

Tabla 1.—Relación entre el grado de evolución de los suelos y las superficies

Minerales arcillosos: Dominante: ++++; abundante: +++; moderado: ++; escaso: +.		
INTENSIDAD DEL HIDROMORFISMO EN Bg (segregación de hierro)		
CHROMA ≤ 1		CHROMA = 2
La Mierla, RS <sub>1</sub> y cabecera de RS <sub>2</sub> y RJ <sub>1</sub>		Pie de RS <sub>2</sub> y RJ <sub>1</sub> , y RJ <sub>2</sub>
INTENSIDAD DE LA RUBEFACCION EN Bt		
HUE 10 R		HUE 2,5 Y R
La Mierla, RS <sub>1</sub> y cabecera de RS <sub>2</sub>		Pie de RS <sub>2</sub> , RJ <sub>1</sub> y RJ <sub>2</sub>
ESPESOR DEL «SOLUM»		
> 500 cm		≈ 400 cm
La Mierla, (670 cm)	RS <sub>1</sub> (600 cm)	y cabecera de RS <sub>2</sub> (540 cm)
Pie de RS <sub>2</sub> , RJ <sub>1</sub> y RJ <sub>2</sub>		
MINERALOGIA DE ARCILLAS		
Caolinita++++, ilita +	Caolinita ++, ilita ++, esmectita +	Caolinita ++, ilita ++ esmectita ++
La Mierla y RS <sub>1</sub>	Cabecera de RS <sub>2</sub>	RJ <sub>1</sub> y RJ <sub>2</sub>
RELACION DE Fe LIBRE/TOTAL		
90-100%	80-90%	65-75%
La Mierla y RS <sub>1</sub>	Cabecera de RS <sub>2</sub>	RJ <sub>1</sub>

Superficie de La Mierla. Todos estos suelos tienen gran espesor (cuadro 1) y sobrepasan a veces la discontinuidad litológica donde los depósitos aluviales son poco potentes, pero no existen restos de suelos fósiles sobre el sustrato neógeno, horizonte Cg.

Por último, indicar que este dispositivo geomorfológico y sedimentario de la Raña de la S.S.A. (considerando que la Raña es un concepto cronoestratigráfico preciso) no tiene porqué tener un equivalente gemelo en la Península Ibérica, ya que hay una relación indudable entre procesos

y forma. Esto es lo que hay que investigar en cada caso, pero un hecho parece claro: la Raña se establece una vez colmatadas las cuencas terciarias, durante el Neógeno superior, quizás como resultado de un cambio climático y un desajuste tectónico generalizado (¿Iberomanchega II?) y es anterior a la terraza más antigua de los ríos peninsulares.

**Agradecimientos**

Agradecemos a Fernando Pérez Moras los dibujos realizados y a Pilar Asensio la mecanografía del trabajo.

**Referencias**

Cabra, P.; Goy, J. L.; Hoyos, M., y Zazo, C. (1983): *Tecniterrae*, 51, 32-42.  
 Espejo, R. (1985): *Geoderma*, 35, 223-239.  
 Gallardo, J.; Pérez-González, A., y Benayas, J. (en prensa): *Bol. Geol. y Miner.*  
 Hernández-Pacheco, F. (1965): *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 63, 5-16.  
 Lázaro Ochaita, I. y Asensio Amor, I. (1978): *Estudios geol.*, 34, 45-51.  
 Martín Escorza, C. (1977): *Tecniterrae*, 20, 1-15.  
 Miall, A. D. (1982): *Analysis of Fluvial Depositional Systems*. Ed. AAPG.  
 Olivé Davo, A. y Pérez-González, A. (en prensa): *Mapa y memoria del MAGNA, núm. 510*. I.G.M.E.  
 Pérez-González, A. (1982): *Neógeno y Cuaternario de la Llanura manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo*. Ed. Univ. Complutense.  
 Pérez-González, A.; Gallardo, J., y Portero, J. M. (en prensa): *Mapa Geomorfológico a E. 1:50.000, núm. 480*. I.G.M.E.  
 Pérez-González, A.; Olivé Davo, A., y Gallardo, J. (en prensa): *Mapa Geomorfológico a E. 1:50.000, núm. 510*. I.G.M.E.  
 Pérez Mateos, J.; Monturiol, F., y Benayas, J. (1970): *An. Edaf. y Agrob.*, 29, 865-883.  
 Portero, J. M.; Aznar, J. M.; Pérez-González, A., y González-Lodeiro, F. (en prensa): *Mapa y memoria del MAGNA, núm. 485*. I.G.M.E.  
 Schwenzner, J. (1937): *Geogr. Abhandl.*, 10, 1-128.  
 Vaudour, J. (1979): *La région de Madrid, altérations, sols et paléosols*. Ed. Ophrys.  
 Vegas, R.; Vázquez, J. T., y Marcos, A. (1986): *Geogaceta*, 1, 24-25.

