

Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

BIBLIOTECA

*Silber II*

**boletín**

**geológico**

**y minero**



VOLUMEN 108

Noviembre - Diciembre 1997

NUMERO 6



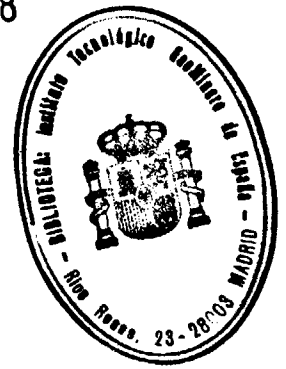
REVISTA BIMESTRAL DEL ITGE FUNDADA EN 1874

ISSN 0366 - 0176

Volumen 108  
Número 6  
Noviembre-Diciembre 1997

# boletín geológico y minero

26 OCT 1998



revista bimestral de geología, minería y ciencias conexas fundada en 1874 - 5.ª serie

## Sumario

<b>Geología</b>	A. RODRIGO y M. J. COMAS-RENGIFO: Catálogo de los Braquiópodos españoles del Jurásico Inferior depositados en el Museo Geominero (ITGE, MADRID). . . . .	3
<b>Minería</b>	M. HEREDIA y J. M. BALTUILLE: Las posibilidades mineras de Cuba en el sector de las Rocas Ornamentales. . . . .	47
<b>Ingeniería Geoambiental</b>	A. LOMOSCHITZ MORA-FIGUEROA y J. COROMINAS DULCET: Actividad histórica y características de los movimientos de ladera de Rosiana, Gran Canaria. . . . .	53
<b>Estudio de Minerales y Rocas</b>	M. POZO, J. CASAS y J. A. MARTIN RUBI: Caracterización y origen de ceolitas en facies lacustres-palustres con arcillas magnéticas de la cuenca de Madrid. . . . .	69
<b>Información</b>	J. ORDAZ: Aproximación a la petrología en España entre 1918 y 1936. . . . .	85
	S. RIOS ARAGÜES: Sobre el potencial de los recursos minerales de Aragón. . . . .	91
	L. M.ª RIOS, D. BARETTINO, J. M. CHARLET y F. BODEGA: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLIII Campamento para prácticas de geología "Pirineo Central 1997". . . . .	95
	Noticias. . . . .	98
	Últimas publicaciones del ITGE. . . . .	99
	Índice de Materias. . . . .	101
	Índice de Autores. . . . .	105

DIRECCION Y ADMINISTRACION  
Ríos Rosas, n.º 23 - 28003-Madrid  
Fax (91) 349 57 62



Ministerio de Medio Ambiente

El Instituto Tecnológico Geominero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Los derechos de propiedad de los trabajos publicados en esta obra fueron cedidos por los autores al Instituto Tecnológico Geominero de España.  
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

PORTADA:  
*Tren de Raches* en el descargadero de sal marina.  
Salinas de Torre Vieja (Alicante).

Foto: Javier Rubio Navas.

Depósito legal: M. 3.279 - 1958  
ISSN 0366-0176  
NIPO 241-97-001-8

Gráficas Chile, S.A.L. - Chile, 27 - Teléf./Fax 359 57 55 - 28016 - MADRID

## CATALOGO DE LOS BRAQUIOPODOS ESPAÑOLES DEL JURASICO INFERIOR DEPOSITADOS EN EL MUSEO GEOMINERO (ITGE, MADRID).

A. RODRIGO (\*) y M. J. COMAS-RENGIFO (\*\*)

### RESUMEN

Se revisan desde el punto de vista taxonómico y bioestratigráfico los braquiópodos españoles del Jurásico Inferior que constituyen la colección del Museo Geominero. La colección está compuesta por 1102 ejemplares procedentes de 98 localidades diferentes repartidas fundamentalmente por el sector nororiental de la Península Ibérica. Se han identificado 23 géneros (10 de rinconélidos, 3 de espiriféridos y 10 de terebratulidos) y 59 especies (24 de rinconélidos, 5 de espiriféridos y 30 de terebratulidos).

*Palabras clave:* Catálogo, Braquiópodos, Taxonomía, Jurásico Inferior, Museo Geominero, España.

### ABSTRACT

Lower Jurassic Spanish brachiopods from the Geominero Museum collection are re-examined. Taxa are brought up to the date and the species are figured. The collection consists of 1102 specimens of 98 localities mainly from the northeast sector of the Iberian Peninsula. 23 genera (10 rhynchonellids, 3 spiriferids and 10 terebratulids) and 59 species (24 rhynchonellids, 5 spiriferids and 30 terebratulids) have been identified.

*Key words:* Catalogue, Brachiopods, Taxonomy, Lower Jurassic, Geominero Museum, Spain.

### INTRODUCCION

La colección de braquiópodos españoles del Jurásico Inferior depositada en el Museo Geominero, está representada por 1102 ejemplares procedentes de 98 localidades de la Península Ibérica. El objetivo de esta revisión es llevar a cabo una actualización taxonómica y bioestratigráfica de la mencionada colección, tal y como se ha venido realizando desde hace algunos años con otros grupos fósiles (trilobites, ammonites, bivalvos, arqueociatos, graptolitos, mamíferos, etc.). La última revisión de los braquiópodos del Jurásico Inferior se produjo en 1984, a cargo del Dr. S. CALZADA (Director del Museo del Seminario de Barcelona), quien examinó parte de

la colección. En el material revisado para el presente trabajo se ha podido constatar la existencia de atribuciones erróneas y/o anticuadas, así como posiciones estratigráficas poco correctas que responden, en parte, al estado de los conocimientos geológicos en el momento de la recogida del material.

Para la determinación de los ejemplares se ha consultado la bibliografía clásica sobre braquiópodos del Jurásico, así como algunos trabajos más de detalle para algunas especies concretas: MALLADA (1875-91), BATALLER (1931, 1948), DUBAR (1933), CASTELL, CONCHA y REVILLA (1956), MOORE (1965), GOY y ROBLES (1971), DELANCE (1974), GOY (1974), COMAS-RENGIFO y GOY (1975), CALZADA y DELANCE (1976), ALMERAS (1979, 1994), ALMERAS y MOULAN (1982), GARCIA-JORAL (1983, 1986), CALZADA (1984), GOY, COMAS-RENGIFO y GARCIA-JORAL (1984), GARCIA-JORAL y GOY (1984), SOLER

(\*) Museo Geominero (ITGE). Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.

(\*\*) Dpto. y UEI de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas (UCM) e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM). Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

(1986), RODRIGO (1994), ALMERAS *et al.*, (1996) y RODRIGO y COMAS-RENGIFO (1998, en prensa).

En la presente revisión se han empleado los siguientes apartados, siempre que ha sido posible:

- *Material*, indicando la sigla del ejemplar y su estado de conservación.
- *Procedencia*, indicando el paraje (cuando se conoce), el municipio y la localidad.
- *Fecha de ingreso*, según consta en la base de datos del Museo.
- *Forma de ingreso*, indicando, según los casos, si se trata de una donación o de una recolección.
- *Fuente de ingreso*, haciendo referencia a la persona o institución que depositó el material.
- *Posición estratigráfica*, indicando, en aquellos casos en que se desconoce la posición estratigráfica concreta, la máxima distribución conocida del taxón.
- *Antigua clasificación*, indicando en todos los casos la determinación más antigua de que se dispone y transcribiéndola textualmente.
- *Observaciones*, en el caso de que el ejemplar haya sido figurado con anterioridad, indicando el autor o autores, el año de publicación, la lámina y la figura donde aparece.

**Filum BRACHIOPODA DUMERIL, 1806**  
**Clase ARTICULATA HUXLEY, 1869**  
**Orden RHYNCHONELLIDA KUHN, 1949**  
**Superfamilia RHYNCHONELLACEA GRAY, 1848**

**Familia RHYNCHONELLIDAE GRAY, 1848**  
**Subfamilia TETRARHYNCHIIDAE AGER, 1965**

***Gibbirhynchia amalthei* (QUENSTEDT, 1852)**  
 (Lám. I, figs. 7a-c)

Material: 1J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 143J, 2487J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 1975J, 1989J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Préjano (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella ruinososa?*

***Gibbirhynchia curviceps* (QUENSTEDT, 1858)**  
 (Lám. I, figs. 8a-c)

Material: 1886J, 1991J, 1992J, 1993J, 1994J, 1995J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Préjano (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella sp.*

Material: 1964J, 1965J, 1966J, 1967J, 1968J, 1970J, 1971J, 1972J, 1973J, 1974J, 1976J, 1978J, 1979J, 1980J, 1982J, 1985J, 1986J, 1987J, 1988J, 2050J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Préjano (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella ruinososa?*

***Gibbirhynchia gibbosa* BUCKMAN, 1918**

Material: 148J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Rueda (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella hopkinsi* M'Coy.

***Gibbirhynchia muirwoodae* AGER, 1954**

Material: 47J, 2253J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Talveila (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella plicatissima* Quenst.

***Gibbirhynchia nerina* (D'ORBIGNY, 1847)**  
 (Lám. I, figs. 11a-c)

Material: 166J, 2501J, 2502J. Ejemplares completos.

Procedencia: Becerrilejos (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

***Gibbirhynchia cf. northamptonensis***  
**(DAVIDSON, 1878)**

Material: 136J, 2479J, 2480J, 2481J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Matamorisca (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 2040J, 2251J, 2252J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Desconocida.  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 2477J, 2478J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Rueda (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella hopkinsi* M'Coy.

***Gibbirhynchia sp.***

Material: 145J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Cherta (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: ¿Toarciense?

Material: 165J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alava.  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Material: 1889J. Ejemplar en matriz.  
 Procedencia: Aguilar de Campoo (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella* gen. indet.

Material: 1905J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Villadiego (Burgos).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Antigua clasificación: *Rhynchonella calcicosta* Quenstedt.

***Mediterranirhynchia? plicatissima***  
**(QUENSTEDT, 1852)**  
 (Lám. II, figs. 12a-c)

Material: 54J, 122J, 2245J, 2482J, 2483J. Ejemplares fragmentarios.  
 Procedencia: Puig Campana (Alicante).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella plicatissima sensu* Jiménez de Cisneros, 1923.

***Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR, 1931)**  
 (Lám. II, figs. 1a-c, 2a-c, 3a-c)

Material: 96J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Las Lastras (Burgos).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 141J, 142J, 2216J, 2486J. Ejemplares juveniles.  
 Procedencia: Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 162J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdeper (Burgos).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 164J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alcaine (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella dumbletonensis* Davidson, var. *attenuata* Dubar.

Material: 732J, 2215J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Alloza (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 29 de septiembre de 1942.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: D. Fernando Benito.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 1900J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdecomadres (Teruel).

Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella dumbletonensis* Davidson, var. *attenuata* Dubar.

Material: 1901J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Josa (Teruel).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella dumbletonensis* Davidson.

Material: 1902J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Josa-Obón (Teruel).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella dumbletonensis* Davidson.

Material: 1906J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Montalbán (Teruel).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella batalleri* Dubar.

Material: 1908J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Majadas (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 2009J, 2172J, 2173J, 2174J, 2177J, 2178J, 2179J, 2180J, 2181J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Layna (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*, Sow.

Material: 2166J, 2168J, 2169J, 2170J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense-Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*.  
 Observaciones: En este lote de ejemplares se incluía el 1897J, pero sus características indican que no pertenece al Jurásico Inferior, sino al Jurásico Medio.

Material: 2183J, 2184J, 2185J, 2186J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Pinilla del Olmo (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*, Sow.

Material: 2286J, 2292J. Ejemplares mal conservados.  
 Procedencia: Zafrilla (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: Dirección de Aguas del ITGE.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

## LAMINA I

- Figura 1: *Homoeorhynchia meridionalis* (DESLONGCHAMPS). Ejemplar 101J. Torres (Teruel). Toarciense. x1.  
 Figura 2: *Homoeorhynchia batalleri* (DUBAR). Ejemplar 2229J. Ayoza (Teruel). Toarciense inferior. x1.  
 Figura 3: *Homoeorhynchia cynocephala* (RICHARD). Ejemplar 156J. Els Espluvins (Lérida). Toarciense superior-Aaleniese inferior. x1.  
 Figura 4: *Rhynchonelloidea marini* (ROUSSELLE). Ejemplar 1586J. Maranchón (Guadalajara). Toarciense superior. x1.  
 Figura 5: *Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYNES). Ejemplar 153J. Sierra de Miravete (Huesca). Toarciense superior-Aaleniese inferior. x1.  
 Figura 6: *Rhynchonelloidea goyi* GARCIA-JORAL. Ejemplar 1418J. Abanco (Soria). Toarciense superior. x1.  
 Figura 7: *Gibbirhynchia amalthei* (QUENSTEDT). Ejemplar 1J. Becerril (Palencia). Pliensbachiense superior. x2.  
 Figura 8: *Gibbirhynchia curviceps* (QUENSTEDT). Ejemplar 1978J. Préjano (La Rioja). Pliensbachiense inferior. x1.  
 Figura 9: *Pseudogibbirhynchia quinteroi* CALZADA. Holotipo. Ejemplar 2512J. Maranchón (Guadalajara). Toarciense. x2.  
 Figura 10: *Pseudogibbirhynchia jurensis* (QUENSTEDT). Ejemplar 2250J. Maranchón (Guadalajara). Toarciense superior. x2.  
 Figura 11: *Gibbirhynchia nerina* (D'ORBIGNY). Ejemplar 2501J. Becerrilejos (Palencia). Pliensbachiense superior. x2.

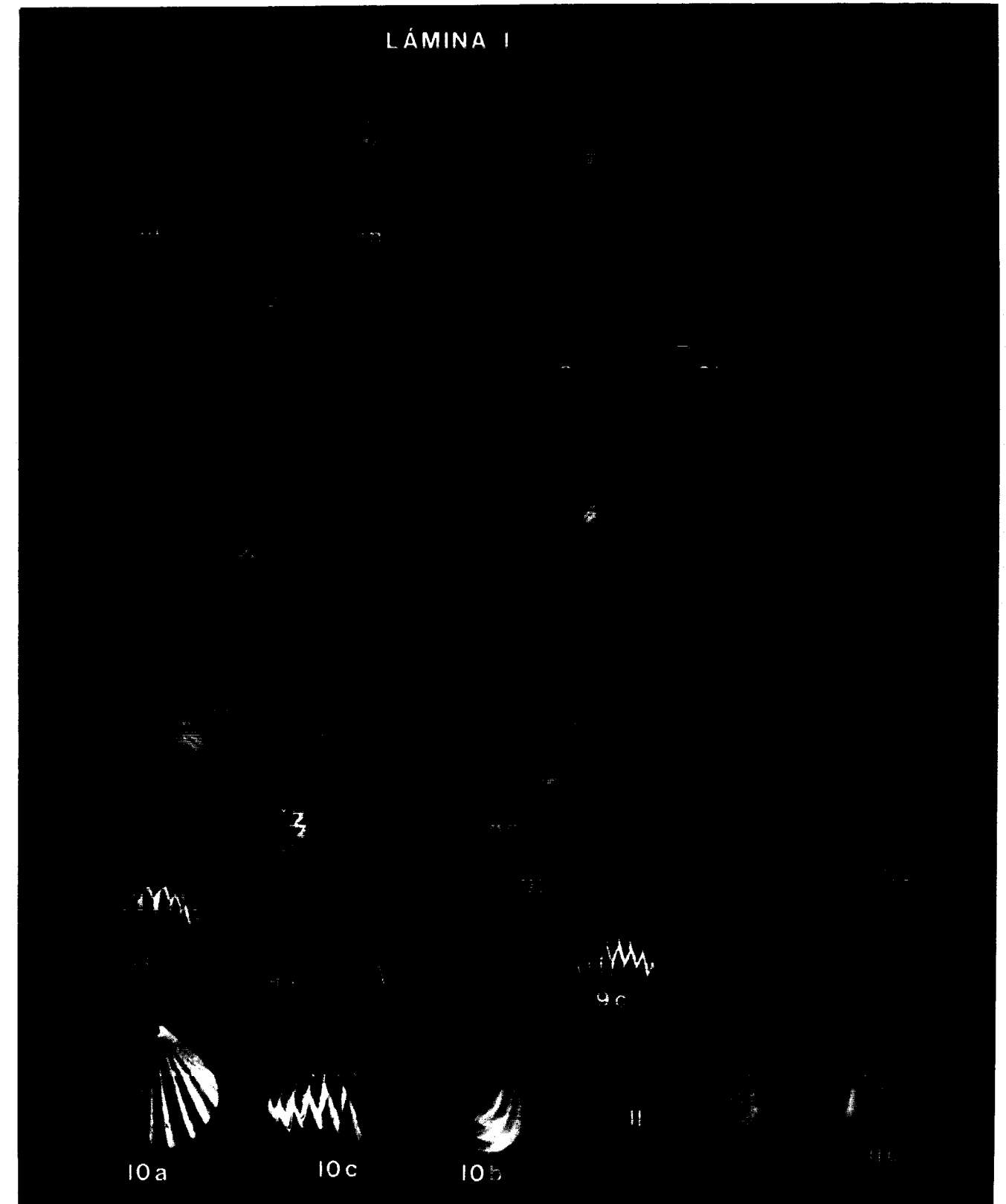


LÁMINA I



1a



1b



2a



2b



2c



1c



3a



3b



3c



5a

4a



4b



4c



5b



5c



6a



6b



7a



7b



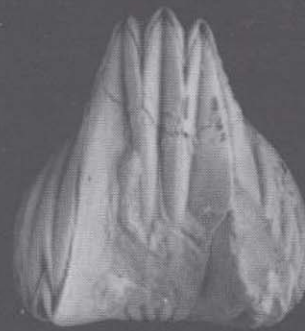
8a



8b



8c



6c



7c



9a



9b



9c



11a



10a



10c



10b

11b



11c

Material: 2449J, 2450J, 2451J, 2452J, 2453J, 2454J, 2455J, 2456J, 2457J, 2458J, 2459J, 2460J, 2461J, 2462J, 2463J, 2464J, 2465J, 2466J, 2467J. Ejemplares completos.

Procedencia: Moneva (Zaragoza).

Fecha de ingreso: Mayo de 1997.

Forma de ingreso: Donación.

Fuente de ingreso: A. Rodrigo.

Posición estratigráfica: Pliensbachense superior (Zona Spinatum)-Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

Material: 2513J. Ejemplar completo.

Procedencia: Maranchón (Guadalajara).

Fecha de ingreso: 1958.

Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2514J. Ejemplar completo.

Procedencia: Maranchón (Guadalajara).

Fecha de ingreso: 1959.

Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: J. de la Revilla.

Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2515J, 2531J. Ejemplares deformados.

Procedencia: Maranchón (Guadalajara).

Fecha de ingreso: En torno a 1959.

Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: J. de la Revilla.

Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Antigua clasificación: *Rhynchonella tetrahedra* Sowerby, var. *northamptonensis* Davidson.

Material: 2528J. Ejemplar completo.

Procedencia: Maranchón (Guadalajara).

Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Antigua clasificación: *Tetrarhynchia attenuata* (Dubar, 1931).

Material: 2592J, 2593J, 2594J, 2595J, 2596J, 2597J, 2598J, 2599J, 2600J. Ejemplares completos.

Procedencia: Ribarredonda (Guadalajara).

Fecha de ingreso: Junio de 1997.

Forma de ingreso: Donación.

Fuente de ingreso: F. Uruñuela.

Posición estratigráfica: Pliensbachense superior-Toarciense inferior.

Material: 2602J, 2603J, 2604J, 2605J, 2606J. Ejemplares completos.

Procedencia: Villar de Cobeta (Guadalajara).

Fecha de ingreso: Junio de 1997.

Forma de ingreso: Donación.

Fuente de ingreso: F. Uruñuela.

Posición estratigráfica: Pliensbachense superior-Toarciense inferior.

Material: 2610J. Ejemplar completo.

Procedencia: Maranchón (Guadalajara).

Fecha de ingreso: En torno a 1959.

Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: J. de la Revilla.

Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Antigua clasificación: *Rhynchonella meridionalis* Deslongchamps.

Material: 2618J. Ejemplar completo.

Procedencia: Ribarredonda (Guadalajara).

Fecha de ingreso: Junio de 1997.

Forma de ingreso: Donación.

## LAMINA II

Figura 1: *Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR). Ejemplar 1900J. Valdecomadres (Teruel). Pliensbachense superior. x1.

Figura 2: *Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR). Ejemplar 1908J. Las Majadas (Cuenca). Pliensbachense superior. x1.

Figura 3: *Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR). Ejemplar 2456J. Moneva (Zaragoza). Pliensbachense superior. x1.

Figura 4: *Tetrarhynchia paucicostata* (CASTELL, CONCHA y REVILLA). Holotipo. Ejemplar 2519J. Maranchón (Guadalajara). Toarciense inferior. x1.

Figura 5: *Tetrarhynchia paucicostata* (CASTELL, CONCHA y REVILLA). Ejemplar 2208J. Maranchón (Guadalajara). x1.

Figura 6: *Tetrarhynchia dunrobinensis* (ROLLIER). Ejemplar 2497J. Playa Lerín (Gijón, Asturias). Sinemuriense superior-Toarciense inferior. x1.

Figura 7: *Tetrarhynchia subconcinna* (DAVIDSON). Ejemplar 2494J. Las Majadas (Cuenca). Pliensbachense superior. x1.

Figura 8: *Tetrarhynchia tetrahedra* (SOWERBY). Ejemplar 1014J. Albarracín (Teruel). Pliensbachense superior. x1.

Figura 9: *Tetrarhynchia tetrahedra* (SOWERBY). Ejemplar 1017J. Albarracín (Teruel). Pliensbachense superior. x1.

