segundo debido a su evolución diagenética.

Las calizas de U8 tienden a agruparse hacia la izquierda del diagrama Sr vs. Ca. La explicación, corroborada con los datos petrográficos, implica que los barros micríticos pierden Sr a medida que avanza la diagénesis y se produce la cementación por esparita. Las muestras más fuertemente cementadas, especialmente bajo el influjo de

una diagénesis con circulación freática meteórica, reducen sus contenidos en Sr a valores entorno a las 250 ppm, mientras las más micríticas conservan contenidos medios de unas 400 ppm o alcanzan las 1.000 ppm.

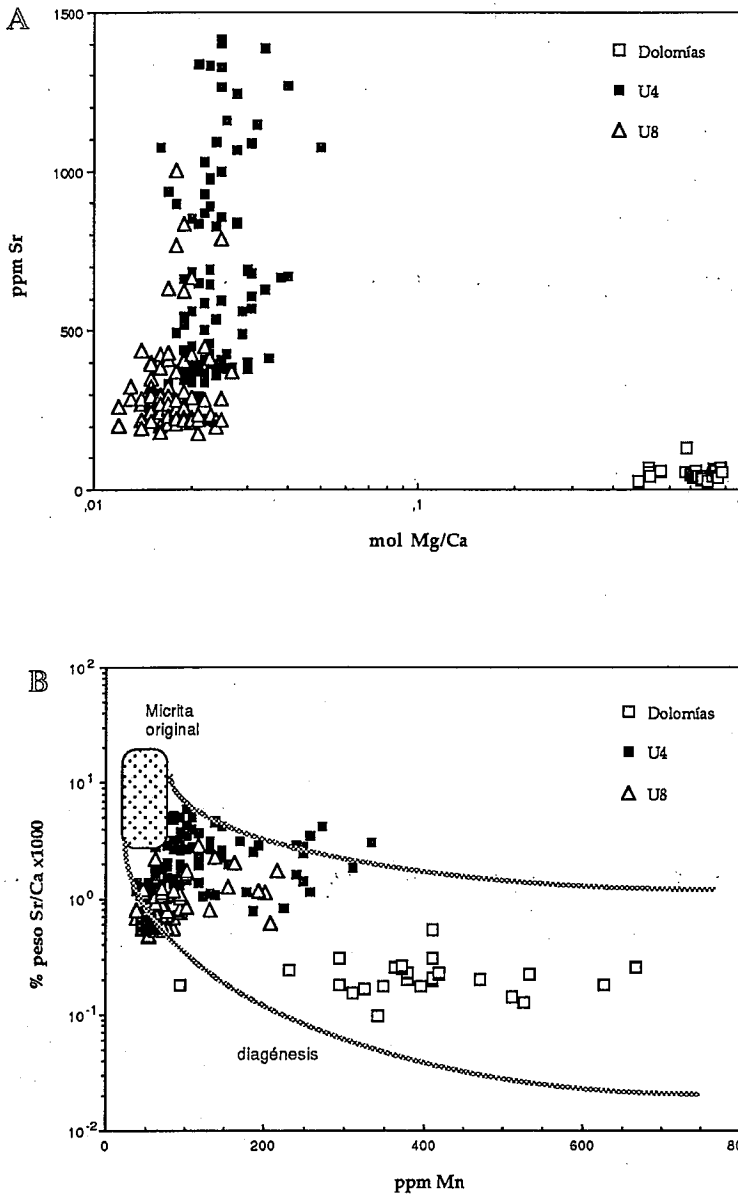
Los valores en U4 son muy dispersos, ya que se han muestreado rocas con diferente grado de cementación y con un contenido variable en cuarzo limoso y por tanto participan de las características de U8 y U7.