Recibido el 10 de febrero de 1987  
 Aceptado el 17 de febrero de 1987

## Longitudes de fracturas y cavidades en el karst de Larra (Pirineos)

J. López Martínez. Cátedra de Geodinámica. Universidad Autónoma. 28049 Madrid.  
 C. Martín Escorza. Museo Nacional de Ciencias Naturales. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid

ABSTRACT

*A fracture and cave length distribution model has been established by statistical analysis.*

*Structural analysis of 2142 fractures and 1233 caves shows that the best length distribution model for the karstic massif of Larra can be formulated as  $l_f = 5 l_c + 50$ , where  $l_f$  is the fracture length, and  $l_c$  the cave length, all parameters being in metres.*

López Martínez, J. y Martín Escorza, C. (1987): Longitudes de fracturas y cavidades en el karst de Larra (Pirineos). *Geogaceta*, 2, 32-34.

**Key words:** Fracture, Karst, Pyrenees, length model.

## Introducción

En materiales carbonatados del Cretácico superior de Larra (Pirineo occidental) se ha desarrollado un complejo kárstico de gran amplitud e importante desnivel —que supera los -1.300 m explorados—. De él se han recorrido unos 150 km de longitud de galerías y, por tanto, se dispone de una base cartográfica suficientemente precisa de la cual se pueden extraer numerosos datos de orientación y longitud.

Por otra parte, en esa misma área se ha fotointerpretado la densa red de fracturas que afecta al macizo, con toma de datos de longitud y orientación de dichos elementos tectónicos.

Existen diversos trabajos que intentan predecir el desarrollo de las cavidades bien en función de las ya conocidas (Curl, 1966) o a partir de ciertos elementos estructurales de origen tectónico (Eraso, 1986). En el propio karst de Larra se han realizado ya estudios de este tipo. En ellos se muestra que: basados en el tratamiento de datos sobre estilolitos, venas rellenas de calcita y espejos de falla se llega a predecir las direcciones principales de drenaje kárstico (Herrero *et al.*, 1983); y por otra parte también se han determinado las direcciones de fracturación que tienen mayor relación con el desarrollo de los conductos subterráneos (Eraso, 1986; López Martínez, 1987).

En este trabajo hemos pretendido encontrar un modelo cuantitativo que relacionara las longitudes de las fracturas y cavidades en el macizo kárstico de Larra.

## Metodología

Se ha confeccionado el mapa de fracturación a partir de fotografías aéreas de escala aproximada 1/25.000. En él se han diferenciado 2.142 segmentos irregularmente repartidos sobre un área de unos 15×14 km (López Martínez, 1986).

Respecto a las cavidades se ha considerado la muestra constituida por los conductos de los sistemas subterráneos: Pozo Estella, Piedra de San Martín, Arphidia, Lonne Peyret, Mulekeke, Chipi Joseteko, M326, Sc 60 y AN 6, según la cartografía de síntesis a escala 1/10.000 realizada por Douat (1980). El total de la muestra es de

1.233 segmentos, en los cuales, como en los de fracturación, se ha medido su longitud y orientación.

Estos conjuntos de datos han sido tratados con diferentes programas de ordenador y los resultados analizados.

## Resultados

Las longitudes de las fracturas se han agrupado cada 50 metros y representado en histograma de frecuencia (fig. 1.a), en el que puede apreciarse su ajuste a una distribución log-normal, como se ha mostrado que ocurre en los sistemas de fracturación de otras áreas, litologías y escalas (Podwysoki, 1974; Foose, 1977; Groussilles *et al.*, 1978; Martín Escorza, 1979; Benavente, 1980).

Las longitudes de las cavidades se han agrupado en intervalos de 10 metros y su histograma de frecuencia (figura 1.b) se adapta asimismo a una distribución log-normal.

El ajuste a la distribución log-normal se ha comprobado mediante transformación hacia una «normal» y esta ha sido sometida al test de Kolmogorov-Smirnov, según las tablas de Davis (1986).