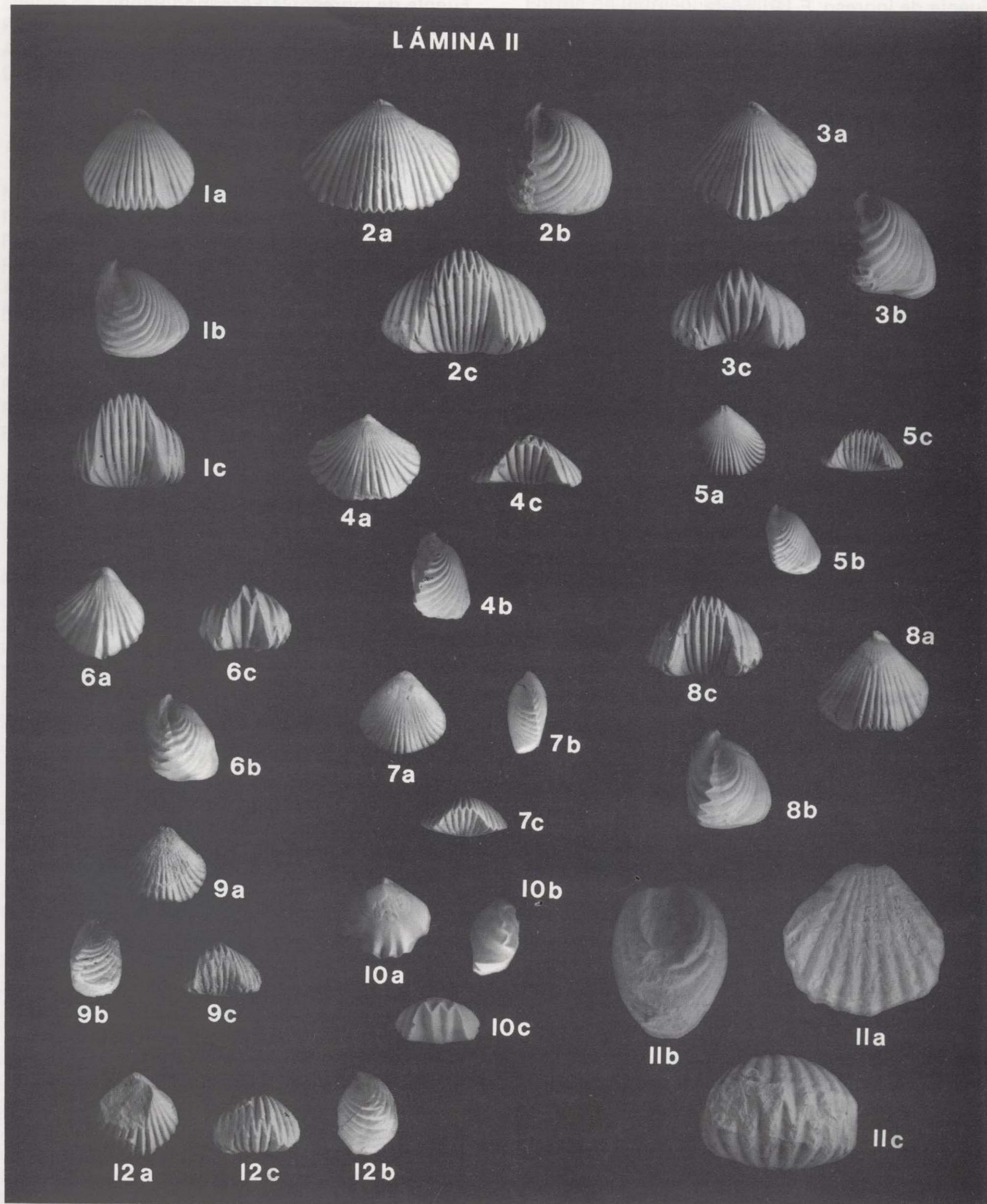
Figura 10: *Soaesarhynchia bouchardi* (DAVIDSON). Ejemplar 107J. Barahona (Soria). Toarciense inferior. x1.

Figura 11: *Prionorhynchia* sp. Ejemplar 2336J. Monte de San Antón (Málaga). Toarciense. x1.

Figura 12: *Mediterranirhynchia plicatissima* (QUENSTEDT). Ejemplar 54J. Puig Campana (Alicante). Jurásico Inferior. x1.



LÁMINA II





Fuente de ingreso: F. Uruñuela.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

***Quadratirhynchia cf. attenuata* (DUBAR, 1931)**

Material: 163J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Canales de la Sierra (Burgos).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 1904J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Montalbán (Teruel).  
Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella meridionalis* Deslongchamps.

Material: 1914J, 2214J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Judes (Soria).  
Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella dumbletonensis* Davidson.

Material: 2003J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Montalbán (Teruel).  
Fecha de ingreso: 1958.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

***Quadratirhynchia sp.***

Material: 146J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Frías (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella subdecorata*.

Material: 161J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Alcaine (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 731J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Alloza (Teruel).  
Fecha de ingreso: 29 de septiembre de 1942.  
Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: D. Fernando Benito.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 1010J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Desconocida.  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 1011J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Desconocida.  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

***Rhynchonelloidea goyi* GARCIA-JORAL, 1983**  
(Lám. I, figs. 6a-c)

Material: 97J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Desconocida.  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 1416J, 1417J, 1418J, 1419J, 1420J, 1421J, 1422, 1423J, 1424J, 1425J, 1426J, 1427J, 1428J, 1429J, 1430J, 1431J, 1432J, 1433J, 1434J.  
Procedencia: Abanco (Soria).  
Fecha de ingreso: Octubre de 1995.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: D. de Pablo.  
Posición estratigráfica: Toarciense (Zona Pseudoradiosa-Aalensis).

Material: 1884J, 2159J, 2160J, 2161J, 2162J, 2163J, 2164J, 2165J.  
Procedencia: Olmedillas (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*, Sow.

Material: 2175J, 2176J, 2182J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Layna (Soria).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*, Sow. (2182J).

Material: 2510J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1959.  
Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella meridionalis* Deslongchamps.

***Rhynchonelloidea cf. goyi* GARCIA-JORAL, 1983**

Material: 1875J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Llanillas? (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella cynocephala* Richard.

Material: 2046J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

***Rhynchonelloidea marini* (ROUSSELLE, 1975)**  
(Lám. I, figs. 4a-c)

Material: 2034J, 2276J, 2277J, 2278J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: 1959.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella cynocephala* (Richard).

Material: 2217J, 2218J, 2219J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 2619J, 2620J, 2621J, 2622J, 2623J, 2624J, 2625J, 2626J, 2627J, 2628J, 2629J, 2630J, 2631J, 2632J, 2633J, 2634J, 2635J, 2636J, 2637J, 2638J, 2639J, 2640J, 2641J, 2642J, 2643J, 2644J, 2645J, 2646J, 2647J, 2648J, 2649J, 2650J, 2651J, 2652J, 2653J, 2654J, 2655J, 2656J, 2657J, 2658J, 2659J, 2660J, 2661J, 2662J, 2663J, 2664J, 2665J, 2666J, 2667J, 2668J, 2669J, 2670J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Ribarredonda (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Junio de 1997.

Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: F. Uruñuela.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.

***Rhynchonelloidea marini?* (ROUSSELLE, 1975)**

Material: 1582J, 1583J, 1584J, 1585J, 1586J, 2020J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella sub-angulata*, Dav.

***Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYNES, 1868)**  
(Lám. I, figs. 5a-c)

Material: 115J, 153J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Sierra de Miravete (Huesca).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.

Material: 151J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Becerrilejos (Palencia).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 2039J, 2281J, 2283J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Els Espluvins (Lérida).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.

Material: 2220J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Coll de Balaguer (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.

***Tetrarhynchia dunrobinensis* (ROLLIER, 1917)**  
(Lám. II, figs. 6a-c)

Material: 144J, 2497J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Playa Lerín, Gijón (Asturias).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Sinemuriense superior-Pliensbachiense inferior.

Material: 1981J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Prójano (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Sinemuriense superior-Pliensbachiense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella ruinosa?*.

***Tetrahynchia paucicostata***  
**(CASTELL, CONCHA y REVILLA, 1956)**  
 (Lám. II, figs. 4a-c, 5a-c)

Material: 1015J, 2503J, 2504J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1959.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella fodinalis* Tate, var. *paucicostatae* Castell, de la Concha y de la Revilla.

Material: 1016J, 2202J, 2203J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Desconocida.  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1879J, 2187J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Pinilla del Olmo (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*, Sow.

Material: 1996J, 2035J, 2056J, 2149J, 2150J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Bujarrabal (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella fodinalis*, Tate (2035J, 2149J, 2150J); *Rhynchonella tripliosa*, Quenstedt (1996J, 2056J).

Material: 2028J, 2204J, 2205J, 2206J, 2207J, 2208J, 2209J, 2210J, 2211J. Ejemplares completos.

Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: 1956.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella fodinalis* Tate.  
 Observaciones: El ejemplar 2208 está figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. II, fig. 2).

Material: 2167J, 2171J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella tetraedra*.  
 Observaciones: En este lote de ejemplares se incluía el 1897J, pero sus características indican que no pertenece al Jurásico Inferior, sino al Jurásico Medio.

Material: 2284J, 2289J, 2291J. Ejemplares mal conservados.  
 Procedencia: Zafrilla (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: Dirección de Aguas del ITGE.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 2519J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1956.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella fodinalis* Tate, var. *paucicostatae* Castell, de la Concha y de la Revilla.  
 Observaciones: **Holotipo** figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. II, fig. 3).

***Tetrahynchia subconcinna* (DAVIDSON, 1852)**  
 (Lám. II, figs. 7a-c)

Material: 171J, 2492J, 2493J, 2494J, 2495J, 2496J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Majadas (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 1911J, 2212J, 2213J. Ejemplares completos.

Procedencia: Majadas (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella fodinalis* Tate.

Material: 2518J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Majadas (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1959.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella fodinalis* Tate.

***Tetrahynchia tetrahedra* (SOWERBY, 1812)**  
 (Lám. II, figs. 8a-c, 9a-c)

Material: 160J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Tivenys (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 1013J, 2488J, 2489J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Cherta (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella subangulata* Davidson.

Material: 1014J, 1017J, 1595J, 1596J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 2038J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alcañe (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

***Tetrahynchia cf. tetrahedra* (SOWERBY, 1812)**

Material: 1997J, 1998J, 1999J, 2024J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella curviceps* Haas y Petri.

**Familia WELLERELLIDAE LIKHAREV *in* RZHONS-NITSKAYA, 1956**  
**Subfamilia CIRPINAE AGER, 1965**

***Prionorhynchia* sp.**  
 (Lám. II, figs. 11a-c)

Material: 2335J, 2336J, 2337J, 2338J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Monte de San Antón (Málaga).  
 Fecha de ingreso: Julio de 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: D. Navarro Díaz.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

***Pseudogibbirhynchia jurensis***  
**(QUENSTEDT, 1858)**  
 (Lám. I, figs. 10a-c)

Material: 1007J, 2262J, 2263J, 2264J, 2498J, 2499J, 2500J, 2520J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: 1959.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Rhynchonella subtriqueta* Canavari.

Material: 2042J, 2254J, 2255J, 2256J, 2257J, 2258J, 2259J, 2260J, 2261J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: 1959.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 2250J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: 1959.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Antigua clasificación: *Rhynchonella subtriqueta* Canavari.  
Observaciones: Ejemplar figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. II, fig. 1).

Material: 2521J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: 1959.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

***Pseudogibbirhynchia quintero* CALZADA, 1984**  
(Lám. I, figs. 9a-c)

Material: 1008J, 1009J, 2265J, 2266J, 2267J, 2268J, 2269J, 2512J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: 1959.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella aff. plicatissima* Quenstedt.  
Observaciones: El ejemplar 2512J es el **holotipo** figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. II, fig. 5).

Material: 1899J, 2270J, 2271J, 2272J, 2273J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: 1959.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

**Subfamilia LACUNOSELLINAE SMIRNOVA, 1963**

***Soaresirhynchia bouchardi* (DAVIDSON, 1852)**  
(Lám. II, figs. 10a-c)

Material: 104J, 2194J, 2195J, 2196J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Tramacastilla (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 105J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 107J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Barahona (Soria).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 108J, 2188J, 2189J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Griegos (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 109J, 2190J, 2191J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Moncalvillo (Burgos).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 110J, 2193J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Majadas (Cuenca).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 111J, 2192J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Josa (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 112J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 119J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 154J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Griegos (Teruel).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 155J, 2197J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Cherta (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1001J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1958.  
Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1002J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Moncalvillo (Burgos).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Stolmorhynchia bouchardi*.

Material: 1003J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Entrambasaguas-Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella quadriplicata* D'Orbigny.

Material: 1512J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cuesta de Lacada, Santa Cruz de Moya (Cuenca).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula* sp.

Material: 1534J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Becerril (Palencia).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula Edwardsii*.

Material: 1597J, 1598J, 1599J, 2511J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1958.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella bouchardi* Davidson.

Material: 1873J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Barahona (Soria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1910J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Valdemeca (Cuenca).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1950.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2054J, 2198J, 2199J, 2200J, 2201J. Ejemplares completos.

Procedencia: Oviedo (Asturias).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense.  
Antigua clasificación: *Rhynch. bouchardi* Dav.

***Soaresirhynchia* sp.**

Material: 1326J, 2285J, 2287J, 2288J, 2290J, 2293J. Ejemplares mal conservados.  
Procedencia: Zafrilla (Cuenca).  
Fecha de ingreso: Junio de 1996.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: Dirección de Aguas.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

**Subfamilia RHYNCHONELLINAE GRAY, 1848**

***Homoeorhynchia batalleri* (DUBAR, 1931)**  
(Lám. I, figs. 2a-c)

Material: 117J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Arlanzón (Burgos).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 128J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Matamorisca (Palencia).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 152J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 159J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cherta (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2786J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Alava.  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 730J, 2227J, 2228J, 2229J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Alloza (Teruel).  
Fecha de ingreso: 29 de septiembre de 1942.  
Forma de ingreso: Recolección.

Fuente de ingreso: D. Fernando Benito.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2002J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Alloza (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2224J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Valdearriño (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2232J, 2233J, 2234J, 2235J, 2236J, 2237J, 2516J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1959.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella batalleri*, Dubar.

Material: 2238J, 2239J, 2240J, 2241J, 2242J, 2517J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: 1958.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella batalleri* Dubar.  
Observaciones: El ejemplar 2241J está figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. I, fig. 5).

***Homoeorhynchia cynocephala* (RICHARD, 1840)**  
(Lám. I, figs. 3a-c)

Material: 116J, 156J, 2274J, 2275J, 2280J, 2282J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Els Espluvins (Lérida).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.

Material: 118J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Coll de Balaguer (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.

Material: 120J, 1012J, 2279J, 2544J, 2545J. Ejemplares completos.  
Procedencia: San Lorenzo de Morunys (Lérida).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.

Material: 157J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Gijón (Asturias).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense superior-Aaleniense inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella cf. cynocephala* Richard.

***Homoeorhynchia meridionalis***  
**(DESLONGCHAMPS, 1863)**  
(Lám. I, figs. 1a-c)

Material: 100J, 2225J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Valdearriño (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 101J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Torres (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 103J, 2221J, 2222J, 2223J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2226J, 2230J, 2231J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Alloza (Teruel).  
Fecha de ingreso: 29 de septiembre de 1942.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: D. Fernando Benito.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

***Homoeorhynchia? sp.***

Material: 48J, 2249J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Playa Lerín, Gijón (Asturias).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.

Material: 1907J, 2246J, 2247J, 2248J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Playa Lerín, Gijón (Asturias).  
Fecha de ingreso: 1984.

Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: S. Calzada.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Piarorhynchia* sp.

***Rhynchonellida* indet.**

Material: 1582J, 1583J, 1584J, 1585J, 1586J, 1587J, 2020J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.

Material: 1876J. Ejemplar en matriz.  
Procedencia: Mercadillo (Jaén).  
Fecha de ingreso: 1894.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonellidae* gen. indet.

Material: 1969J, 1977J, 1983J, 1984J, 1990J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Préjano (La Rioja).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Rhynchonella ruinosa?*  
Observaciones: El ejemplar 1984J está figurado en BATALLER (1931, Lám. I, figs. 5-6).

Material: 2053J. Ejemplar en matriz.  
Procedencia: Casa Capdevila, Figols (Barcelona).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: ¿Dogger?  
Antigua clasificación: *Rhynchonella* sp.

Material: 2057J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Valle del Portillo, Hortigüela (Burgos).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: ¿Dogger?  
Antigua clasificación: *Rhyn. concinna*, Sow.

**Orden SPIRIFERIDA WAAGEN, 1883**  
**Suborden SPIRIFERIDINA WAAGEN, 1883**  
**Superfamilia SPIRIFERINACEA DAVIDSON, 1884**  
**Familia SPIRIFERINIDAE DAVIDSON, 1884**

***Callospiriferina tumida* (VON BUCH, 1836)**  
(Lám. III, figs. 2a-c)

Material: 333J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Becerril (Palencia).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Material: 340J. Ejemplar mal conservado.  
Procedencia: La Pica (Soria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
Antigua clasificación: *Spiriferina tumida*, v. Buch.

Material: 342J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Judes (Soria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.

Material: 343J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Almonacid (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
Antigua clasificación: *Spiriferina tumida* von Buch.  
Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. II, fig. 11).

Material: 344J. Ejemplar mal conservado.  
Procedencia: Moncalvillo (Burgos).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
Antigua clasificación: *Spiriferina tumida*, v. Buch.

Material: 345J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Alava.  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
Antigua clasificación: *Spiriferina tumida* V. Buch.  
Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. II, fig. 12).

Material: 346J. Ejemplar mal conservado.  
Procedencia: Playa de Peñarrubia (Asturias).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
Antigua clasificación: *Spiriferina tumida*, v. Buch.

Material: 347J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Ciria (Soria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.

Material: 348J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Borobia (Navarra).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.

Material: 353J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Castrovido (Burgos).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina verrucosa* Von Buch.  
 Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. III, fig. 2).

Material: 354J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Pozazal (Cantabria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Material: 355J. Ejemplar casi completo.  
 Procedencia: Calcena (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina walcotti* Sowerby sp. var. *betacalcis* Quenst.  
 Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. III, fig. 4).

Material: 2044J, 2305J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Huerta de la Gallega (Ciudad Real).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata* Schlotheim.

***Liospiriferina falloti* (CORROY, 1927)**  
 (Lám. III, figs. 1a-c)

Material: 305J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Baños (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* Opper.  
 Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. I, fig. 1-2).

Material: 306J, 2302J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Entrambasaguas (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 307J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdearriño (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 308J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdemarín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 309J, 313J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 310J, 2306J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Valdecomadres (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* (Opper).

Material: 312J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Borobia (Navarra).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* var. *Falloti* (Opper y Corroy).

Material: 314J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Collado Carbonera (Camarasa, Lérida).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper var. *falloti*, Corroy.

Material: 315J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Lérida.  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper var. *falloti*, Corroy.

Material: 316J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Castellón.  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper var. *falloti*, Corroy.

Material: 317J. Ejemplar completo.

Procedencia: Obón (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper, var. *falloti*, Corroy.

Material: 318J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdearriño (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper var. *falloti*, Corroy.

Material: 320J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 321J. Molde interno.  
 Procedencia: Frías de Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense.

Material: 322J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Santa Bárbara-Montalbán (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 323J (ejemplar completo), 349J (molde interno).  
 Procedencia: Judes (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina tumida* Von Buch sp. var. *Haueri* Suess.  
 Observaciones: El ejemplar 349J está figurado por BATALLER (1931, Lám. III, fig. 1).

Material: 324J, 325J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Soria.  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper var. *falloti*, Corroy.

Material: 327J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Iruecha (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 328J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 329J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Majadas (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 330J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Lécera (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* var. *Falloti* Opper Corr.

Material: 331J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alfara (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opper, var. *falloti*, Corroy.

Material: 332J. Ejemplar deformado.  
 Procedencia: Gijón (Asturias).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* Opper var. *Falloti*.

Material: 334J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Iruecha (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 335J, 2294J, 2295J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Javalambre (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 336J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior-Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina nicklesi* Corroy.  
 Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. II, fig. 10).

Material: 337J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Camarasa (Lérida).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior-Toarciense inferior.

Material: 339J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Obón (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior-Toarciense inferior.

Material: 1324J, 2296J, 2297J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Zafrilla (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: Dirección de Aguas del ITGE.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferida* gen.indet.

Material: 1874J, 2301J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina*, Opperl.

Material: 1877J, 2308J, 2309J, 2310J, 2311J, 2312J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Valdecomadres-Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata* Schl.

Material: 1892J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Sierra del Madero (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina* sp.

Material: 1893J, 2315J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata*, Schl.

Material: 2006J. Ejemplar en matriz.  
 Procedencia: Playa de Lerín (Asturias).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata*, Zieten.

Material: 2025J, 2298J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense-Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* Opperl var. *falloti* Corroy.  
 Observaciones: El ejemplar 2025J está figurado por BATALLER (1931, Lám. I, fig. 15).

Material: 2026J. Ejemplar mal conservado.  
 Procedencia: Bujarrabal (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata*, Sow.