Las dolomías tienen contenidos bajos en Sr (44 ppm), dato coincidente con los valores citados por Bravo (1990) en la zona de Cantabria. Por otro lado se trata de dolomías ligeramente ferrosas y no estequiométricas, ya que las relaciones molares Mg/Ca (fig. 2A) revelan un defecto en Mg que, según los datos petrográficos y de difracción de rayos X, no siempre va ligado a las impurezas de calcita en la muestra analizada. Los contenidos en Fe son del orden de 1% (aprox. 2% molar en FeCO<sub>3</sub>) y los de Mn son relativamente bajas, aunque muy variables, con una media de 440 ppm., obteniéndose una relación Mn/Fe de 0,04, similar a la de las mineralizaciones carbonatadas del urgoniano vasco-cantábrico (Herrero, 1989; Bravo, 1990).

La tendencia evolutiva de las calizas a las dolomías, con decrecimiento en la relación Sr/Ca y un relativo aumento en la concentración de Mn (fig. 2B), puede explicarse tanto por dolomitizaciones diagenéticas con influencia de aguas dulces, como por reemplazamientos ligados a hidrotermalismo. El barro micrítico original, junto con los fragmentos de fósiles, ve disminuida durante la diagénesis la relación Sr/Ca (Brand y Veizer, 1980), obteniéndose la población más numerosa de muestras por debajo del rectángulo punteado en el gráfico. Algunos carbonatos sufren un proceso de dolomitización y/o enriquecimiento en Mn, en parte consecuencia de un efecto diagenético y en parte por la influencia de fluidos calientes que circulan por los sedimentos adyacentes, lixivándolos parcialmente.

Referencias

Brand, U y Veizer, J., (1980): *Jour. Sed. Petrol.*, 50, 1219-1236.  
 Bravo, J. I., (1990): *Geogaceta*, 7, 51-54.  
 Herrero, J. M. (1989) Tesis Doctoral Univ. País Vasco, 285 p.  
 Llavador, F.; Pina, J. A. y Auernheimer, C.



(1983): *Mediterranea, Ser. Geol.*, 1, 31-69.  
 Pascal, A. (1985): Thesis Doctoral *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 10, 569 p.  
 Renard, M. (1985): Thesis Doctoral *Doc. BRGM*, 85, 650 p.  
 Wilson, J. L. (1975): *Carbonate facies in geologic history*. Springer Verlag, Berlin, 633 p.

Fig. 2.—Diagramas de puntos para las unidades más ricas en carbonatos (dolomías, calizas margosas de U4 y calizas de plataforma de U8). A: relaciones molares Mg/Ca vs. contenido en Sr; se aprecian tres poblaciones en función del contenido en Sr y la relación Mg/Ca; las dolomías son no estequiométricas. B: tendencia diagenética desde el barro micrítico a las calizas cementadas y a las dolomías.

Fig. 2.—Scatter diagrams for the carbonate-rich Units (Dolostones, marly limestones U4 and platform limestones U8). A: Mg/Ca molar ratios versus Sr content; three populations accordingly to the Sr content and Mg/Ca ratio; non-stoichiometric dolomites. B: Plot showing the diagenetic trend from micritic mud to cemented limestone and dolostones.

## El deslizamiento de Riogordo (Málaga)

### Riogordo Landslide (Malaga)

C. Irigaray<sup>1</sup>, E. Romero Cordon<sup>2</sup> y J. Chacón<sup>1</sup>

1.—Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada. 18071 Granada.

2.—Protección Civil. Gobierno Civil de Sevilla. 41071 Sevilla.

#### ABSTRACT

On 12 January 1970 a large slide took place on the old main Malaga-Granada road, characterized initially by a rock fall with rotational sliding at the main scarp, followed by a widespread gravitational flow. The hidrogeological regime at a limestone-marl boundary, the lithology, the structural complexity and the high slope-angles result in a high susceptibility area to landsliding; the triggering factor on that occasion was high rainfall.

**Key words:** Landslide, flow, rockfall, Riogordo, Málaga Province.

*Geogaceta*, 10 (1991), 103-106.