A la vista de los resultados que se muestran en la figura 1 hemos tratado de obtener, por medio de sucesivos tanteos, una transformación que permitiera suponer, del modo más ajustado posible para cada clase, las gráficas correspondientes a cavidades

y fracturas. Para ello, manteniendo como base el histograma correspondiente a las fracturas, hemos ido variando la escala del eje X de las cavidades y trasladando el origen.

Finalmente hemos encontrado que el mejor ajuste tiene lugar ampliando cinco veces la escala de las longitudes de los conductos subterráneos y trasladando 50 m el origen de la representación de estas cavidades, de modo que el 0 metros de la longitud de las cuevas coincida con el valor de 50 metros de la longitud de las fracturas (fig. 2).

Conviene reseñar que la escasa existencia de fracturas menores de 50 metros frente a la alta proporción de conductos subterráneos de esas mismas longitudes puede estar motivada, en parte, por la diferencia de escalas de las cartografías que se han utilizado como base.

## Conclusiones

Con la representación de la figura 2, en la que los orígenes y las escalas de los ejes X son distintos, se ha pretendido llegar a reconocer una relación que hiciera ligar del modo más ajustado posible diferentes histogramas de frecuencia de las longitudes de fracturas y cavidades del macizo kárstico de Larra.

En base a este óptimo ajuste, obtenido tras diversos tanteos previos, cabe, para este caso, expresar la rela-

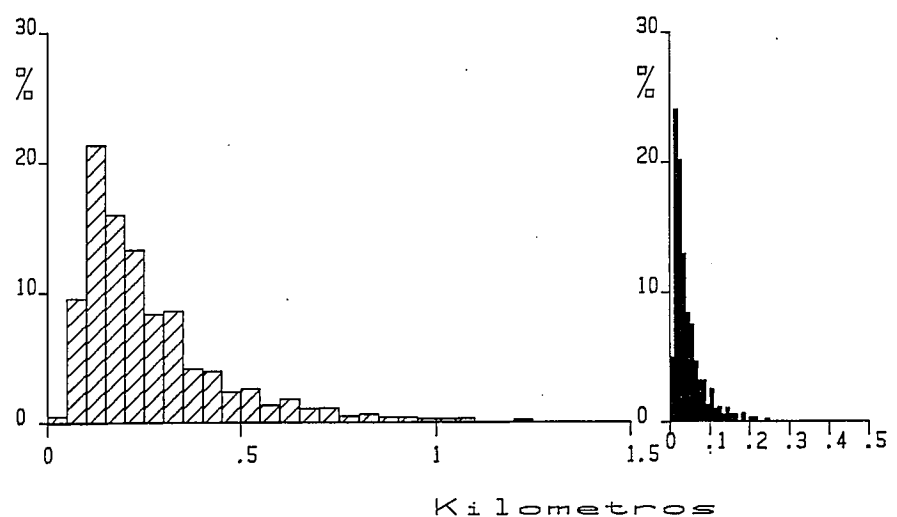


Fig. 1.—a) Histograma de frecuencia de las longitudes de 2.142 fracturas analizadas del macizo de Larra. Diferenciadas por clases, con intervalos de 50 m, muestran una evidente distribución log-normal que ha sido confirmada por el test K-S. b) Histograma de frecuencias de las longitudes de las 1.233 cavidades analizadas en el macizo kárstico de Larra. Diferenciadas por clases, con intervalos de 10 m, muestran asimismo una distribución log-normal confirmada por el test K-S.