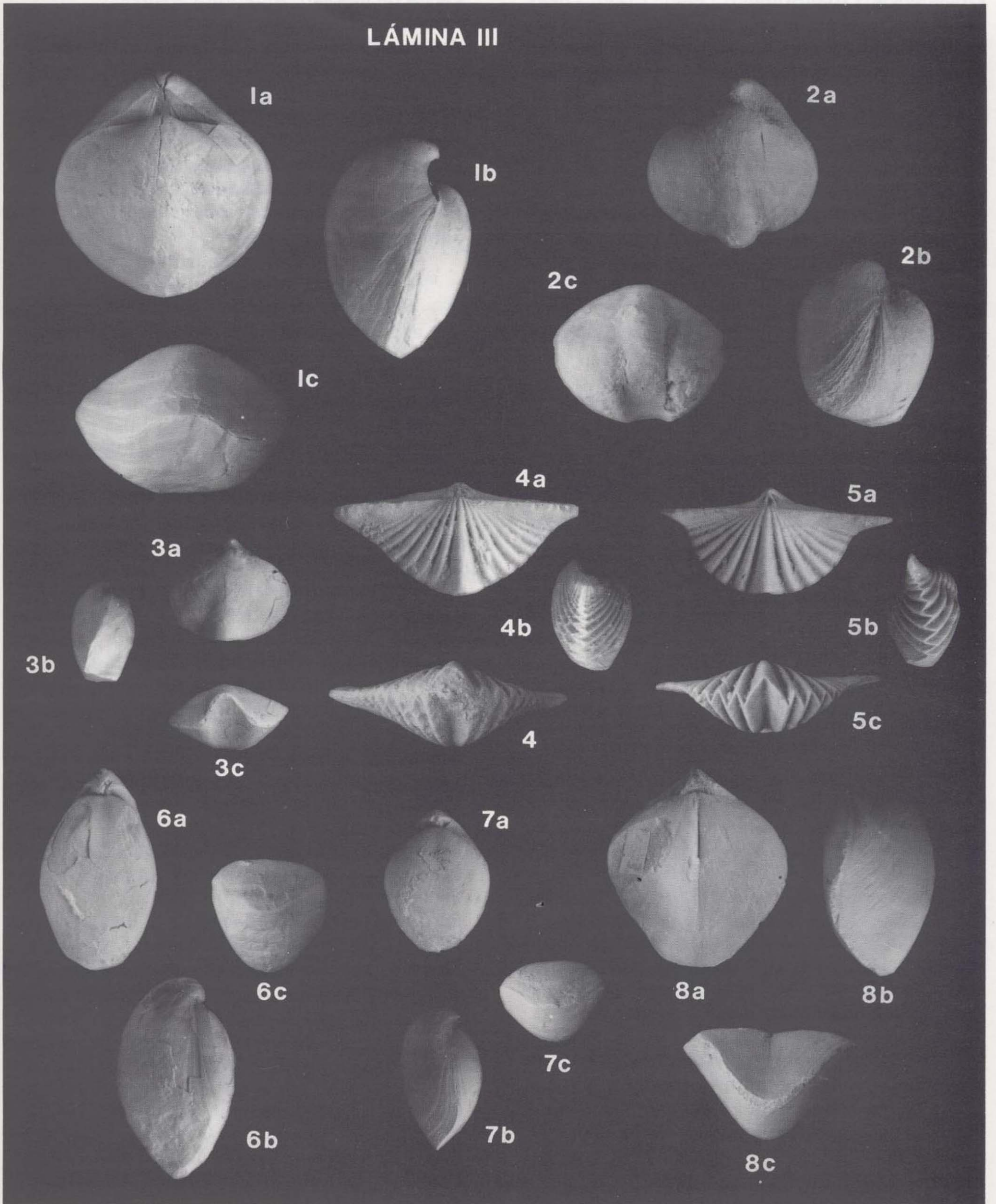
Material: 2058J. Ejemplar completo.

## LAMINA III

- Figura 1: *Liospiriferina falloti* (CORROY). Ejemplar 313J. Anchuela del Campo (Guadalajara). Pliensbachense superior-Toarciense inferior. x1.  
 Figura 2: *Callospiriferina tumida* (VON BUCH). Ejemplar 343J. Almonacid de la Cuba (Zaragoza). Pliensbachense. x1.  
 Figura 3: *Liospiriferina undulata* (SEGUENZA). Ejemplar 352J. Valdecomadres (Teruel). Toarciense inferior. x1.  
 Figura 4: *Spiriferina oxyptera* (BUVIGNIER). Ejemplar 358J. Almonacid (Zaragoza). Toarciense inferior. x1.  
 Figura 5: *Spiriferina oxyptera* (BUVIGNIER). Ejemplar 2774J. Ariño (Zaragoza). Toarciense inferior. x1.  
 Figura 6: *Aulacothyris iberica* (DUBAR). Ejemplar 2780J. El Coscojar (Albarracín, Teruel). Toarciense inferior. x1.  
 Figura 7: *Aulacothyris iberica* (DUBAR). Ejemplar 274J. Sierra de San Jorge (Camarasa, Lérida). Pliensbachense superior. x1.  
 Figura 8: *Aulacothyris resupinata* (SOWERBY). Ejemplar 2523J. Maranchón (Guadalajara). Pliensbachense superior-Toarciense inferior. x1.



LÁMINA III



Procedencia: Ciria (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* var. *falloti*.

Material: 2299J, 2300J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense-Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina alpina* v. Buch var. *Falloti* Corroy.

Material: 2329J, 2330J, 2331J, 2332J, 2333J, 2339J, 2340J. Valva peduncular.  
 Procedencia: Monte San Antón (Málaga).  
 Fecha de ingreso: Julio de 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: D. Navarro Díaz.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 2371J, 2372J, 2373J, 2374J, 2376J, 2377J, 2378J, 2379J, 2380J, 2382J, 2383J, 2384J, 2386J, 2387J, 2389J, 2390J, 2391J, 2392J, 2394J, 2395J, 2396J, 2397J, 2398J, 2399J, 2400J, 2401J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior (Zona Spinatum)-Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

***Liospiriferina undulata* (SEGUENZA, 1885)**  
 (Lám. III, figs. 3a-c)

Material: 350J. Molde interno.  
 Procedencia: Buanache de Alarcón (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 352J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdecomadres (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2307J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valdecomadres-Albarracín (Teruel).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata* Schl.

Material: 2375J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

***Spiriferina oxyptera* (BUVIGNIER, 1843)**  
 (Lám. III, figs. 4a-c, 5a-c)

Material: 358J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Almonacid (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 359J (ejemplar casi completo), 361J (ejemplar completo).  
 Procedencia: Josa (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 360J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alcaine (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Spiriferina oxyptera* Buvignier.  
 Observaciones: Ejemplar figurado por BATALLER (1931, Lám. III, fig. 10-11).

Material: 2774J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Ariño (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: M.J. Comas.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

**Spiriferinidae indet.**

Material: 2303J, 2304J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Huerta de la Gallega (Ciudad Real).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense-Toarciense.

Antigua clasificación: *Spiriferina rostrata* Schlotheim.

**Orden TEREBRATULIDA WAAGEN, 1883**  
**Suborden TEREBRATELLIDINA MUIR-WOOD, 1955**  
**Superfamilia ZEILLERACEA ROLLIER, 1915**  
**Familia ZEILLERIIDAE ROLLIER, 1915**

***Aulacothyris iberica* (DUBAR, 1931)**  
 (Lám. III, figs. 6a-c, 7a-c)

Material: 179J, 1927J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula (Microthyris) punctata*, Sowerby.

Material: 264J, 1383J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 265J, 2541J, 2542J, 2543J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 274J, 2471J, 2472J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Sierra de San Jorge, Camarasa (Lérida).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 275J, 2538J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Obón (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 297J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Villar de Cobeta (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 1355J, 1356J, 1357J, 1358J, 1359J, 1360J, 1361J, 1362J, 1363J, 1364J, 1365J, 1366J, 1367J, 1368J, 1369J, 1370J, 1371J, 1444J, 1445J,

1446J, 1447J, 1448J, 1449J, 1450J, 1451J, 1452J, 2051J.  
 Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula utiformis* Rollier.

Material: 2779J, 2780J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: El Coscojar (Albarracín, Teruel).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: M. J. Comas.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

***Aulacothyris resupinata* (SOWERBY, 1824)**  
 (Lám. III, figs. 8a-c)

Material: 49J, 50J, 1032J, 1384J, 1385J, 1386J, 1387J, 2529J. Ejemplares juveniles.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Waldheimia carinata* Sowerby.  
 Observaciones: El ejemplar 1032J está figurado por CASTELL *et al.*, (1956, Lám. V, fig. 2).

Material: 232J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Cardó (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 233J, 1382J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Maduedano (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 271J, 1396J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Barahona (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Aulacothyris agnata*, Rollier.

Material: 272J. Ejemplar completo.



Procedencia: Sierra de San Jorge, Camarasa (Lérida).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 278J, 2546J, 2547J, 2548J. Ejemplares juveniles.  
Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 2424J, 2428J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 2523J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Waldheimia resupinata* Sowerby.  
Observaciones: Ejemplar figurado por CASTELL *et al.*, (1956, Lám. IV, fig. 4).

***Plesiothyris verneuili* (DESLONGCHAMPS, 1863)**  
(Lám. IV, figs. 2a-c, 3a-c)

Material: 223J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Santander (Cantabria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior (Zona Margaritatus).

Material: 237J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria quadrifida*.

Material: 1027J, 2474J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Obón (Teruel).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 2776J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Obón (Teruel).  
Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: M. J. Comas.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior (Zona Stokesi).

***Zeilleria (Cincta) numismalis* (LAMARCK, 1819)**  
(Lám. IV, figs. 1a-c, 4a-c)

Material: 194J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Moyuela (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Material: 222J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Material: 227J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Gijón (Asturias).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense.  
Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) verneuilli*, Deslong.

***Zeilleria (Zeilleria) darwini* (DESLONGCHAMPS, 1863)**

Material: 1025J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior?.  
Antigua clasificación: *Waldheimia darwini* Deslongchamps.  
Observaciones: El ejemplar 1025J está figurado por CASTELL *et al.*, (1956, Lám. IV, fig. 2).

***Zeilleria (Zeilleria) cf. darwini* (DESLONGCHAMPS, 1863)**

Material: 2527J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: J. de la Revilla.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.  
Antigua clasificación: *Waldheimia darwini* Deslongchamps.

***Zeilleria (Zeilleria) indentata* (SOWERBY, 1824)**

Material: 173J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Josa (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

Material: 177J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cañete (Cuenca).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.

***Zeilleria (Zeilleria) cf. indentata* (SOWERBY, 1824)**

Material: 1393J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria cf. jauberti* Desl.

***Zeilleria (Zeilleria) lycetti* (DAVIDSON, 1851)**  
(Lám. IV, figs. 7a-c)

Material: 230J. Ejemplar casi completo.  
Procedencia: Frías (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 1024J, 2476J. Ejemplares casi completos.  
Procedencia: Mont Roig, Camarasa (Lérida).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense.

***Zeilleria (Zeilleria) cf. mariae* (D'ORBIGNY, 1850)**

Material: 202J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cueva del Barón, Almonacid (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) subvoides* Romer.

Material: 319J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Becerril del Campo (Palencia).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria lagenalis* Schlotheim.

***Zeilleria (Zeilleria) mariae meridiana* (DELANCE, 1974)**

Material: 175J, 1381J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Arnedillo (La Rioja).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.

Material: 242J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Collada Carbonera (Lérida).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) cornuta*, Sowerby.

Material: 2041J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Collada Carbonera (Lérida).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) cornuta*, Sowerby.

***Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMARCK, 1819)**  
(Lám. IV, figs. 8a-c, 9a-c, 10a-c, 11a-c)

Material: 234J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Becerril del Campo (Palencia).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
Observaciones: morfología *cuadricornea*.

Material: 235J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Sierra del Madero (Soria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-Toarciense inferior.  
Observaciones: morfología *cuadricornea*.

Material: 236J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Barcenilla (Cantabria).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *cuadricornea*.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria quadrifida*.

Material: 238J, 1380J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Bodegón Alto, Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *cuadricornea*.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria quadrifida*, Lam.

Material: 239J, 2019J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Lécera (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *cuadricornea*.

Material: 240J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *cuadricornea*.

Material: 241J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *bicornea*.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) cornuta*, Sowerby.

Material: 247J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Pozazal (Cantabria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *cuadricornea*.

Material: 295J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Longares (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: morfología *bicornea*.

Material: 1871J, 2000J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *bicornea*.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) cornuta*, Sowerby.

Material: 1880J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Longares (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *bicornea*.

Material: 2045J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Longares (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior.  
 Observaciones: Morfología *bicornea*.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria cornuta*, Sowerby.

## LAMINA IV

- Figura 1: *Zeilleria (Cincta) numismalis* (LAMARCK). Ejemplar 227J. Gijón (Asturias). Pliensbachiense inferior. x1.  
 Figura 2: *Plesiothyris verneuili* (DESLONGCHAMPS). Ejemplar 1027J. Obón (Teruel). Pliensbachiense superior. x1.  
 Figura 3: *Plesiothyris verneuili* (DESLONGCHAMPS). Ejemplar 2776J. Obón (Teruel). Pliensbachiense superior. x1.  
 Figura 4: *Zeilleria (Cincta) numismalis* (LAMARCK). Ejemplar 194J. Moyuela (Zaragoza). Pliensbachiense inferior. x1.  
 Figura 5: *Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis culeiformis* (ROLLIER). Ejemplar 2475J. Cañete (Cuenca). Pliensbachiense superior. x1.  
 Figura 6: *Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis culeiformis* (ROLLIER). Ejemplar 1023J. Arnedillo (La Rioja). Pliensbachiense superior. x1.  
 Figura 7: *Zeilleria (Zeilleria) lycetti* (DAVIDSON). Ejemplar 2476J. Mont Roig, Camarasa (Lérida). Toarciense. x1.  
 Figura 8: *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMARCK). Ejemplar 2777J. El Coscojar (Albarracín, Teruel). Pliensbachiense superior. x1.  
 Figura 9: *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMARCK). Ejemplar 2775J. Turmiel (Guadalajara). Pliensbachiense superior. x1.  
 Figura 10: *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMARCK). Ejemplar 234J. Becerril del Campo (Palencia). Pliensbachiense superior-  
 Toarciense inferior. x1.  
 Figura 11: *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMARCK). Ejemplar 2778J. Almonacid de la Cuba (Zaragoza). Pliensbachiense superior. x1.

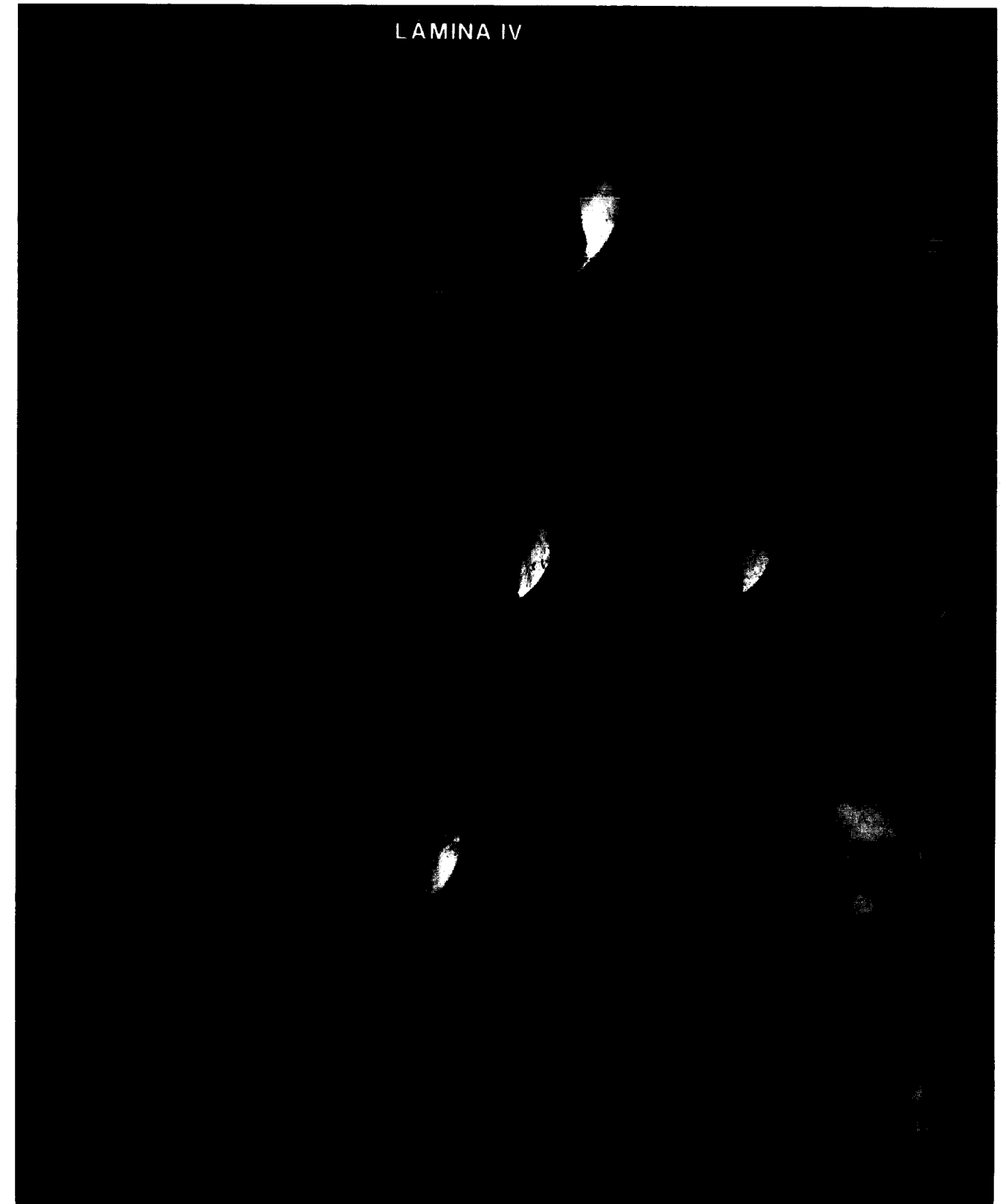
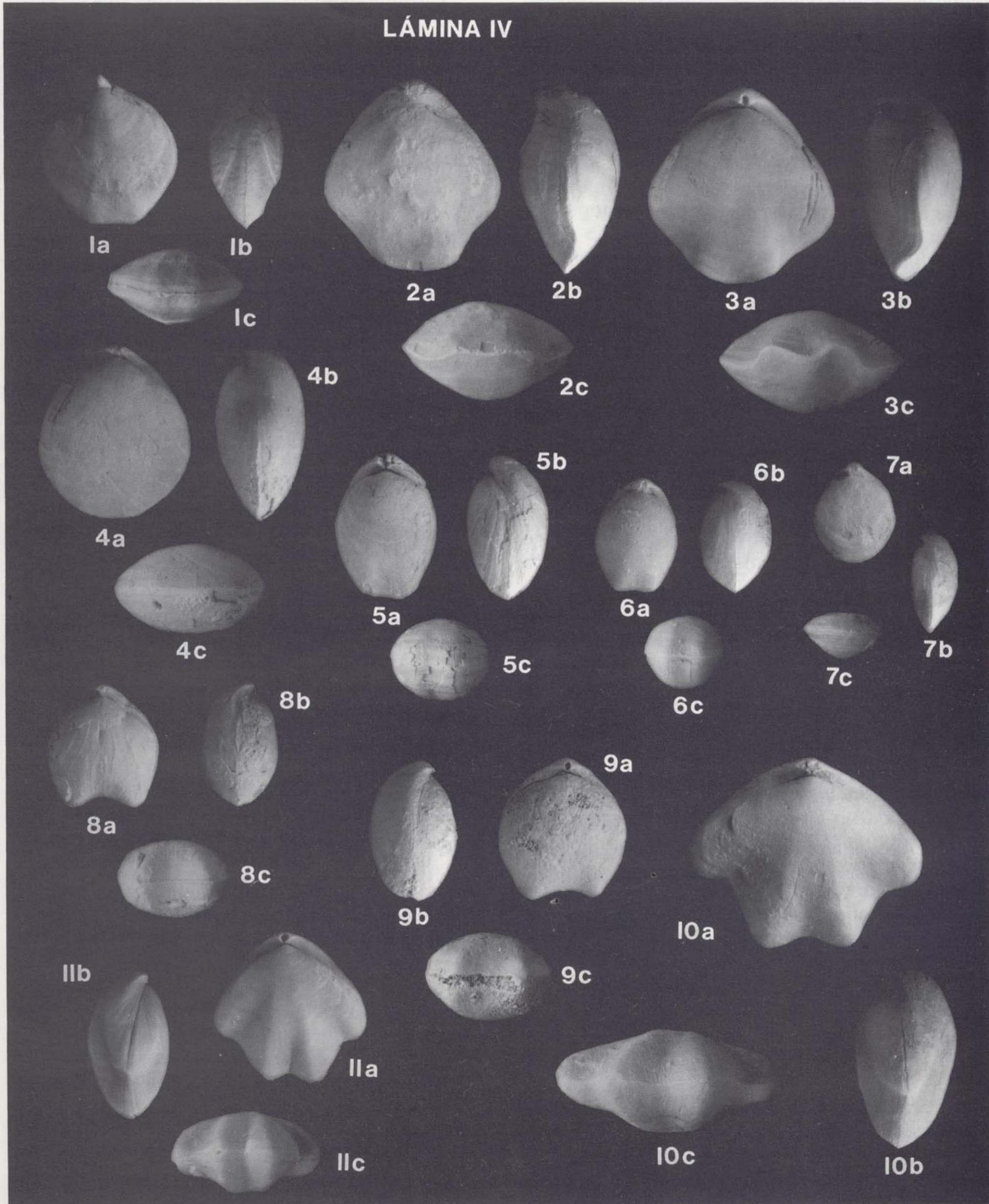


LÁMINA IV



Material: 2350J, 2351J, 2352J, 2353J, 2354J, 2355J, 2356J, 2357J, 2358J, 2359J, 2360J, 2361J, 2362J, 2363J, 2364J, 2365J, 2366J, 2367J, 2368J, 2369J, 2370J, 2381J, 2385J, 2388J, 2393J, 2405J, 2409J, 2410J, 2412J, 2417J, 2419J, 2420J, 2422J, 2423J, 2429J, 2430J, 2432J, 2441J, 2442J, 2443J, 2444J, 2446J, 2447J, 2448J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior (Zona Spinatum).

Material: 2775J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Turmiel (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: M. J. Comas.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior (Zona Spinatum).  
 Observaciones: Morfología *bicornea*.

Material: 2777J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: El Coscojar (Albarracín, Teruel).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: M. J. Comas.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior (Zona Spinatum).  
 Observaciones: Morfología *bicornea*.

Material: 2778J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Almonacid de la Cuba (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: M. J. Comas.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior (Zona Spinatum).  
 Observaciones: Morfología *cuadricornea*.

***Zeilleria (Zeilleria) roemeri*  
(SCHLOENBACH, 1863)**

Material: 260J, 2533J, 2534J, 2535J, 2536J. Ejemplares fragmentarios.  
 Procedencia: Cherta (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.

***Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis*  
(D'ORBIGNY, 1850)**

Material: 2525J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula bimammata* Rothpl.  
 Observaciones: Ejemplar figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. III, fig. 4).

***Zeilleria (Zeilleria) cf. sarthacensis*  
(D'ORBIGNY, 1850)**

Material: 244J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Arnedillo (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) cornuta*, Sowerby.

***Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis culeiformis*  
(ROLLIER, 1919)  
(Lám. IV, figs. 5a-c)**

Material: 174J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) indentata*, Sowerby.

Material: 176J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Entrambasaguas (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 1023J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Arnedillo (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 2475J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Cañete (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

***Zeilleria (Zeilleria) cf. sarthacensis culeiformis*  
(ROLLIER, 1919)**

Material: 289J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata?* Sowerby.

**Zeilleriidae indet.**

Material: 1026J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula bimammata*, Roth.

Material: 2334J, 2341J, 2342J, 2343J. Moldes internos.  
 Procedencia: Monte San Antón (Málaga).  
 Fecha de ingreso: Julio de 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: D. Navarro.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

**Suborden TEREBRATULIDINA GRAY, 1840  
 Superfamilia TEREBRATULACEA GRAY, 1840  
 Familia TEREBRATULIDAE GRAY, 1840  
 Subfamilia TEREBRATULINAE GRAY, 1840**

***Cuersithyris davidsoni* (HAIME, 1855)  
(Lám. V, figs. 1a-c)**

Material: 204J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alava.  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.

Material: 266J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.

Material: 270J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Aulacothyris agnata*, Rollier.

Material: 1343J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Junto a Font del Lila, Masboquera (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria Radstockensis* Roll.

Material: 1443J, 2468J, 2469J, 2470J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Honrubia de la Cuesta (Segovia).  
 Fecha de ingreso: 1947.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subovoides*.

Material: 2037J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Junto a Font del Irla, Mas Boquera (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Aulacothyris agnata*, Rollier.

Material: 2540J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Cherta (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: Marín-Almela.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria radstockiensis* Davidson.

***Cuersithyris gijonensis* (DUBAR, 1925)  
(Lám. V, figs. 2a-c)**

Material: 184J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Playa de Peñarrubia, Gijón (Asturias).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Sinemuriense superior-Pliensbachense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula (Microthyris) punctata*, Sowerby.

***Cuersithyris cf. gijonensis* (DUBAR, 1925)**

Material: 1795J, 1796J, 1888J, 1915J. Ejemplares completos.

Procedencia: Muro de Aguas, Ambas Aguas (La Rioja).

Fecha de ingreso: Anterior a 1900.

Posición estratigráfica: Sinemuriense superior-Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *T. punctata* (Sow.).

***Cuersithyris radstockiensis* (DAVIDSON, 1876)**

Material: 185J. Ejemplar completo.

Procedencia: Almonacid (Zaragoza).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *Terebratula (Microthyris) punctata*, Sowerby.

Material: 269J. Ejemplar completo.

Procedencia: Font de Irla, Mas Boquera (Tarragona).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Material: 1028J, 2539J. Ejemplares completos.

Procedencia: Desconocida.

Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Material: 1328J, 1329J, 1330J, 1331J, 1332J, 1333J, 1334J, 1335J, 1336J, 1344J, 1345J, 1346J, 1347J, 1349J, 1350J, 2023J, 2049J. Ejemplares completos.

Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).

Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *Zeilleria Radstockiensis* Dav.

Material: 1337J, 1338J, 1339J, 1340J, 1341J, 1342J, 2022J. Ejemplares completos.

Procedencia: Junto a Font del Irla, Mas Boquera (Tarragona).

Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *Zeilleria Radstockensis*.

Material: 1395J. Ejemplar completo.

Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).

Fecha de ingreso: Anterior a 1940.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *Aulacothyris agnata*, Rollier.

Material: 1397J, 1567J, 1568J, 1569J, 1570J, 1571J, 1894J. Ejemplares completos.

Procedencia: Junto a Font del Irla, Mas Boquera (Tarragona).

Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *Aulacothyris agnata* Rollier.

Material: 1543J. Ejemplar completo.

Procedencia: Arnedillo (La Rioja).

Fecha de ingreso: Desconocida.

Posición estratigráfica: Pliensbachiense inferior.

Antigua clasificación: *T. punctata* (Sow.).

Material: 1572J, 1573J, 1574J, 1575J, 1576J,

## LAMINA V

Figura 1: *Cuersithyris davidsoni* (HAIME). Ejemplar 2470J. Honrubia de la Cuesta (Segovia). Pliensbachiense inferior. x1.

Figura 2: *Cuersithyris gijonensis* (DUBAR). Ejemplar 184J. Playa de Peñarrubia (Gijón, Asturias). Sinemuriense superior-Pliensbachiense inferior. x1.

Figura 3: *Lobothyris arcta* (DUBAR). Ejemplar 2611J. Villar de Cobeta (Guadalajara). Toarciense inferior. x1.

Figura 4: *Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON). Ejemplar 186J. Provincia de Soria. Pliensbachiense. x1.

Figura 5: *Ferrithyris millenaria* (DUMORTIER). Ejemplar 1922J. Obón (Teruel). Toarciense. x1.

Figura 6: *Sphaeroidothyris decipiens* (CHOFFAT). Ejemplar 298J. Malanquilla (Zaragoza). Toarciense inferior. x1.

Figura 7: *Stroudithyris stephanoides* ALMERAS y MOULAN. Ejemplar 190J. Obón (Teruel). Toarciense. x1.

Figura 8: *Telothyris jauberti* (DESLONGCHAMPS). Ejemplar 2532J. Maranchón (Guadalajara). Toarciense superior. x1.

Figura 9: *Sphaeroidothyris vari* (ROLLIER). Ejemplar 224J. Ciruelos (Guadalajara). Toarciense superior. x1.

Figura 10: *Stroudithyris infraoolithica* (DESLONGCHAMPS). Ejemplar 1030J. Las Lomillas (Josa, Teruel). Toarciense. x1.

Figura 11: *Telothyris pyrenaica* (DUBAR). Ejemplar 283J. Valtablada de Beteta (Cuenca). Toarciense inferior. x1.

En todos los ejemplares: a) vista dorsal; b) vista lateral; c) vista frontal.

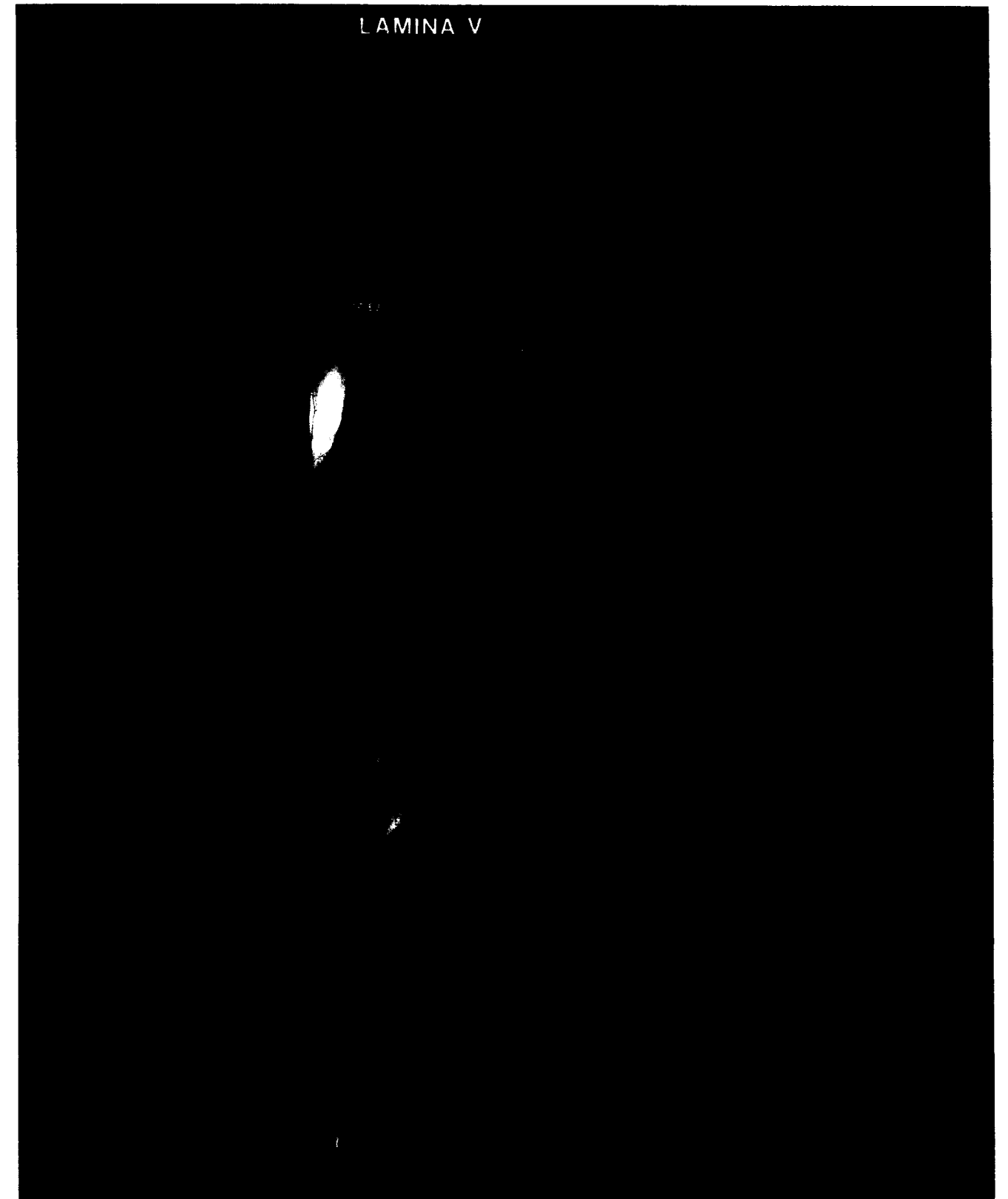
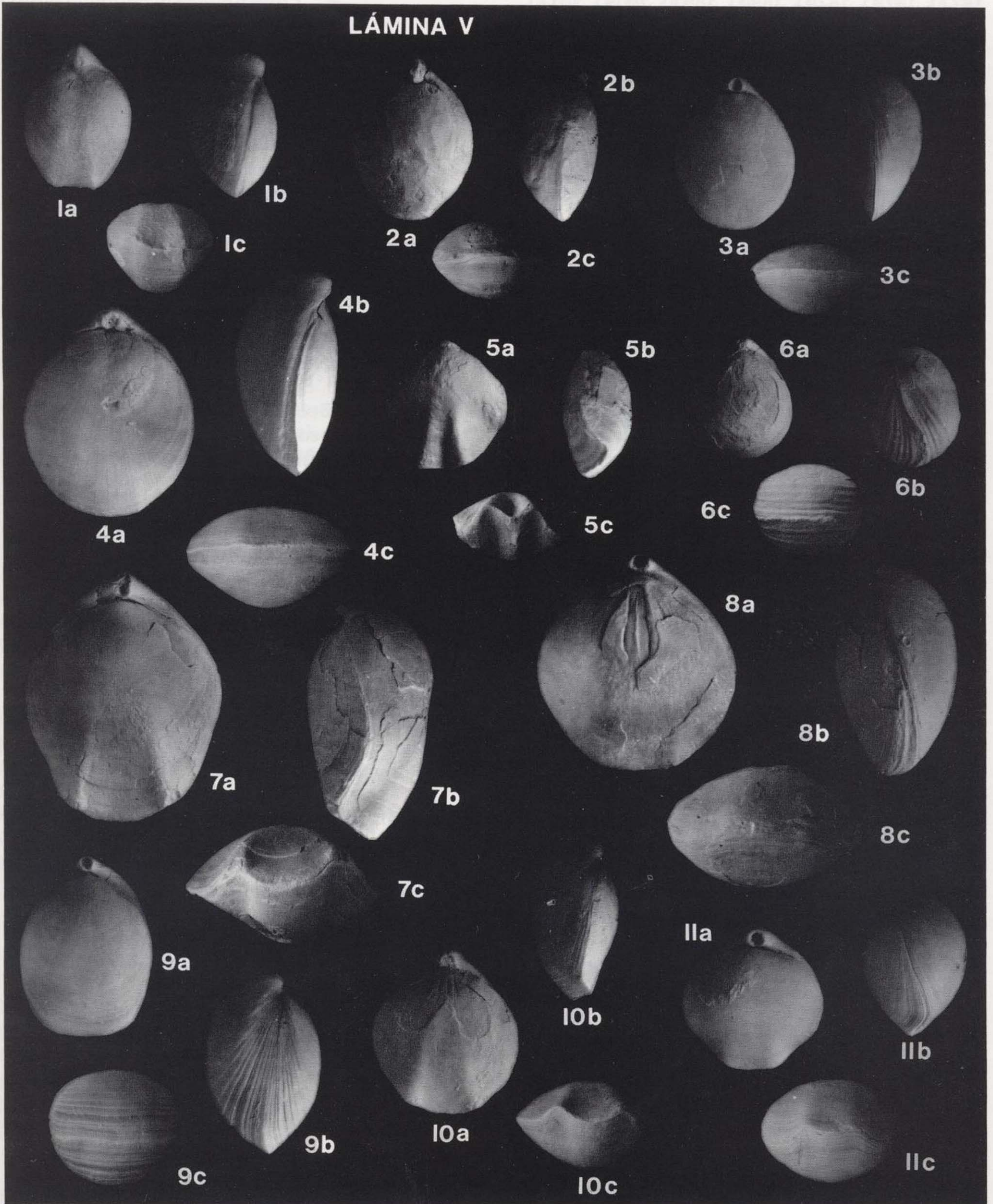


LÁMINA V



1577J, 1578J, 1579J, 1580J, 1581J, 2008J, 2017J.  
Ejemplares completos.  
Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
Antigua clasificación: *Aulacothyris agnata* Rollier.

Material: 1885J, 1935J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Préjano (La Rioja).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula florella*.

Material: 1924J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cherta (Tarragona).  
Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
Forma de ingreso: Recolección.  
Fuente de ingreso: A. Marín y A. Almela.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria radstockiensis* Davidson.

***Cuersithyris cf. radstockiensis* (DAVIDSON, 1876)**

Material: 192J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cardó (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.

Material: 1537J, 1540J, 1541J, 1542J, 2048J.  
Ejemplares completos.  
Procedencia: Arnedillo (La Rioja).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
Antigua clasificación: *T. punctata* (Sow.).

Material: 1559J, 1560J, 1561J, 1562J, 1563J, 1564J, 1777J, 1778J, 1779J, 1870J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
Antigua clasificación: *T. punctata* Sow.

Material: 1883J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Alava?.  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense inferior.  
Antigua clasificación: *Callospiriferina tumida* (VON BUCH 1836).

***Cuersithyris sp.***

Material: 1029J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Desconocida.  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

***Lobothyris arcta* (DUBAR, 1931)**  
(Lám. V, figs. 3a-c)

Material: 180J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Torres (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 286J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Becerril (Palencia).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense superior.

Material: 287J. Ejemplar casi completo.  
Procedencia: Villar de Cobeta (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 288J, 1549J, 1550J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Longares (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sowerby, var. *arcta*, Dubar.

Material: 302J, 2537J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Baños (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 303J, 1394J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Albarracín (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Zeilleria cf. jauberti* Desl.

Material: 1327J, 1937J, 1938J, 1939J, 1940J, 1941J, 1942J, 1943J, 1944J, 1945J, 1946J, 1947J, 1948J, 1949J, 1951J, 1952J, 1953J, 1954J, 1955J, 1956J, 1957J, 1958J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Zafrilla (Cuenca).  
Fecha de ingreso: Junio 1996.

Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: Dirección de Aguas del ITGE.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1785J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Pinilla del Olmo (Soria).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sow.

Material: 1787J, 1789J, 1790J, 1791J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Olmedillas (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula Punctata*, Sow.

Material: 2484J. Ejemplar fragmentario.  
Procedencia: Moyuela (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2611J, 2612J, 2613J, 2614J, 2616J, 2617J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Villar de Cobeta (Guadalajara).  
Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: F. Uruñuela.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 2781J, 2782J, 2783J, 2784J, 2785J.  
Ejemplares completos.  
Procedencia: Sierra Palomera (Teruel).  
Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: M. J. Comas.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

***Lobothyris edwardsii* (DAVIDSON, 1851)**

Material: 1453J, 1455J, 1456J, 1898J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Junto a Font del Irla, Mas Boquera (Tarragona).  
Fecha de ingreso: Desconocida.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *T. Edwardsii* Dav.

Material: 2408J, 2411J, 2414J, 2415J, 2416J,

2418J, 2425J, 2427J, 2431J, 2433J, 2434J, 2435J, 2436J, 2437J, 2438J, 2439J, 2440J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

***Lobothyris hispanica* (DUBAR, 1931)**

Material: 301J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Aguilón (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata hispanica*, Dubar, 1931.

Material: 2407J, 2413J, 2426J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
Forma de ingreso: Donación.  
Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

***Lobothyris punctata* (SOWERBY, 1812)**

Material: 182J, 291J, 1792J. Ejemplares completos.  
Procedencia: Obón (Teruel).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Toarciense.  
Antigua clasificación: *Terebratula punctata* (Sow.).

Material: 183J. Molde interno.  
Procedencia: Barahona (Soria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Material: 226J. Ejemplar completo.  
Procedencia: Cabuérniga (Cantabria).  
Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sowerby.

Material: 267J. Ejemplar completo.

Procedencia: Mas Boquera (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sowerby.

Material: 1529J, 1530J, 1531J, 1533J, 1869J.  
 Ejemplares completos.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Edwardsii*.

Material: 1538J, 1539J, 1544J, 1545J, 1546J, 1547J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Arnedillo (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *T. punctata* (Sow.).

Material: 1786J, 1887J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Soria.  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *Terebr. punctata*, Dav.

Material: 2011J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *T. punctata*, Sow.

***Lobothyris cf. punctata* (SOWERBY, 1812)**

Material: 1532J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Edwardsii*.

Material: 1793J, 1794J, 1923J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Muro de Aguas, Ambas Aguas (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *T. punctata* (Sow.).

***Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON, 1851)**  
 (Lám. V, figs. 4a-c)

Material: 172J. Ejemplar casi completo.

Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Material: 181J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alaló (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Material: 186J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Soria.  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Material: 187J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Longares (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula (Microthyris) punctata*, Sowerby.

Material: 191J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Torrecilla (La Rioja).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.

Material: 205J. Ejemplar mal conservado.  
 Procedencia: Ricla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata*, Dav.

Material: 290J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sowerby.

Material: 1388J, 1389J, 2005J. Ejemplares mal conservados.  
 Procedencia: Cañavellida, Moyuela (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Subpunctata* (Deslong.).

Material: 1784J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.

Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *T. punctata*, Sow.

Material: 1788J, 2052J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Olmedillas (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Punctata*, Sow.

Material: 1895J, 1931J, 1933J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Luzón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata* Sow.

Material: 1916J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Renieblas (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata*, Dav.

Material: 1918J, 1928J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: La Riva (Soria).  
 Fecha de ingreso: 1958.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Dav.

Material: 1919J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Aldeapozo La Pica (Soria).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1950.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subovooides* Roemer.

Material: 1929J, 1930J, 2029J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: La Rioja.  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Ter. subpunctata* (Dav.).

Material: 2027J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Pinilla del Olmo (Soria).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sow.

Material: 2421J. Ejemplar completo.

Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum).

***Lobothyris cf. subpunctata* (DAVIDSON, 1851)**

Material: 1926J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Anchuela del Campo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula (Microthyris) punctata*, Sowerby.

***Lobothyris subpunctata?* (DAVIDSON, 1851)**

Material: 1348J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria Radstockiensis* Sowerby.

***Ferrithyris millenaria* (DUMORTIER, 1874)**  
 (Lám. V, figs. 5a-c)

Material: 1922J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Obón (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 1958.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula verneuilli* Desl.

***Sphaeroidothyris decipiens* (DESLONGCHAMPS, 1873)**  
 (Lám. V, figs. 6a-c)

Material: 298J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Malanquilla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1031J, 2001J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Guadalaviar (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.



***Sphaeridothyris dubari* DELANCE, 1969**

Material: 200J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valtablada de Beteta (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1392J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Gos (Lérida).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria jauberti*, Desl.

Material: 1552J, 1555J, 2021J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Picara, Tierzo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Jauberti* Desl.

***Sphaeridothyris cf. perfida* (CHOFFAT, 1947)**

Material: 1551J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Picara, Tierzo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Jauberti* Desl.

Material: 2615J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Villar de Cobeta (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: F. Uruñuela.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

***Sphaeridothyris vari* (ROLLIER, 1918)  
(Lám. V, figs. 7a-c)**

Material: 190J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Obón (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 193J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Guadalaviar (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 276J. Ejemplar mal conservado.

Procedencia: Els Dedals, Vandellós (Tarragona).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata*, Dav.

Material: 1021J, 2526J. Ejemplares casi completos.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula perfida* Choffat.  
 Observaciones: El ejemplar 2526J está figurado por CASTELL *et al.* (1956, Lám. IV, fig. 1).