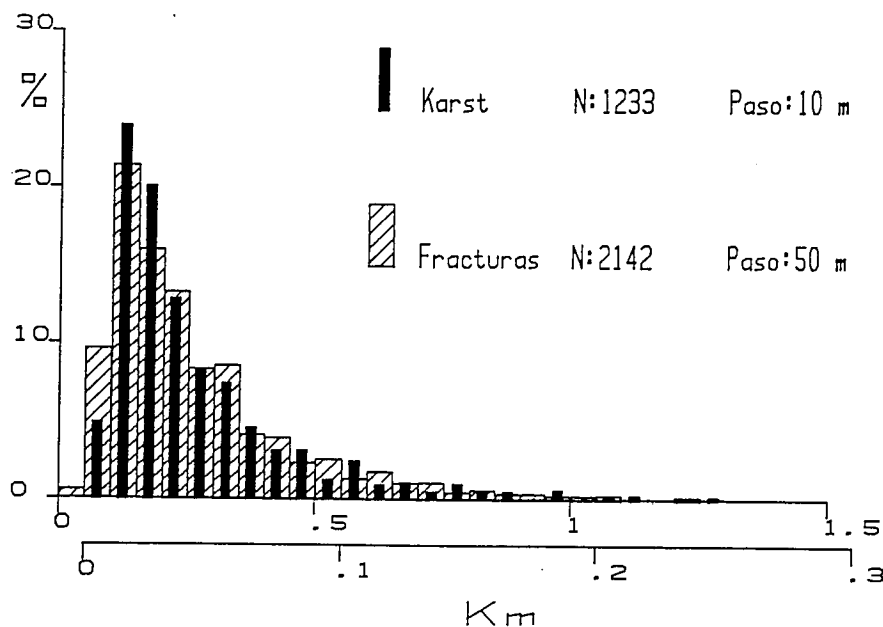


Fig. 2.—Superposición de los dos histogramas de la figura 1, mediante la aplicación de una transformación que multiplica cinco veces la longitud de cada intervalo de las cavidades además de una traslación de 50 m de su origen.

ción que se manifiesta gráficamente en la figura 2 mediante la ecuación:

$$l_f = 5 l_c + 50$$

en la cual  $l_f$  = longitud de fractura;  $l_c$  = longitud más probable del conducto subterráneo que se desarrollaría a favor de aquella. Estando todas las medidas expresadas en metros.

Esta modelización cuantitativa debe considerarse como un intento de relación entre las longitudes de fractura y conductos existentes en Larra. Tanto su generalización como su aplicación a la predicción de la longitud de cavidades exige comprobaciones del modelo propuesto en otras áreas kársticas.

## Referencias

- Benavente Herrera, J. (1980): *Tecniterrae*, 37, 51-65.
- Crousilles, M.; Deloche, Ch.; Dixaut, Ch., y Tamain, A. L. (1978): *Bull. B. R. G. M.*, Sect. IV, 5-38.
- Curl, R. (1966): *Jour. Geology.*, 74, 798-830.
- Davis, J. C. (1986): *Statistics and data analysis in geology*. 2 ed., John Wiley & Sons. New York.
- Douat, M. (1980): *Bull. ARSIP*, 12-15.
- Eraso, A. (1986): *Kobie (Ser. C. Nat.)*. Bilbao. Dip. F. Vizcaya XV.
- Foose, R. M. (1977): *Inter. Symp. Struct. Hist. Medit. Basins. Split (Yugoslavia)*, 1976. Ed. Technip. París, 221-232.
- Herrero, N.; Saint-Aubin, J., y Eraso, A. (1983): En: *Actas Jornadas sobre Planif. Exp. Espel. Larra*. Reunión Karst de Larra, 11-29. Edit.: Dip. Foral Navarra.
- López Martínez, J. (1986): *Geomorfología del macizo kárstico de la Piedra de San Martín (Pirineo Occidental)*. Tesis Doct. Univ. Zaragoza.
- López Martínez, J. (en prensa): *Estudios Geol.*
- Martín Escorza, C. (1982): En: *I Reunión geol. Cuenca Duero*. Salamanca, 1979. Edit. IGME. *Tem. Geol. Min.*, 6, 391-411.
- Podwysoccki, M. H. (1974): *An analysis of fracture trace pattern in areas of flat-lying sedimentary rocks for the detection of burial geologic structure*. Ph. D. Diss. Pennsylvania State University.

Recibido el 10 de febrero de 1987  
 Aceptado el 17 de febrero de 1987

## Contribución de los minerales de la arcilla a la diferenciación de las placas ibérica y europea en el Pirineo vasco

- J. Arostegui. Departamento de Mineralogía. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48008 Bilbao.
- R. Ramón-Lluch. Departamento de Geotectónica. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 Bilbao.
- L. M. Martínez Torres. Departamento de Geotectónica. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 Bilbao.
- L. Eguiluz. Departamento de Geotectónica. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 Bilbao.

### ABSTRACT

Three different parameters of Illites from the unconformable Buntsandstein of the Cinco Villas, Aldudes and Oroz-Betelu basque Paleozoic massifs can be interpreted as characteristic of either the Iberian or European plates. The Leiza Fault, which is the western extension of the Nord-Pyrenean Fault, is then considered as the limit between both plates.

Arostegui, J.; Ramón-Lluch, R.; Martínez Torres, L. M. y Eguiluz, L. (1987): Contribución de los minerales de la arcilla a la diferenciación de las placas ibéricas y europeas en el Pirineo vasco. *Geogaceta*, 2, 34-36.

**Key words:** Illite, cristallinity, Iberian Plate, North Pyrenean Fault.