Material: 2012J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subvoides* Römer.

***Sphaeridothyris?* sp.**

Material: 1548J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Olmedillas (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata* Sow.

Material: 1783J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *T. punctata*, Sow.

Material: 1932J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Luzón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata* Sow.

***Stroudithyris infraoolithica*  
(DESLONGCHAMPS, 1871)  
(Lám. V, figs. 9a-c)**

Material: 201J. Ejemplar completo.

Procedencia: Las Lomillas, Josa (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 224J, 1872J, 2473J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Ciruelos (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 225J. Ejemplar casi completo.  
 Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 285J. Ejemplar casi completo.  
 Procedencia: Valdemeca (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 1020J, 2491J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

***Stroudithyris cf. infraoolithica* (DESLONG-  
CHAMPS, 1871)**

Material: 1781J, 1782J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *T. punctata*, Sow.

***Stroudithyris stephanoides*  
ALMERAS y MOULAN, 1982  
(Lám. V, figs. 8a-c)**

Material: 1022J, 2532J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula submaxillata*, Davidson.  
 Observaciones: El ejemplar 1022J está figurado en CASTELL *et al.*, (1956, Lám. III, fig. 3).

Material: 1351J, 1352J, 1353J, 1354J, 2014J.

Ejemplares completos.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.  
 Antigua clasificación: *Ter. intermedia*.

Material: 1411J, 1412J, 1413J, 1414J, 1415J.  
 Ejemplares completos.  
 Procedencia: Abanco (Soria).  
 Fecha de ingreso: Octubre de 1995.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: D. de Pablo.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 1535J, 1536J, 1920J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Camino de Orihuela a Peracense (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 1958.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula Verneuilli*, Desl.

Material: 1868J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Josa (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Ter. perovalis* Sow.

Material: 1925J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Royuela (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 1950.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria Verneuilli* (Deslong.).

Material: 1934J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Luzón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula subpunctata* Sow.

Material: 2047J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alcolea del Pinar-Bujarrabal (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula biplicata*, Sow.

Material: 2402J, 2403J, 2445J. Ejemplares completos.

Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

Material: 2549J, 2550J, 2551J, 2552J, 2553J, 2554J, 2555J, 2556J, 2557J, 2558J, 2559J, 2560J, 2561J, 2562J, 2563J, 2564J, 2565J, 2566J, 2567J, 2568J, 2569J, 2570J, 2571J, 2572, 2573J, 2574J, 2575J, 2576J, 2577J, 2578J, 2579J, 2580J, 2581J, 2582J, 2583J, 2584J, 2585J, 2586J, 2587J, 2588J, 2589J, 2590J, 2591J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Ribarredonda (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Junio de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: F. Uruñuela.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

***Stroudithyris stephanoides?*  
 ALMERAS y MOULAN, 1982**

Material: 300J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense superior.

***Telothyris jauberti* (DESLONGCHAMPS, 1863)  
 (Lám. V, figs. 10a-c)**

Material: 196J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Gos (Lérida).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria jauberti*, Desl.

Material: 229J, 1959J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Palazuelo (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria lycetti*, Dav.

Material: 1030J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Las Lomillas, Josa (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 1489J, 1490J, 1491J, 1492J, 1493J, 1494J, 1495J, 1496J, 1497J, 1500J, 1501J, 1504J, 1505J, 1506J, 1507J, 1508J, 1509J, 1510J, 1511J,

1515J, 1516J, 1517J, 1518J, 1519J, 1520J, 1521J, 1523J, 1524J, 1525J, 1526J, 1527J, 2007J.  
 Procedencia: Cuesta de Lacada, Santa Cruz de Moya (Cuenca)  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula* sp.

Material: 1896J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Olmedillas (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata* Sow.

Material: 2004J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Las Lomillas, Josa (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 2018J. Ejemplar mal conservado.  
 Procedencia: Bujarrabal (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula jauberti* Desl.

Material: 2055J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Soria.  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula submaxillata*, Dav.

Material: 2404J, 2406J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Moneva (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Mayo de 1997.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: A. Rodrigo.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

***Telothyris jauberti?* (DESLONGCHAMPS, 1863)**

Material: 1556J, 1917J. Formas juveniles.  
 Procedencia: Camino de Cella a Monterde (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 1950.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula jauberti*.

***Telothyris pyrenaica* (DUBAR, 1931)  
 (Lám. V, figs. 11a-c)**

Material: 195J, 1390J, 1391J. Ejemplares completos.

Procedencia: Cerro de Miravete (Huesca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria jauberti*, Deslong-champs.

Material: 197J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Baños (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 199J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Alaló (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 206J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Barahona (Soria).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 283J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Valtablada de Beteta (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 304J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Malanguilla (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1528J. Ejemplar mal conservado.  
 Procedencia: Soria.  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula submaxillata*, Dav.

Material: 1553J, 1554J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Picara, Tierzo (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula jauberti* Desl.

Material: 1558J, 1921J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Valdecomadres-Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 1958.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula jauberti*, Desl.

Material: 1891J. Ejemplar completo.

Procedencia: Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria jauberti*, Deslong-champs.

Material: 2031J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Beteta (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria jauberti*, Desl., var. *leymeriei*, Dubar.

***Telothyris* sp.**

Material: 231J (ejemplar completo), 1018J, 1960J, 1961J, 1962J, 1963J, 2485J. Ejemplares fragmentarios.  
 Procedencia: Moyuela (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 248J. Molde externo deformado.  
 Procedencia: Anchuela (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.

Material: 1019J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Waldheimia lycetti* Davidson.  
 Observaciones: Ejemplar figurado por CASTELL *et al.*, (1956, Lám. V, fig. 1).

Material: 2490J, 2522J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).  
 Fecha de ingreso: En torno a 1955.  
 Forma de ingreso: Recolección.  
 Fuente de ingreso: J. de la Revilla.  
 Posición estratigráfica: Toarciense inferior.  
 Antigua clasificación: *Waldheimia lycetti* Davidson.

**Terebratulidae indet.**

Material: 178J. Ejemplar completo.

Procedencia: Villar de Humo (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula punctata*, Sowerby.

Material: 203J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Frías de Albarracín (Teruel).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) subvoides* Rom.

Material: 1488J, 1498J, 1499J, 1502J, 1503J, 1513J, 1514J, 1522J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Cuesta de Lacada, Santa Cruz de Moya (Cuenca)  
 Fecha de ingreso: Desconocida.  
 Posición estratigráfica: Jurásico Inferior.  
 Antigua clasificación: *Terebratula* sp.

Material: 1557J. Forma juvenil.  
 Procedencia: Camino de Cella a Monterde (Teruel).  
 Fecha de ingreso: 1950.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Terebratula jauberti*.

Material: 1780J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Becerril (Palencia).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1900.  
 Posición estratigráfica: Pliensbachense.  
 Antigua clasificación: *T. punctata*, Sow.

Material: 1936J, 1950J. Ejemplares completos.  
 Procedencia: Zafrilla (Cuenca).  
 Fecha de ingreso: Junio 1996.  
 Forma de ingreso: Donación.  
 Fuente de ingreso: Dirección de Aguas.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

Material: 2030J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Cueva del Barón, Almonacid (Zaragoza).  
 Fecha de ingreso: Anterior a 1940.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.  
 Antigua clasificación: *Zeilleria (Microthyris) cornuta*, Rom.

Material: 2524J. Ejemplar completo.  
 Procedencia: Maranchón (Guadalajara).

Fecha de ingreso: 1958.  
 Posición estratigráfica: Toarciense.

## RESULTADOS

Se ha realizado una revisión taxonómica y bioestratigráfica de la colección de braquiópodos españoles del Jurásico Inferior depositada en el Museo Geominero. Se han revisado 1102 ejemplares agrupados en tres órdenes, cuatro superfamilias, cinco familias, 23 géneros y 59 especies procedentes de 98 localidades de la Península Ibérica. Se han identificado 362 rinconélidos procedentes de la Cordillera Ibérica, 37 de Catalánides, 24 de Cantábrica y 16 de las Béticas (Tabla 1); 96 espiriféridos de la Ibérica, 3 de Catalánides, 5 de Cantábrica y 7 de las Béticas (Tabla 2); 104 zeilléridos de la Ibérica, 51 de Catalánides, 6 de Cantábrica y 10 de las Béticas (Tabla 3); y 289 terebratúlidos (excluyendo a los zeilléridos) de la Ibérica, 64 de Catalánides y 24 de Cantábrica (Tabla 4). Es significativa la ausencia de terebratúlidos en las Béticas. En total, se han determinado 434 rinconélidos, 113 espiriféridos, 165 zeilléridos y 390 terebratúlidos. Entre los ejemplares estudiados se ha encontrado un total de 21 figurados y 2 holotipos. Se han modificado numerosas determinaciones taxonómicas previas, así como atribuciones bioestratigráficas equivocadas o poco precisas.

Los ejemplares con siglas 1388J, 1389J y 2005J son los más antiguos que componen la colección, tal y como lo atestigua la etiqueta que los acompaña y que tiene fecha de 1867. Proceden de la localidad de Moyuela (Zaragoza), pero no ha podido determinarse con mayor exactitud la fecha de recogida por no haberse encontrado en la bibliografía consultada ningún dato que pudiera referirse sin dudas a este hallazgo. Sí se han encontrado, sin embargo, catorce ejemplares procedentes de Ricla (Zaragoza) y Becerril (Palencia) con etiquetas de la Comisión del Mapa Geológico y sin fecha de entrada en la colección, aunque puede suponerse que fueron recogidos entre 1850 y 1910, periodo durante el que estuvo vigente dicha Comisión. Tales ejemplares son:

- *Terebratula Edwardsii* Sow. 1519J, 1530J, 1531J, 1532J, 1533J, 1534J, 1869J. Becerril (Palencia). Es muy probable que este material

	Béticas	Cantábrica	Catalánides	Ibérica
<i>Gibbirhynchia</i>		1, 136, 148, 166, 250, 2477-2481, 2502	143, 145, 2487	47, 165, 1886, 1889, 1905, 1964-1968, 1970-1976, 1978-1980, 1982, 1985-1989, 1991-1995, 2050, 2253
<i>Homoeorhynchia</i>		128, 157, 345, 2786	116, 118, 120, 156, 159, 1012, 2274, 2275, 2279, 2280, 2282, 2544, 2545	100, 101, 103, 117, 152, 730, 2002, 2221-2242, 2516, 2517
<i>Homoeorhynchia?</i> sp.	48, 1907, 2246-2249			
<i>Mediterranirhynchia</i>	54, 112, 2245, 2482, 2483			
<i>Prionorhynchia</i>	2335-2338			
<i>Pseudogibbirhynchia</i>				1007-1009, 1899, 2042, 2250, 2254-2273, 2498-2500, 2512, 2520, 2521
<i>Quadrirhynchia</i>			141, 142, 2216, 2486	96, 161-164, 731, 732, 1900-1902, 1904, 1906, 1908, 1010, 1914, 2003, 2009, 2166, 2168-2170, 2172-2174, 2177-2181, 2183-2186, 2214-2216, 2286, 2292, 2449-2467, 2513-2515, 2528, 2531, 2592-2600, 2602-2606, 2610, 2618
<i>Rhynchonelloidea</i>		151	115, 153, 2039, 2220, 2281, 2283	1416-1434, 1582-1586, 1875, 1884, 2020, 2034, 2046, 2159-2165, 2175, 2176, 2182, 2217-2219, 2276-2278, 2510, 2619-2670
<i>Soaresirhynchia</i>		1534, 2054, 2198-2201	155, 2197	104, 105, 107-112, 119, 154, 1001-1003, 1326, 1512, 1597-1599, 1873, 1910, 2188-2196, 2285, 2287, 2288, 2290, 2293, 2511
<i>Tetrarhynchia</i>		144, 2497	160, 1013, 1997-1999, 2024, 2488, 2489	171, 1014-1017, 1595, 1596, 1879, 1911, 1981, 1996, 2028, 2035, 2038, 2056, 2149, 2150, 2167, 2171, 2187, 2202-2213, 2284, 2289, 2291, 2492-2496, 2503, 2504, 2518, 2519
Rhynchonellida indet.	1876		2053	1582-1586, 1969, 1977, 1983, 1984, 1990, 2057

Tabla 1: Relación de ejemplares estudiados correspondientes al Orden Rhynchonellida y pertenecientes a las cuencas jurásicas reconocidas en la Península Ibérica.

	Béticas	Cantábrica	Catalánides	Ibérica
<i>Callospiriferina</i>		346, 354		333, 340, 342-345, 347, 348, 353, 355, 2044, 2305
<i>Liospiriferina</i>	2329-2333, 2339-2340	332, 337, 2006	314, 315, 331	305, 306-310, 312, 313, 317, 318, 320, 322-325, 327-330, 334-336, 339, 349, 350, 352, 1324, 1874, 1877, 1892, 1893, 2025, 2026, 2058, 2294-2302, 2306, 2307-2312, 2315, 2371-2373, 2375-2380, 2382-2384, 2386, 2387, 2389-2392, 2394-2401
<i>Spiriferina</i>				358-361, 2774
Spiriferinidae indet.				2303, 2304

Tabla 2: Relación de ejemplares correspondientes al Orden Spiriferida.

fuera recogido por D. CASIANO DE PRADO (1855) en sus investigaciones por esta provincia, como así figura en el catálogo de la Comisión del Mapa Geológico de España, págs. 203-215 correspondientes a la provincia de Palencia.

- *Rhynchonella tetraedra* D'Orb. 1897J, 2166J, 2167J, 2168J, 2169J, 2170J, 2171J. Ricla (Zaragoza). De igual modo, parece probable que estos ejemplares fueran recolectados por D. FELIPE MARTIN DONAYRE (1873) en sus trabajos sobre la provincia de Zaragoza (catálogo de la Comisión del Mapa Geológico de España, págs. 277-285), donde dice: "Fósiles recogidos por el Ing. Jefe Sr. D. Felipe Martín Donayre, procedentes de Estadística".

Asimismo, se han localizado otros 22 ejemplares procedentes de Palencia que no conservan las etiquetas originales y que probablemente fueran recogidos por D. CASIANO DE PRADO en la misma época que los fósiles de *Terebratula Edwardsii* Sow. Este material es el siguiente:

- *Terebratula punctata* Sow. Becerril (Palencia). 1780J, 1781J, 1782J, 1783J, 1784J, 2011J.
- *Terebratula Edwardsii* Sow. Becerril (Palencia). 1529J, 1530J, 1531J, 1532J, 1533J, 1534J, 1869J.
- *Terebratula lagenalis*. Becerril (Palencia). 319J.
- *Terebratula intermedia* Sow. Becerril (Palencia). 1531J, 1532J, 1533J, 1534J, 2014J.
- *Rhynchonella Hopkinsi* M'Coy. 148J, 2477J, 2478J.

En relación a parte del material procedente de Teruel, es posible que fuera recogido en dos periodos diferentes y por distintas personas. Por un lado, los ejemplares de esta provincia que figuran en el catálogo de la Comisión del Mapa Geológico de España, págs. 251-255 (*Rhynchonella quadriplicata* D'Orb., Entrambasaguas, 1003J y *Terebratula jauberti* Desl., Camino de Cella a Monterde, 1556J, 1557J y 1917J) fueron recolectados por JUAN VILANOVA Y PIERA y CASIANO DE PRADO. De otra parte, los ejemplares recogidos por DANIEL DE CORTAZAR (1885) para sus investigaciones sobre la provincia de Teruel (*Spiriferina rostrata* Schl., Valdecomadres, 1877J, 2307J, 2308J, 2308J, 2309J, 2310J, 2311J, 2312J y *Terebratula jauberti* Desl., Valdecomadres, 1558J, 1921J).

Otro hallazgo de relevancia histórica en la colección es la presencia de 90 ejemplares procedentes de Vandellós (Tarragona), que formaron parte de la colección personal de J. R. BATALLER. Fueron recogidos con motivo de la realización de la Hoja 498 (Hospitalet) en fechas anteriores a 1931 (año de la publicación de la Memoria Explicativa de la Hoja, en donde se mencionan los hallazgos de estos ejemplares) y, probablemente, donados con posterioridad al Museo. El material cedido, que está compuesto por rincónelidos y terebratulidos y procede en su totalidad de Tarragona, es el siguiente (se indica la determinación original de BATALLER, el número de catálogo del Museo Geominero y la localidad de procedencia):

	Béticas	Cantábrica	Catalánides	Ibérica
<i>Aulacothyris</i>			232, 264, 265, 272, 274, 278, 1355-1371, 1383, 1444-1452, 2051, 2471, 2472, 2541-2543, 2546-2548	49, 50, 179, 233, 271, 275, 297, 1032, 1382, 1384-1387, 1396, 1927, 2424, 2428, 2523, 2529, 2538, 2779, 2780
<i>Plesiothyris</i>		223		237, 1027; 2474, 2776
<i>Zeilleria (Cincta)</i>		227		194, 222
<i>Zeilleria (Zeilleria)</i>		234, 236, 247, 319	242, 260, 1024, 2041, 2476, 2533-2536	173-177, 202, 230, 235, 238-241, 244, 289, 295, 1023, 1025, 1380, 1381, 1393, 1871, 1880, 2000, 2019, 2045, 2350-2370, 2381, 2385, 2388, 2393, 2405, 2409, 2410, 2412, 2417, 2419, 2420, 2422, 2423, 2429, 2430, 2432, 2441-2444, 2446-2448, 2475, 2525, 2527, 2775, 2777, 2778
Zeilleridae indet.	2334-2343			1026

Tabla 3: Relación de ejemplares correspondientes al Orden Terebratulida (Superfamilia Zeilleriacea).

- *Zeilleria Radstockensis* Rollier. 1328J, 1329J, 1330J, 1331J, 1332J, 1333J, 1334J, 1335J, 1336J, 2023J. Vandellós (Tarragona).
- *Zeilleria Radstockensis* Rollier. 1337J, 1338J, 1339J, 1340J, 1341J, 1342J, 1343J, 2022J. Mas Boquera (Tarragona).
- *Zeilleria Radstockiensis* Dav. 1344J, 1345J, 1346J, 1347J, 1348J, 1349J, 1350J, 2049J. Els Dedals, Vandellós (Tarragona).
- *Terebratula utrififormis* Rollier. 1355J, 1356J, 1357J, 1358J, 1359J, 1360J, 1361J, 1362J, 1363J, 1364J, 1365J, 1366J, 1367J, 1368J, 1369J, 1371J, 1444J, 1445J, 1446J, 1447J, 1448J, 1449J, 1450J, 1451J, 1452J, 2051J. Els Dedals, Vandellós (Tarragona).
- *Terebratula Edwardsii* Dav. 1453J, 1455J, 1456J, 1898J. Junto a la Font del Irla, Mas Boquera (Tarragona).

- *Aulacothyris agnata* Rollier. 1397J, 1567J, 1568J, 1569J, 1570J, 1571J, 1894J. Mas Boquera (Tarragona).
- *Terebratula punctata* Sow. 1559J, 1560J, 1561J, 1562J, 1563J, 1564J, 1777J, 1778J, 1779J, 1870J. Els Dedals, Vandellós (Tarragona).
- *Aulacothyris agnata* Rollier. 1572J, 1573J, 1574J, 1575J, 1576, 2008J. Els Dedals, Vandellós (Tarragona).
- *Aulacothyris agnata* Rollier. 1577J, 1578J, 1579J, 1580J, 1581J, 2017J. Els Dedals, Vandellós (Tarragona).
- *Sin determinar*. 1997, 1998J, 1999J, 2024J. Vandellós (Tarragona).

Gran parte de la colección de espiriferidos del Museo Geominero fue figurada y/o citada por BATALLER (1931, 1948). Las citas que este autor

	Cantábrica	Catalánides	Ibérica
<i>Cuersithyris</i>	184, 204, 1883	192, 266, 269, 270, 1328-1343, 1344-1347, 1349, 1350, 1395, 1397, 1559-1564, 1567-1581, 1777-1779, 1870, 1894, 1924, 2008, 2017, 2022, 2023, 2037, 2049, 2540	185, 1443, 1537, 1540-1542, 1795, 1796, 1885, 1935, 2048, 2468-2470
<i>Lobothyris</i>	226, 286, 1529-1533, 1784, 1869, 2011	267, 1348, 1453, 1455, 1456, 1898	172, 180-182, 183, 186, 191, 205, 287, 288, 290, 291, 301-303, 1327, 1388, 1389, 1394, 1538, 1539, 1544-1547, 1549, 1550, 1785-1795, 1887, 1895, 1916, 1918, 1919, 1923, 1926, 1928-1931, 1933, 1937-1949, 1951-1958, 2005, 2027, 2029, 2052, 2407, 2408, 2411, 2413-2416, 2418, 2421, 2425-2427, 2431, 2433-2440, 2484, 2537, 2611-2614, 2616, 2617, 2781-2785
<i>Ferrithyris</i>			1922
<i>Sphaeroidothyris</i>			190, 193, 200, 298, 1021, 1031, 1551, 1552, 1555, 2001, 2012, 2021, 2556, 2615
<i>Sphaeroidothyris?</i> sp.	1783		1548, 1932
<i>Stroudithyris</i>	300, 1020, 1351-1354, 1781, 1782, 2014, 2491		201, 224, 225, 285, 1022, 1411-1415, 1535, 1536, 1868, 1872, 1920, 1925, 1934, 2047, 2402, 2403, 2445, 2473, 2532, 2549-2591
<i>Telothyris</i>		195, 196, 1390, 1391	197, 199, 206, 229, 231, 248, 283, 304, 1018, 1019, 1030, 1489-1497, 1500, 1501, 1504-1511, 1515-1521, 1523-1528, 1553, 1554, 1556, 1558, 1891, 1896, 1917, 1921, 1959-1963, 2004, 2007, 2018, 2031, 2055, 2404, 2406, 2485, 2490, 2522
Terebratulidae indet.			178, 203, 1488, 1498, 1499, 1502, 1503, 1513, 1514, 1522, 1557, 1780, 1936, 1950, 2030, 2524

Tabla 4: Relación de ejemplares correspondientes al Orden Terebratulida (Superfamilia Terebratulacea).

realiza en su trabajo de 1948 sobre espiriferidos del Jurásico Inferior español no van acompañadas del número de registro del Museo Geominero, a pesar de referirse a ejemplares que están ahí depositados. Sin embargo, a partir de las determinaciones taxonómicas antiguas y de las localidades de procedencia del material, se han podido localizar las citas de 18 ejemplares. La publicación de 1948 supone un complemento a la de 1931, en la que se inició una catalogación de la colección de espiriferidos del Museo Geominero, y surge a partir del esfuerzo de Hernández Sampelayo para reordenar las colecciones paleontológicas que existían en el antiguo domicilio de la Comisión de la Plaza de los Mostenses.

Los ejemplares que han podido relacionarse con las citas de BATALLER (1948) son los siguientes (se indica la determinación original de BATALLER, la localidad de procedencia y el número de catálogo del Museo Geominero):

- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Borobia (Navarra). 312J.
- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Castellón. 316J, 2313J, 2314J.
- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Obón (Teruel). 317J.
- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Collada Carbonera (Lérida). 324J.
- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Soria. 325J.
- *Spiriferina rostrata*, v. Zieten 1830. Iruecha (Soria). 327J.
- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Alfara (Tarragona). 331J.
- *Spiriferina rostrata*, v. Zieten 1830. Iruecha (Soria). 334J.
- *Spiriferina tumida* v. Buch sp. 1836. La Pica (Soria). 340J.
- *Spiriferina tumida* v. Buch sp. 1836. Moncalvillo (Burgos). 344J.
- *Spiriferina tumida* v. Buch sp. 1836. Alava. 345J.
- *Spiriferina walcotti* Sowerby sp. 1822. Pozazal (Cantabria). 354J.
- *Spiriferina oxyptera* Buvignier sp. 1842. Josa a Obón (Teruel). 359J.
- *Spiriferina oxyptera* Buvignier sp. 1842. Alcaine (Teruel). 360J.
- *Spiriferina oxyptera* Buvignier sp. 1842. Josa a Obón (Teruel). 361J.

- *Spiriferina alpina*. Opper var. *Falloti* Corroy. Ciria (Soria). 2058J.

A partir de los datos hasta aquí expuestos se puede afirmar que la colección no está bien documentada. Sólo algunos ejemplares conservan las etiquetas antiguas en las que figura la determinación original de que fueron objeto en el momento de su recogida, dato fundamental para poder realizar un seguimiento histórico. De este modo, el rastreo del origen de los ejemplares de la colección sólo ha podido realizarse en aquellos casos en los que se contaba con la información necesaria para iniciar la búsqueda bibliográfica.

#### AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas (Universidad Complutense de Madrid) y a Uly Martín la realización de las fotografías que ilustran este trabajo, así como al Dr. A. Goy (Universidad Complutense de Madrid) su inestimable ayuda en algunas determinaciones.

Este trabajo ha sido realizado dentro del Proyecto 06/0034/1997 concedido por la Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid.

#### REFERENCIAS

- ALMERAS, Y. (1979): Etude morphologique et anatomique de *Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYNES, 1868). Justification de la distinction des genres *Rhynchonelloidea* BUCKMAN et *Homoeorhynchia* BUCKMAN. *Geobios*, 12 (2): 187-221.
- ALMERAS, Y. (1994): Le genre *Soaresirhynchia* (Brachiopoda, Rhynchonellacea, Wellerellidae) dans le Toarcien du sous-bassin nord-lusitanien (Portugal). *Documents Laboratoire Géologie Lyon*, 138: 123 págs.
- ALMERAS, Y. et MOULAN, G. (1982): Les Térébratulidés liasiques de Provence. Paléontologie, Biostratigraphie, Paleoécologie, Phylogénie. *Documents Laboratoire Géologie Lyon*, 86: 1-365.
- ALMERAS, Y., MOUTERDE, R., BENEST, M., ELMI, S. et BAS-SOULET, J.P. (1996): Brachiopodes Toarciens et Aaléniens de la Thétys Nord-Occidentale. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, 138: 191 págs.
- BATALLER, J.R. (1931): Las *Spiriferina* de las colecciones paleontológicas del Instituto Geológico y Minero de España. *Boletín del Instituto Geológico y Minero*, LII, (12<sup>o</sup> de la 3<sup>a</sup> serie), 225-250.

BATALLER, J.R. (1948): Enumeración de las *Spiriferina* del Liásico español. *Las Ciencias*, I: 3-15.

CALZADA, S. (1984): Sobre algunos braquiópodos liásicos. *Boletín Geológico y Minero*, T. XCV-VI: 540-552.

CALZADA, S. y DELANCE, J.H. (1976): Sobre *Homoeorhynchia batalleri* (DUBAR, 1931), Braquiópodo del Toarciense. *Boletín Geológico y Minero*, 87, 6: 583-592.

CASTELL, J., DE LA CONCHA, S. y DE LA REVILLA, J. (1956): Memoria explicativa de la Hoja 462 del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Maranchón (Guadalajara). Instituto Geológico y Minero de España.

COMAS-RENGIFO, M.J. y GOY, A. (1975): Estratigrafía y Paleontología de Ribarredonda (Guadalajara). *Estudios Geológicos*, 31: 297-339.

CORTAZAR, D. de (1885): Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, t. XII.

DELANCE, J.H. (1974): Zeilleridées du Lias d'Europe occidentale (Brachiopodes). Systématique des populations, phylogénie, biostratigraphie. *Mémoires géologie Université Dijon*, 2: 408 págs.

DUBAR, G. (1933): Brachiopodes liasiques de Catalogne et des régions voisines. *Bulletí Institució Catalana Historia Natural*, 4: 103-180.

GARCIA-JORAL, F. (1983): Caracterización de *Rhynchonelloidea goyi* n.sp. (Brachiopoda, Rhynchonellidae) del Toarciense Superior en la Cordillera Ibérica (NE de España). *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, 80: 89-103.

GARCIA-JORAL, F. (1986): *Los Braquiópodos del Aaleniense de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid: 326 págs.

GARCIA-JORAL, F. y GOY, A. (1984): Características de la fauna de Braquiópodos del Toarciense Superior en el Sector Central de la Cordillera Ibérica (Noreste de España). *Estudios Geológicos*, 40: 55-59.

GOY, A. (1974): *El Liás de la mitad norte de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid: 940 págs.

GOY, A., COMAS-RENGIFO, M.J. and GARCIA-JORAL, F. (1984): The Liassic Brachiopods of the Iberian Range (Spain): Stratigraphic distribution and biozonation. *International Symposium Jurassic Stratigraphy*, I: 227-250.

GOY, A. y ROBLES, F. (1971): Resultado de un estudio sobre Braquiópodos en el NE de Guadalajara. *I Centenario de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, I: 243-255.

MALLADA, L. (1875-91): Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Tomo 2: Terreno Mesozoico (Sistemas Triásico y Jurásico). *Boletín Comisión Mapa Geológico de España*, 2: 105-137.

MARTIN DONAYRE, F. (1873): Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 128 págs.

MOORE, R.C. (Ed.) (1965): *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part H (Brachiopoda). Univ. Kansas Press, 2 tomos, 925 págs.

PRADO, C. de (1861): *Mapa geológico estratigráfico de las montañas de la provincia de Palencia (1857)*. Comisión de Estadística general del Reino, Madrid, Litografía de G. Pfeiffer.

RODRIGO, A. (1994): *Revisión del género Cuersithyris (Brachiopoda) del Lotharingiense superior y Carixiense de la Cordillera Ibérica*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 199 págs. (Inédita).

RODRIGO, A. y COMAS-RENGIFO, M.J. (1998): *Cuersithyris* (Brachiopoda, Terebratulida) del Jurásico Inferior de la Cordillera Ibérica, España. *Revista Española de Paleontología*, 13 (1) en prensa.

SOLER, N. (1986): *Los Tetrarhynchiinae (Brachiopoda) del Pliensbachiense de la Cordillera Ibérica*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 261 págs.

Original recibido: Septiembre 1997.

Original aceptado: Noviembre 1997.

## LAS POSIBILIDADES MINERAS DE CUBA EN EL SECTOR DE LAS ROCAS ORNAMENTALES.

Por M. HEREDIA (\*) y J. M. BALTUILLE (\*\*)

### R E S U M E N

En este trabajo se muestra la situación real del mercado de Rocas Ornamentales en la Isla de Cuba. Para ello se describen siete nuevos yacimientos y nueve áreas susceptibles de ser explotadas en el futuro, pues los resultados obtenidos son de gran interés, desde el punto de vista minero.

Finalmente se resaltan los aspectos, tanto ornamentales como mineros, que pueden hacer atractivos estos materiales para su futura explotación a ojos de los empresarios europeos del sector.

*Palabras clave:* Mármoles, Calizas marmóreas, Granitos, Serpentinitas, Rocas Ornamentales, Cuba.

### A B S T R A C T

In this paper we show the real situation about the cuban market of natural stones. We describe now seven new deposits and nine new sites, located in the south of Cuba, with great possibilities from the mining point of view.

Finally, the looks are stood out, so much ornamental like mining, that could make attractions these materials for their future operation by the european rock companies.

*Key words:* Marbles, Marble limestones, Granites, Serpentinites, Natural Stones, Cuba.

### INTRODUCCION

Las posibilidades mineras de Cuba respecto a las Rocas Ornamentales son conocidas desde 1826, en plena administración española, cuando se cita la presencia de mármoles en la Isla de Pinos, actual Isla de la Juventud (DE LAS CUEVAS TORAYA, 1993).

Esta industria siguió su desarrollo de forma totalmente precaria y artesanal en la zona occidental del país, provincias de La Habana e Isla de la Juventud. Hasta la década de los 50 no se inician los trabajos de explotación y tratamiento de las calizas marmóreas, aunque sin criterio geológico alguno, y circunscribiéndolas a la zona más meridional de la Isla, provincias de Santiago de Cuba y Granma.

A principio de los 80 se comienzan las correspondientes exploraciones geológicas en zonas de la provincia de Granma donde ya existían explotaciones de mármoles de la Formación Charco-Redondo (Eoceno Medio), unidad calcárea con un alto grado de propiedades decorativas. En la actualidad, el 70% de la producción de mármol de la Isla se genera en esta provincia (HEREDIA NORIEGA y SOSA DIAZ, 1966).

### CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS

Los yacimientos<sup>1</sup> que a continuación se reseñan se encuentran en la zona suroriental del archipiélago, provincias de Santiago de Cuba, Granma y Holguín (Fig. 1).

(\*) Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Delegación provincial de Santiago de Cuba.

(\*\*) Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Medio Ambiente.

(1) Al iniciar este apartado queremos manifestar que se emplea el término **yacimiento** para referirnos a aquellas áreas que cuentan con una investigación geológica completa, lo que ha permitido calcular el orden de reservas existentes (N.A.).

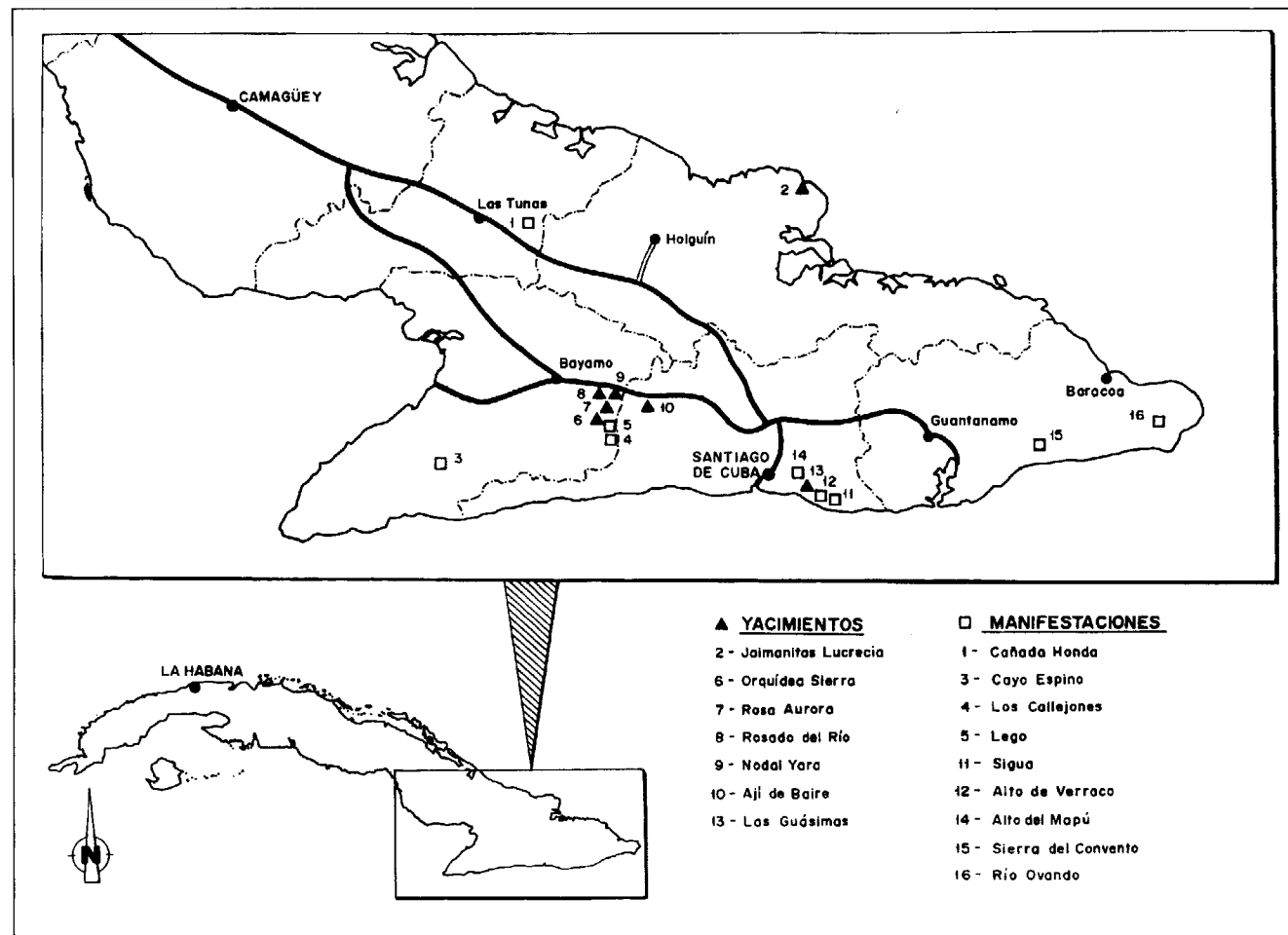


Fig.1. Situación del área del trabajo en el contexto geográfico de la Isla de Cuba

Sus principales características: nombre, edad, tipo de sustancia, situación, estado minero actual, producción (en aquellos que están en explotación), reservas, variedades y usos, quedan reflejadas a continuación:

#### Granito Las Guásimas

Edad: Eoceno Medio  
 Sustancia: granito  
 Situación: en el caserío Las Guásimas (Santiago de Cuba)  
 Estado actual: en reserva  
 Reservas: 260.000 t  
 Variedades: gris y blanquecino  
 Usos: bloques y losas

#### Rosa Aurora

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)  
 Sustancia: caliza marmórea  
 Situación: se encuentra situado a unos 4 km de Guisa (Guisa, Granma)  
 Estado actual: en explotación  
 Producción: 12.000 t/año  
 Reservas: 100.000 t  
 Variedades: crema y rosa  
 Usos: bloques, losas, artesanía, granulado y polvo de mármol.

#### Orquídea Sierra

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)

Sustancia: caliza marmórea  
 Situación: se halla a 8 km de Guisa (Guisa, Granma)  
 Estado actual: en explotación  
 Producción: 9.000 t/año  
 Reservas: 75.000 t  
 Variedades: lila ("Orquídea")  
 Usos: bloques, losas, artesanía y polvo de mármol

#### Rosado del Río

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)  
 Sustancia: caliza marmórea  
 Situación: localizado a 10 km de Santa Rita (Jiguani, Granma)  
 Estado actual: en explotación  
 Producción: 4.000 t/año  
 Reservas: 125.000 t  
 Variedades: crema y rosa  
 Usos: bloques, losas, artesanía, granulado y polvo de mármol

#### Ají de Baire

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)  
 Sustancia: caliza marmórea  
 Situación: a 2 km de Baire (Contramaestre, Santiago de Cuba)  
 Estado actual: en preparación para explotación  
 Reservas: 125.000 t  
 Variedades: crema blanco, crema fuerte y "Breche coral"<sup>2</sup>  
 Usos: dado lo reciente del inicio de su explotación, está en fase de desarrollo y pruebas tecnológicas

#### Nodal Yara

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)  
 Sustancia: travertino  
 Situación: a 6 km de Jiguani (Jiguani, Granma)  
 Estado actual: en reserva  
 Reservas: 75.000 t  
 Variedades: rojiza y crema

(2) La denominación "Breche" se utiliza para definir una roca de aspecto brechoso (N.A.).

Usos: bloques, losas, artesanía, granulado y polvo de mármol

#### Jaimanitas Lucrecia

Edad: Fm. Jaimanitas (Pleistoceno Medio)  
 Sustancia: caliza marmórea  
 Situación: junto al faro de Punta Lucrecia (Banes, Holguín)  
 Estado actual: en reserva  
 Reservas: 125.000 t  
 Variedades: caliza conchífera y caliza coralina  
 Usos: chapado de edificios, dada su belleza, durabilidad y resistencia a los agentes atmosféricos

#### CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES MANIFESTACIONES

La distribución geográfica de las distintas "manifestaciones"<sup>3</sup> se extiende por las provincias de Las Tunas, Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo (Fig. 1).

#### Mármoles Río Ovando

Edad: Fm. La Asunción (Jurásico Superior)  
 Sustancia: mármol  
 Situación: en las márgenes del Río Ovando, a unos 5 km del poblado de La Máquiná (Maisí, Guantánamo). Se encuentra muy cerca del mar, lo que facilita su transporte  
 Reservas: 1.500.000 t  
 Variedades: gris y negra  
 Usos: muy diversos

#### Sierra del Convento

Edad: Cretácico Superior  
 Sustancia: serpentina  
 Situación: a 3 km de San Antonio del Sur (San Antonio del Sur, Guantánamo)  
 Reservas: 300.000 t

(3) El término "manifestación" se utiliza para aquellas zonas recocidas en campo, muestreadas y donde se han realizado diferentes probetas pulidas, con resultados positivos, de cada una de las diferentes facies litológicas (N.A.).

Variedades: verde oscura a negra  
Usos: bloques y losas de variados tamaños

**Cañada Honda**

Edad: Fm. Buenaventura (Cretácico Superior)  
Sustancia: caliza marmórea  
Situación: en las proximidades del poblado Las Parras (Majibacoa, Las Tunas)  
Reservas: 450.000 t  
Variedades: gris clara, gris oscura y negra chapado, losas de 40x40, granulado y polvo de mármol

**Lego**

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)  
Sustancia: caliza marmórea  
Situación: localizada en los alrededores del caserío de Ortega (Guisa, Granma).  
Reservas: 3.000.000 t  
Variedades: beige  
Usos: bloques, losas, chapado, artesanía, granulado y polvo de mármol

**Los Callejones**

Edad: Fm. Charco-Redondo (Eoceno Medio)  
Sustancia: caliza marmórea  
Situación: en las proximidades de los caseríos de Palma del Perro y Los Callejones (Guisa, Granma).  
Reservas: 265.000 t  
Variedades: gris, gris oscura, marrón y negra  
Usos: bloques, losas, chapado, artesanía, granulado y polvo de mármol

**Cayo Espino**

Edad: Grupo El Cobre - Miembro Puerto Boniato (Eoceno Medio)  
Sustancia: caliza silicificada  
Situación: en el caserío Cayo Espino (Campechuela, Granma)  
Reservas: 100.000 t

Variedades: aporcelanadas, amarillas, pardas y grises  
Usos: bloques de hasta 1m<sup>3</sup>, losas de 40x40 y artesanía. Consultada la información correspondiente, podemos afirmar que nos hayamos ante una **variedad única**, por su belleza y calidad

**Sigua**

Edad: Grupo El Cobre - Miembro Cuabita (Eoceno Medio)  
Sustancia: caliza marmórea  
Situación: junto al caserío Sigua, dentro del gran Parque Baconao (Santiago de Cuba)  
Producción: - (estuvo en explotación hasta la década de los 60)  
Reservas: 200.000 t  
Variedades: verde, gris, gris perla y "**Breche rojo**"  
Usos: bloques de 1 m<sup>3</sup>, chapado de edificios, losas medianas y pequeñas, artesanía, granulado y polvo de mármol

**Alto de Verraco**

Edad: Grupo El Cobre - Miembro Cuabita (Eoceno Medio)  
Sustancia: caliza marmórea  
Situación: emplazada en el Parque Baconao, cerca de la playa Verraco (Santiago de Cuba)  
Producción: - (estuvo en explotación hasta 1959)  
Reservas: 200.000 t  
Variedades: gris perla a blanca  
Usos: bloques, losas grandes y pequeñas, artesanía, granulado y polvo de mármol

**Alto del Mapú**

Edad: Grupo El Cobre - Miembro Cuabita (Eoceno Medio)  
Sustancia: caliza marmórea  
Situación: en las estribaciones de la Gran Piedra, a 6 km de Sevilla (Santiago de Cuba).  
Reservas: 125.000 t  
Variedades: blanca, gris y negra  
Usos: bloques, losas grandes y pequeñas, artesanía, granulado



Fig. 2. Utilización de Jaimanitas en la restauración del patrimonio histórico-artístico de la Habana Vieja.

(foto A. Sánchez Rodríguez)

y polvo de mármol. Es muy frecuente su utilización en las construcciones de Santiago de Cuba.

**CONCLUSIONES**

En las líneas precedentes se hace una valoración, concisa pero completa, de la realidad actual del potencial de Cuba respecto a las Rocas Ornamentales. Para ello el trabajo pasa revista a los nuevos yacimientos, tanto en explotación como en reserva, como a las manifestaciones con alto interés comercial del sector suroriental de la Isla, provincias de Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo, Holguín y Las Tunas.

Resumiendo, y de cara al interés y posible comercialización de las Rocas Ornamentales de la Isla de Cuba, tenemos que reseñar:

- Las características ornamentales de las rocas las hacen muy atractivas para su comercialización.

PROVINCIA	YACIMIENTOS EN EXPLOTACION	YACIMIENTOS EN RESERVA	MANIFESTACIONES	TOTAL
Granma	Rosa Aurora Orquídea Sierra Rosado del Río	Nodal Yara	Cayo Espino Lego Los Callejones	7
Santiago de Cuba	Aji de Baire	Las Guásimas	Sigua Alto de Verraco Alto del Mapú	5
Holguín	-	Jaimanitas Lucrecia	-	1
Guantánamo	-	-	S <sup>a</sup> del Convento Río Ovando	2
Las Tunas	-	-	Cañada Honda	1
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>16</b>

- La actual situación socio-política del país permitiría obtener posiciones ventajosas, de cara a un gran mercado comercial como es el norteamericano, frente a otros competidores potenciales que ya han empezado a introducirse en el sector.
- Las bajas cifras de producción referenciadas, comparadas con las que estamos acostumbrados a manejar, son debidas a la baja mecanización del sector; pero, teniendo en cuenta el





Fig. 2. Utilización de Jaimanitas en la restauración del patrimonio histórico-artístico de la Habana Vieja.

(foto A. Sánchez Rodríguez)

y polvo de mármol. Es muy frecuente su utilización en las construcciones de Santiago de Cuba.

CONCLUSIONES

En las líneas precedentes se hace una valoración, concisa pero completa, de la realidad actual del potencial de Cuba respecto a las Rocas Ornamentales. Para ello el trabajo pasa revista a los nuevos yacimientos, tanto en explotación como en reserva, como a las manifestaciones con alto interés comercial del sector suroriental de la Isla, provincias de Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo, Holguín y Las Tunas.

Resumiendo, y de cara al interés y posible comercialización de las Rocas Ornamentales de la Isla de Cuba, tenemos que reseñar:

- Las características ornamentales de las rocas las hacen muy atractivas para su comercialización.

PROVINCIA	YACIMIENTOS EN EXPLORACION	YACIMIENTOS EN RESERVA	MANIFESTACIONES	TOTAL
Granma	Rosa Aurora Orquídea Sierra Rosado del Río	Nodal Yara	Cayo Espino Lego Los Callejones	7
Santiago de Cuba	Ají de Baire	Las Guásimas	Sigua Alto de Verraco Alto del Mapú	5
Holguín	-	Jaimanitas Lucrecia	-	1
Guantánamo	-	-	S <sup>a</sup> . del Convento Río Ovando	2
Las Tunas	-	-	Cañada Honda	1
TOTAL	4	3	9	16

- La actual situación socio-política del país permitiría obtener posiciones ventajosas, de cara a un gran mercado comercial como es el norteamericano, frente a otros competidores potenciales que ya han empezado a introducirse en el sector.
- Las bajas cifras de producción referenciadas, comparadas con las que estamos acostumbrados a manejar, son debidas a la baja mecanización del sector; pero, teniendo en cuenta el

orden de magnitud de las reservas ciertas existentes, consideramos que las expectativas económicas son adecuadas para intentar introducirse en el área. No debiéndose olvidar, en esta determinación, los bajos costes de mano de obra de la sociedad caribeña.

- La existencia de una red completa de carreteras y comunicaciones viarias, a lo largo y ancho de la isla, junto con infraestructuras marítimas, facilitan el transporte y el embarque

del material con rumbo a sus mercados de consumo.

#### BIBLIOGRAFIA

DE LAS CUEVAS TORAYA, J. (1993).- La industria cubana de Materiales de Construcción. Ministerio de Industria de Materiales de Construcción. La Habana, Cuba.

HEREDIA NORIEGA, M. y SOSA DIAZ, J. (1996).- Rocas Ornamentales del Oriente de la Isla de Cuba. Geogaceta, 20 (3), 707-709. Madrid, España.

Original recibido: Septiembre 1997.

Original aceptado: Octubre 1997.

## ACTIVIDAD HISTORICA Y CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA DE ROSIANA, GRAN CANARIA.

Por A. LOMOSCHITZ MORA-FIGUEROA (\*) y J. COROMINAS DULCET (\*\*)

#### R E S U M E N

El deslizamiento de Rosiana de 1956 (Gran Canaria) ha sido el movimiento de ladera más importante de los conocidos en épocas históricas en el Archipiélago Canario. El contexto en el que se halla es complejo pues se trata del fondo de la depresión de Tirajana, donde a su vez se reconocen numerosas masas deslizadas más antiguas y que han sido recientemente estudiadas (Lomoschitz, 1995).

La recopilación de información histórica, el reconocimiento de campo y el análisis del movimiento han permitido concluir que se trata de un deslizamiento traslacional en suelos (coluviones arcillo-arenosos) que se ha activado cinco veces en fechas históricas.

Mediante un análisis retrospectivo del deslizamiento de 1956 se han estimado ángulos de fricción ( $\Phi'$ ) comprendidos entre  $17'7$  y  $21'6$  y una cohesión ( $c'$ ) nula en el momento de su activación. El análisis de la pluviometría muestra que para reactivar el movimiento son necesarios períodos de lluvias intensas y continuadas (lluvia acumulada superior a los 400 mm.). Por otro lado, el período de retorno resulta superior a los 100 años, valor obtenido a partir de las intensidades máximas de lluvia en 24 horas. Sin embargo, se ha llegado a la conclusión que la lluvia acumulada es un parámetro más indicativo que las  $I_{máx}$  en 24h.

*Palabras clave:* Deslizamientos de terreno, Terrenos volcánicos, Gran Canaria.

#### A B S T R A C T

The Rosiana landslide of 1956 (Gran Canaria) is the largest historic movement known in Canary Islands. It is located at the bottom of the Tirajana Depression. This is a complex site where many old landslides are present and it has been studied recently (Lomoschitz, 1995).

From historical information, field work and the analysis of the movement we conclude that it is a translational earth slide, that has been reactivated five times in historical dates.

From back-analysis a friction angle ( $\Phi'$ ) of  $17'7 - 21'6$  and cohesion ( $c'$ ) zero has been estimated. Rainfall analysis shows that intense and continuous precipitation periods (more than 400 mm. accumulate rainfall) are needed to reactivate the landslide. On the other hand, a return period upper than 100 years has been calculated from the maximum rainfall intensity in 24 hours.

*Key words:* Landslides, Volcanic terrains, Gran Canaria.

#### 1. INTRODUCCION Y CONTEXTO GENERAL

En la historia geológica de las Islas Canarias han estado presentes con frecuencia los movimientos

de terreno. La construcción de las islas, de origen volcánico, ha sido relativamente rápida frente a la acción erosiva que, aunque intensa, en muy pocos casos llega a concluir su función niveladora.

En una primera aproximación podría considerarse que los desprendimientos son el tipo de movimiento más característico y exclusivo de las

(\*) Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Las Palmas de G. C.

(\*\*) E.T.S.I. de Caminos, C. y P. de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña.

Islas Canarias, debido a su constitución esencialmente rocosa; sin embargo, también están presentes, incluso en tiempos recientes, los grandes deslizamientos. Son representativos, por ejemplo, el deslizamiento de Hermigua (IGME, 1987) en la isla de La Gomera, los movimientos que se produjeron en Tenerife (WATTS & MASSON, 1995), La Palma (ANCOCHEA et al., 1994) y en la isla de Hierro (URGELES et al., 1996) y los deslizamientos de Rosiana (Gran Canaria), cuyo estudio presentamos aquí.

De los movimientos de ladera de cierta envergadura es sin duda el ocurrido en Rosiana en febrero de 1956 el que mayor trascendencia ha tenido, en fechas recientes, en la isla de Gran Canaria. Es frecuente encontrar referencias aisladas de éste suceso en la literatura científica (MACAU, 1956; HAUSEN, 1960 y 1970; FUSTER et al., 1968; ARAÑA y CARRACEDO, 1980; ITGE, 1990 y 1992) y también fue fielmente recogido por la prensa local en su momento (Diario de Las Palmas, 18 de febrero y 3 de marzo de 1956).

La gran envergadura del movimiento, que superó los  $3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de materiales movilizados, provocó el desalojo de más de 250 personas y destruyó numerosas construcciones. Todo esto, junto al carácter relativamente reciente de su activación, justifica realizar un estudio específico del fenómeno que, una vez caracterizado, pueda servir de pauta para estudios tanto científicos como técnicos, en ésta o en otras zonas similares.

En la actualidad Rosiana (figura 1) está constituida por unas doscientas construcciones dispersas, situadas entre los pueblos de San Bartolomé de Tirajana y Santa Lucía, en la zona central-sur de la Isla de Gran Canaria, a aproximadamente 5 km. al Sureste del punto más alto de la isla (Pico de las Nieves, 1949 m.) y entre los puntos kilométricos 52 y 54 de la carretera C-815.

Su situación dentro de la isla de Gran Canaria es peculiar, tanto geográfica como geológicamente, pues se encuentra en la parte baja de la gran depresión de Tirajana que con una extensión en planta de 35 km<sup>2</sup> presenta desniveles de más de 900 m., aspecto que queda más resaltado por su proximidad al centro de la isla.

El pensamiento común de numerosos científicos,

que han estudiado la geología y geomorfología de Gran Canaria, es considerar el deslizamiento de Rosiana como uno más de los movimientos de gran envergadura que se han producido en la depresión de Tirajana, desde épocas geológicas pasadas. La denominación "depósitos de deslizamientos gravitacionales" (ITGE 1990 y 1992) hace referencia directa a las grandes acumulaciones caóticas de materiales que en gran parte tapizan el fondo de la depresión y cuyo origen y mecanismos últimos no están aún del todo explicados.

El estudio de los d.d.g. ("depósitos de deslizamiento gravitacionales") en su conjunto presenta cierta complejidad, ya que su tipología y los mecanismos que los originan son diversos (LOMOSCHITZ y COROMINAS, 1992 y 1996); por tanto, pensamos que el estudio de un movimiento reciente, como es el caso del deslizamiento de Rosiana, y por eso más fácilmente caracterizable, puede aportar una valiosa información sobre el comportamiento de los deslizamientos y que permite entender mejor el resto de los movimientos que se produjeron en la depresión.

## 2. DESCRIPCION DE LOS DESLIZAMIENTOS.

### 2.1. Sucesión de los acontecimientos.

Del deslizamiento de Rosiana existen diferentes referencias. Sin embargo, una vez revisadas las distintas publicaciones, para reconstruir como se produjeron los movimientos ha sido clave acudir a tres fuentes principales: MACAU VILAR (1956), la información de la prensa local (Diario de Las Palmas, 18 de febrero y 3 de marzo de 1956) y encuestas puntuales, realizadas para este trabajo, a personas del lugar que recuerdan detalles significativos de los deslizamientos.

De la información obtenida, una vez ponderada y contrastada con el reconocimiento de campo, se muestra a continuación el siguiente resumen de hechos significativos:

a) Antes de 1956.

\* diciembre de 1879. Fuertes temporales en la isla producen en Rosiana el movimiento de la ladera, se desplaza lateralmente el cauce del barranco.

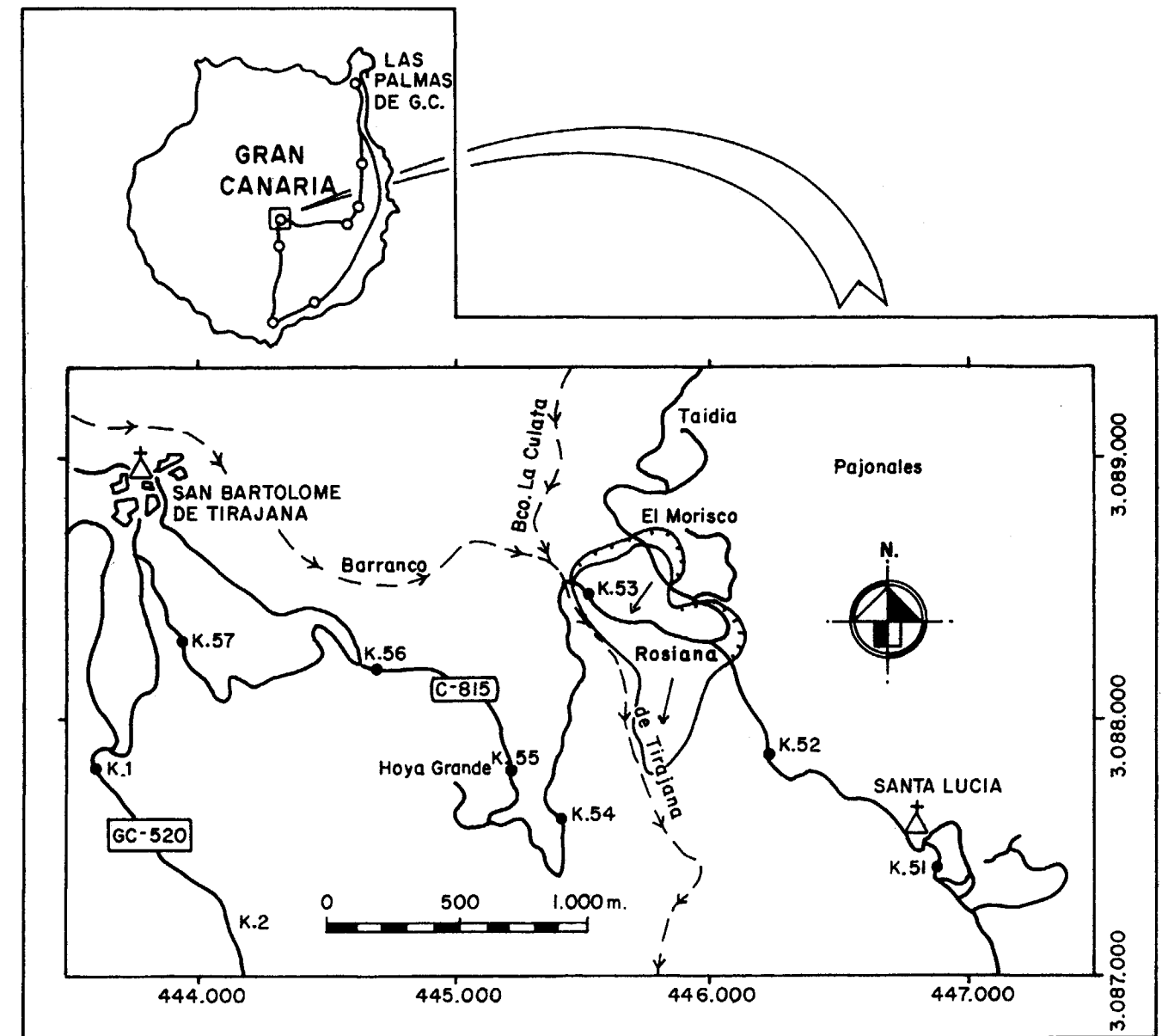


Figura 1. Plano de situación de Rosiana y de los deslizamientos históricos ocurridos en la zona.

\* mayo de 1896. Se proyecta el último tramo de carretera de Las Palmas a San Bartolomé de Tirajana y el proyecto incluye la construcción de un puente, previsto para cruzar el barranco de Tirajana. El 30 de septiembre de 1920 se hizo la liquidación definitiva de la obra que ya llevaba en servicio varios años.

\* en 1921, a consecuencia de los empujes late-

rales sobre el estribo del puente en la margen izquierda del barranco debidos a un movimiento de tierras, originado por fuertes lluvias, el puente se agrietó en clave. Se procedió a una reparación de poca eficacia.

\* en 1923, debido a causas análogas, se reprodujo el mismo mal, quedando el puente definitivamente fuera de servicio. Se abre un paso

provisional y más tarde se construye 200 m. aguas arriba un nuevo puente con vigas de hormigón armado.

#### b) Deslizamiento de Rosiana de 1956.

\* El deslizamiento de Rosiana de 1956 tuvo lugar en el mes de febrero y coincidió con precipitaciones excepcionales en la zona (272 mm. en 24h.), afectó a toda la ladera situada entre El Morisco y el barranco de Tirajana; y se llevó consigo numerosas construcciones y un tramo de carretera que quedaron destruidas y desplazadas de su posición original. Un total de  $3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de materiales se movilizaron durante 10 días, afectando a una superficie de unos 330.000 m<sup>2</sup> y provocando el desalojo de unas 250 personas.

MACAU VILAR (1956) describe el movimiento y cómo se produjo la rotura definitiva del puente de Rosiana; realiza además medidas de desplazamientos en algunos puntos, plantea la rotura según un deslizamiento circular e intenta buscar causas extrínsecas al fenómeno, que en su día lo atribuye a un proceso de hundimiento regional. Este mismo autor obtiene datos sobre la rotura y traslación de la carretera en el cruce del ramal que daba acceso al puente viejo: "la cuneta izquierda a las 24 horas de iniciarse el movimiento se había desplazado 1.90 m. (1.80 en horizontal y 0.60 en vertical); a los tres días el movimiento había sido de 4.80 m. (4.65 en h. y 1.25 en v.) y a los ocho días 7.21 m. (7.0 en h. y 1.75 en v.)."

Otros datos de interés son:

\* Los empujes laterales sobre el puente provocaron que la clave del arco se abriese hacia arriba, derrumbándose y quedando tan sólo los dos estribos aislados. Una vez arruinado el arco, el estribo de la margen izquierda del barranco continuó moviéndose y su distancia al otro estribo, adosado a la ladera en roca firme, llegó a ser de 16,19 m. (la luz inicial del puente era de 17 m.).

\* Todas las casas de la carretera fueron afectadas, desde el puente hasta el barranquillo frente a la carretera de Taidía.

\* La masa deslizada alcanzó el barranco de Tirajana y fue posteriormente erosionada por el curso del río.

\* Las palmeras de los llanos se inclinaron con el deslizamiento, el resto de las palmeras se movieron con el terreno pero permanecieron verticales.

\* Los barranquillos corrían con barro, y las casas se rompían al moverse lentamente con el terreno hacia el barranco.

\* Las construcciones más alejadas de la carretera que se rompieron tomaron el nombre de "las casas corridas".

\* La gente que se quedó sin casa fue acogida en la ladera de Rosiana más cercana a Santa Lucía, allí no se registraron movimientos.

\* En toda la zona surgieron nuevos escarpes naturales que dividieron las antiguas parcelas tras el movimiento; por ejemplo, el risco que se sitúa entre la carretera C-815 y el Camino de Taidía sufrió un hundimiento de unos 5 m. con los movimientos, produciendo una importante acumulación de bloques a su pie.

\* El estanque de los Betancores que estaba al lado de la carretera se deslizó ladera abajo rompiéndose en varios trozos y el pozo del que se surtía se partió a unos 12 m. de profundidad.

#### c) Después de 1956.

\* Los numerosos escarpes naturales creados por el movimiento, sobre todo en la zona superior (cicatrices secundarias), periódicamente sufren pequeños reajustes. La carretera que va a El Morisco (camino de Taidía) se construye con posterioridad.

\* La actividad constructiva en la zona ha vuelto a sembrar de pequeñas casas toda el área deslizada en 1956, sobre todo en su parte inferior, no registrándose roturas de importancia desde entonces.

\* Medidas topográficas realizadas para este trabajo en 1990 y en 1996 entre los estribos del

puente roto indican que desde 1956 el estribo ha continuado desplazándose por el deslizamiento.

Atendiendo a los daños y desplazamientos sufridos por el puente viejo de Rosiana se pueden obtener una serie de conclusiones (tabla I y figura 2).

FECHA	DISTANCIA MEDIA (m.)	ERROR	DESPLAZAMIENTO	INSTRUMENTO	OBSERVACIONES
1913	17,00	5 cm		CINTA METRICA	CONSTRUCCION DEL PUENTE DE ROSIANA
1921 1923	- -	- -	SI SI	- -	EL PUENTE SE AGRIETA EN LA CLAVE Y QUEDA FUERA DE SERVICIO
1956			(Acumul.)		ROTURA Y CAIDA DE LA CLAVE DEL ARCO
16 FEB.	16,45	±2 cm	55 cm.	TEODOLITO Y CINTA METRICA	CONTINUA EL MOVIMIENTO
20 FEB.	16,25	±2 cm	20 cm.		FIN DEL MOVIMIENTO
26 FEB.	16,19	±2 cm	6 cm.		
1990 15 ABRIL	16,097	± 0,5 cm.	9,3 cm.	ESTACION TOTAL SOKKIA SET-3B	CAMPAÑA 1
1996 3 OCT.	15,979	± 0,5 cm.	11,8 cm.	ESTACION TOTAL WILD TC-1010	CAMPAÑA 2

Tabla I. Resumen de las medidas topográficas realizadas entre los estribos del puente viejo de Rosiana.

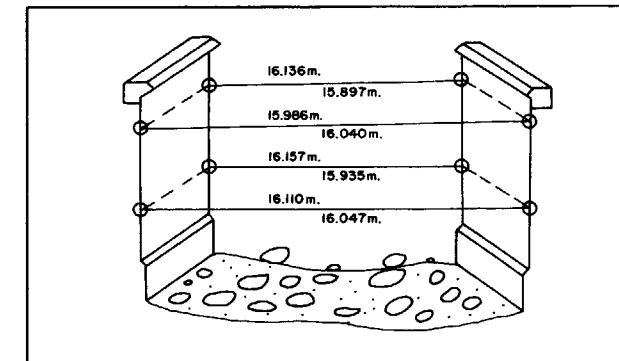


Figura 2. Croquis de los estribos del puente (vistas desde aguas abajo) y datos de las dos campañas posteriores a 1956, realizadas el 15 de abril de 1990 y el 3 de octubre de 1996.

En el período comprendido entre 1913, fecha de construcción del puente, y el 16 de febrero de 1956, fecha en que se derrumba la clave, el estribo sufrió un desplazamiento de 55 cm. Desde el 16 de febrero hasta el 26 del mismo mes, fecha en que cesa el movimiento, se desplaza 26 cm.; y desde esa fecha hasta octubre de 1996 se ha movido 21 cm.

A la vista de estos datos se concluye que el deslizamiento de Rosiana de 1956 no consistió en un

evento aislado sino que en fechas históricas ha sufrido movilizaciones al menos en 4 ocasiones conocidas (1879, 1921, 1923 y 1956) y desplazamientos menores con posterioridad a la última fecha. Por otro lado, Rosiana es sólo el pie de un conjunto de deslizamientos de mayores dimensiones que se movilizaron con anterioridad y que se extienden desde el fondo del barranco hasta la base de los escarpes rocosos superiores.

#### 2.2. Signos morfológicos y extensión de la masa deslizada.

A partir del reconocimiento de campo y la foto-interpretación se ha podido reconstruir el contorno y morfología del deslizamiento (figura 3 y fotos 1 y 2).

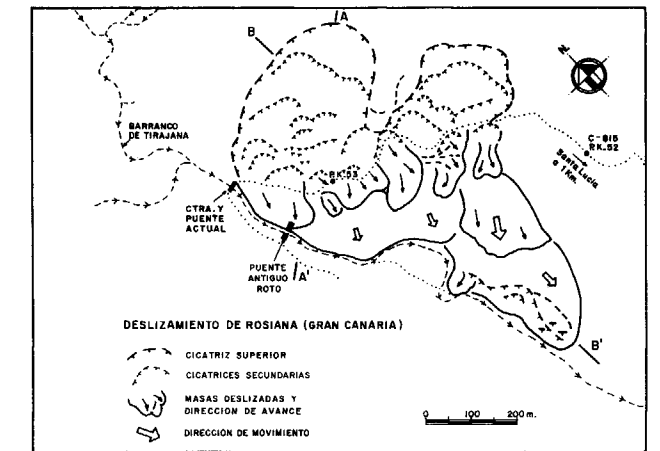


Figura 3. Disposición en planta de los límites y las formas principales del deslizamiento de Rosiana de 1956. Los perfiles A-A' y B-B' se representan en la figura 5.

El conjunto superior de escarpes de Rosiana marcan el inicio de las cicatrices principales de los deslizamientos de Rosiana. Se distingue un tramo Oeste más retrasado, confinado por la ladera opuesta, y un tramo Este algo más avanzado y entre ellos se pierde la traza, por la morfología externa irregular de las masas movidas. El tramo Oeste, marcado por un escarpe natural descarnado, se cierra bajando hacia la carretera a la altura del puente actual.

El tramo Este de la cicatriz, algo más dentro de la zona movilizada, viene definido por un desnivel



Foto 1. Efectos del deslizamiento de Rosiana de 1956; el puente definitivamente roto y palmeras inclinadas por el movimiento.



Foto 2. Vista panorámica desde el sur del conjunto deslizado de Rosiana. Tiene una anchura máxima de 450m. y una longitud de 855 m.

rocoso que sufrió un fuerte bajón, de unos 5 m., durante el deslizamiento que provocó la caída de grandes bloques. Esta cicatriz continúa hacia la derecha (según una vista frontal, desde el sur) y está marcada en el terreno por pequeños resaltes descarnados, hasta llegar al pie de dos construcciones antiguas, que quedaron al filo del movimiento sin ser afectadas.

El límite morfológico superior derecho (NE.) de la zona movilizada, coincide con un barranquillo, cuyo curso fue ligeramente desplazado por los materiales del deslizamiento; algo más abajo el pontón de la carretera marca de nuevo el límite del deslizamiento.

Por debajo de las cicatrices superiores y hasta la

carretera, la topografía es irregular y muestra escalones naturales que corresponden a cicatrices que limitan una sucesión de cuerpos deslizados (rellanos) y cuyo grosor disminuye en sentido descendente (figuras 3 y 5). La pendiente general de esta zona es de 20-35° y corresponde a la cabecera del deslizamiento.

La franja central de la masa deslizada, arriba y abajo de la carretera, tiene pendientes elevadas (unos 25° de media) pero se suaviza algo más abajo (ángulos de 8-14°), son los "Llanos de Rosiana". Allí los límites laterales del deslizamiento son claros; al oeste el curso del barranco de Tirajana y al este la base de la loma de Rosiana más cercana a Santa Lucía, que no se movió. El curso actual del barranco ha erosionado lateralmente la masa deslizada y ha dejado márgenes verticales de hasta 3 m.

El límite inferior (hacia el sur) del deslizamiento está igualmente marcado por su morfología, ya que éste avanzó a modo de lengua invadiendo bancales de cultivo; la forma de lengua en planta y la ruptura de pendiente frontal son pues los mejores indicadores del borde más avanzado del pie. La definición de los límites ha permitido determinar la extensión del área deslizada, teniendo una anchura máxima de 450 m., una longitud máxima de 855 m. y comprendiendo una superficie de aproximadamente 330.000 m<sup>2</sup>.

Existen otros signos externos, además de los morfológicos, y que en su mayoría tienen origen en los movimientos de 1956. Son construcciones agrietadas o rotas (casas, tramos de carretera, el puente, un estanque, etc.), palmeras inclinadas a favor y en contra del movimiento, y construcciones que no fueron afectadas, indicando de ésta manera una posición ajena al movimiento.

A partir de los diversos elementos que fueron afectados por los movimientos se ha podido deducir la dirección del desplazamiento que sufrió el terreno en diferentes puntos. Por ejemplo, se ha observado una clara alineación entre dos grupos de palmeras inclinadas que indican un vector de movimiento barranco abajo según una dirección N197°E. Son deducibles vectores de movimiento también a partir del análisis de las grietas y fisuras que presentan las construc-

ciones afectadas, así como de la inclinación de las paredes y la trayectoria de desplazamiento que muestran algunas de ellas, por ejemplo el llamado "estanque de los Betancores" o las "casas corridas" (fotos 3, 4 y 5).

### 2.3. Descripción de los materiales.

Es característica común en la depresión de Tirajana que al pie de movimientos reactivados se encuentren masas caóticas, que incluyen una auténtica mezcla de litologías. El caso extremo de degradación mecánica y química está representado por unos coluviones arcillo-arenosos, que entre otras zonas están presentes también en Rosiana. La cartografía geológica realizada por A. LOMOSCHITZ (1995) en esta zona debe ser interpretada en el contexto de la zona general de

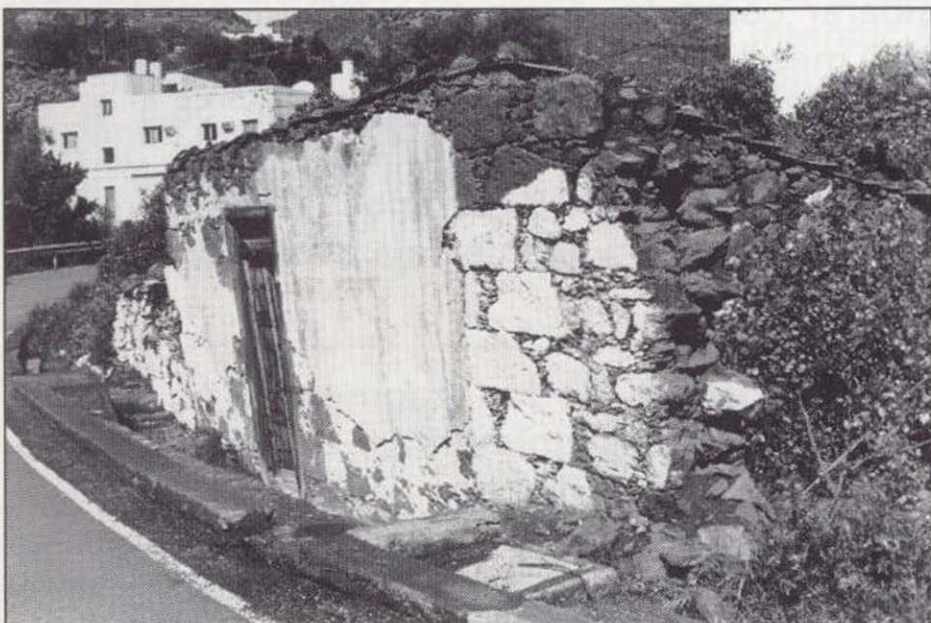


Foto 3. Casas agrietadas y volcadas al lado de la carretera actual de Rosiana.

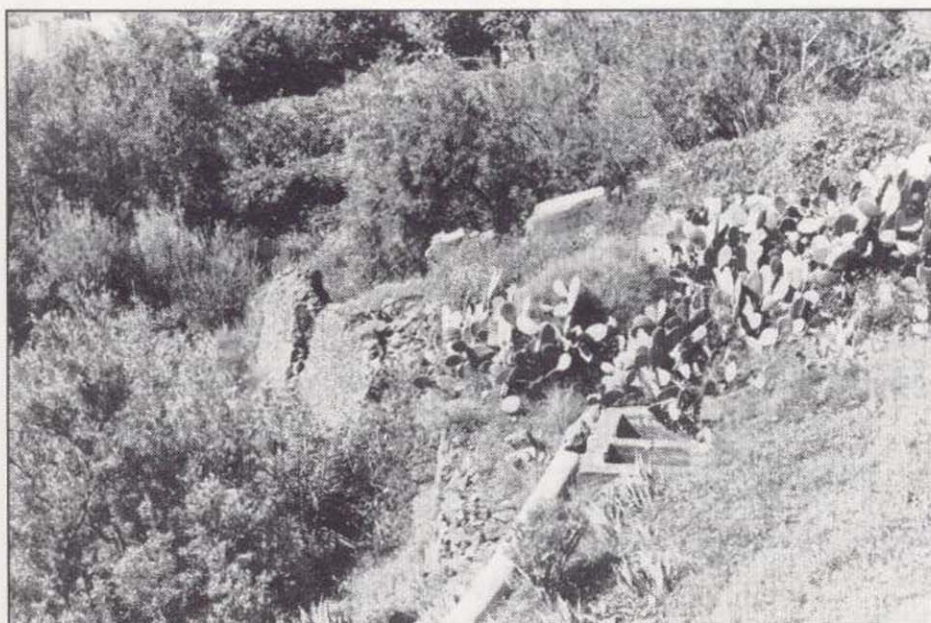


Foto 4. El "estanque de los Betancores", roto y desplazado de su posición inicial.

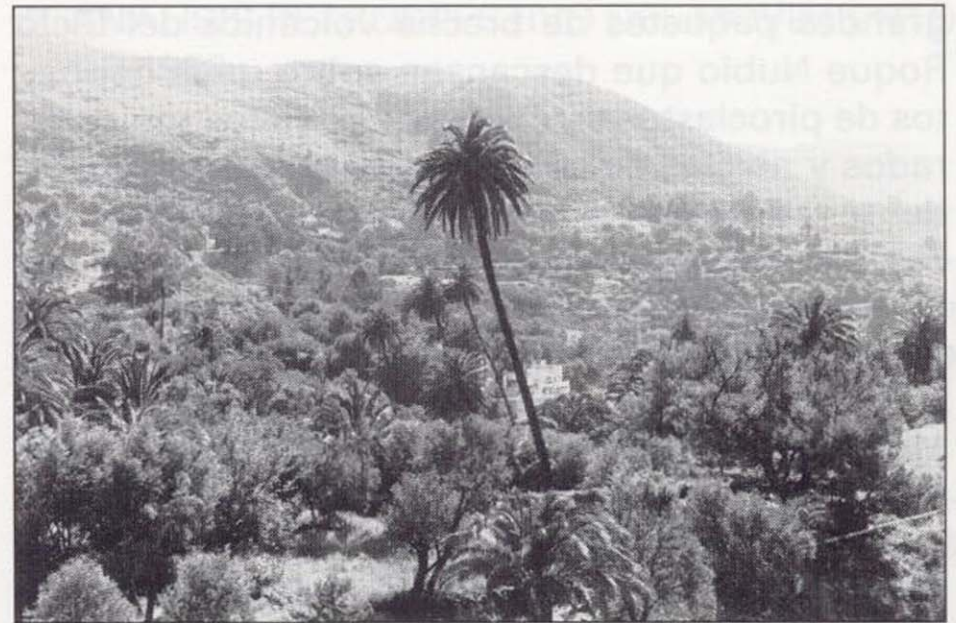


Foto 5. Alineación de palmeras inclinadas cerca del puente roto de Rosiana. El avance del movimiento es hacia la derecha de la foto (sur-suroeste).

Pajonales-Rosiana. En este sentido, son los escarpes rocosos situados por encima de Rosiana los que más información ofrecen sobre los materiales originales, aunque los paquetes rocosos estén ya muy descompuestos por formar parte del cuerpo deslizado de movimientos antiguos (figura 4).

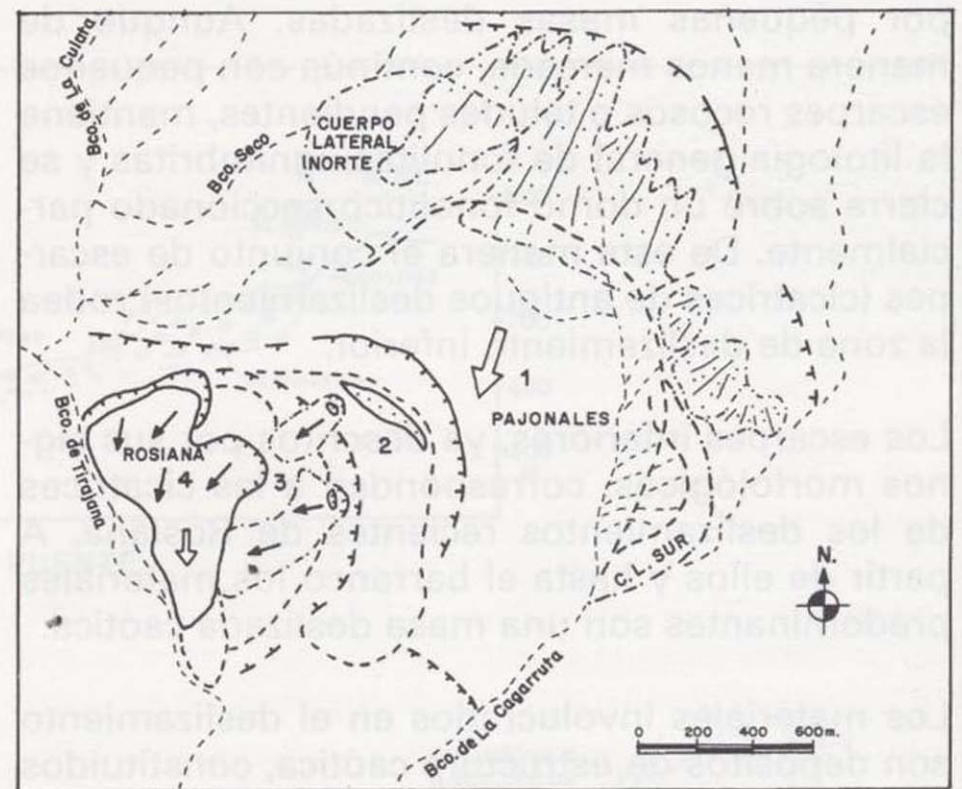


Figura 4. Esquema general de las cicatrices y cuerpos deslizados del sector de Pajonales-Rosiana. Los números indican distintas generaciones de movimientos (realizado sobre foto aérea E 1:18.000).

Pajonales es el monte más alto de la zona y hacia el SO. muestra una cicatriz semicircular continua de gran extensión; ésta es irregular en detalle por la naturaleza de los materiales que afloran. Son

grandes paquetes de brecha volcánica del Ciclo Roque Nublo que descansan sobre unos depósitos de piroclastos y coladas de basaltos muy alterados y niveles de cenizas ácidas. Al pie y procedente del escarpe hay una acumulación de bloques de igual composición.

El conjunto de escarpes que se observa a media ladera, se inicia por debajo del pueblo de El Morisco y se continúa hacia Santa Lucía, y presenta características diferentes. Muestra paquetes de lavas fonolíticas, traquitas e ignimbritas, levemente inclinados hacia el oeste y que parecen tener correspondencia con las fonolitas de la ladera opuesta, aunque estén deslizadas. Por encima del cantil, a la altura de El Morisco éstos materiales aparecen atravesados por numerosos diques subverticales de composición ácida (traquitas-fonolitas), muy descompuestos y que están dispuestos según direcciones variables, de E.-O. a NO.-SE. Estas superficies de debilidad marcadas por los diques son las que aprovecha el cantil rocoso en su evolución.

Este conjunto de escarpes se cierra hacia el sur, perdiendo definición por estar cubierto en parte por pequeñas masas deslizadas. Aunque de manera menos marcada, continúa con pequeños escarpes rocosos o taludes pendientes, mantiene la litología general de fonolitas, ignimbritas y se cierra sobre un domo fonolítico seccionado parcialmente. De esta manera el conjunto de escarpes (cicatrices de antiguos deslizamientos) rodea la zona de deslizamiento inferior.

Los escarpes inferiores, ya descritos por sus signos morfológicos, corresponden a las cicatrices de los deslizamientos recientes de Rosiana. A partir de ellos y hasta el barranco los materiales predominantes son una masa deslizada caótica.

Los materiales involucrados en el deslizamiento son depósitos de estructura caótica, constituidos por fragmentos angulosos a subangulosos, muy heterométricos, desde gravas a grandes bloques; dentro de una matriz arcillo-arenosa que representa por término medio el 40% del volumen total, aunque en ciertas zonas los fragmentos de roca son casi exclusivos. Son por tanto coluviones arcillo-arenosos, cuyo común denominador, además de su aspecto caótico característico, está en la fuerte alteración (física y química) que presentan sus componentes (foto 6).

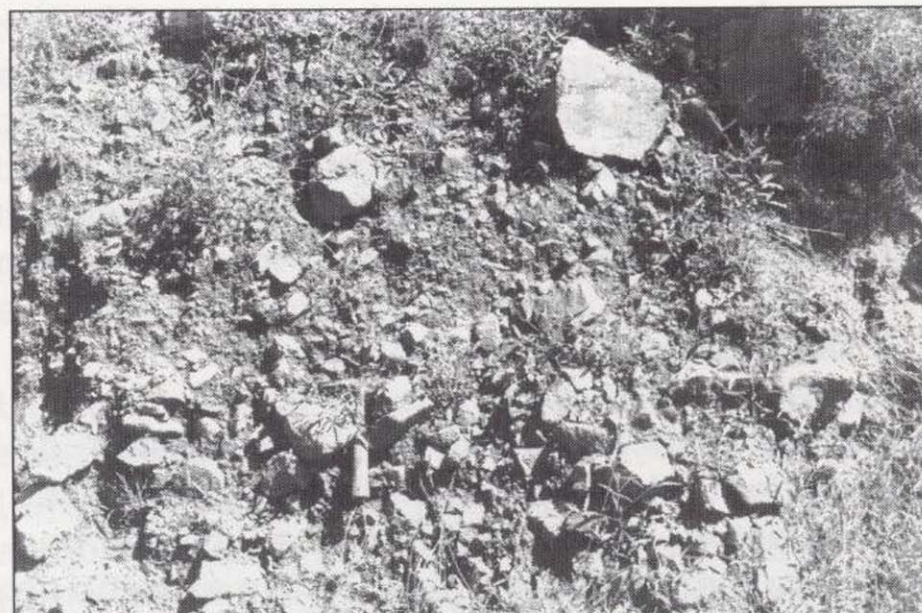


Foto 6. Aspecto de la estructura interna caótica que presentan los materiales que constituyen las masas deslizadas de Rosiana (coluviones arcillo-arenosos).

A partir del Sistema de Clasificación Unificada de Suelos U.S.C.S. estos materiales se pueden considerar como un suelo tipo GC (gravas arcillosas) mezcla de grava-arena-arcillas en proporciones variables; con una media de 58.5 % de fracción gruesa (gravas y bolos), 19.8 % de fracción arenosa y 21.7 % de finos (limos y arcillas); siendo la fracción fina de baja plasticidad, tipo CL (tabla II).

La composición de los fragmentos es variada; lavas fonolíticas, ignimbritas, tobas volcánicas, lavas basálticas y brechas volcánicas, estas últimas en pequeña proporción. En conjunto las rocas originales son todas volcánicas y corresponden a las formaciones traquítico-riolítica y fonolítica del Ciclo I (Mioceno medio y superior) y al Ciclo Roque Nublo (Plioceno).

MUESTRA	G	A	F	USCS	FF	LL	LP	IP
1	63.3	21.1	15.6	GC	CL	35	17.9	17.1
2	81.3	15.6	03.1	GP	CL	41.5	24.1	17.4
3	54.5	18.1	27.4	GC	CL	44.6	20.9	23.7
4	35.0	24.4	40.6	GC	CL	47.3	23.5	23.8
MEDIA %	58.5	19.8	21.7			42.1	21.6	20.5

G : % de gravas y bolos. FF: Clasificación de la fracción fina.  
 A : % de arenas. LL: Límite líquido.  
 F : % de limos y arcillas. LP: Límite plástico.  
 USCS : Clasificación unificada. IP: Índice de plasticidad.

Tabla II. Resumen de los ensayos de identificación de cuatro muestras de coluviones arcillo-arenosos, tomadas en las masas deslizadas de Rosiana.

grandes paquetes de brecha volcánica del Ciclo Roque Nublo que descansan sobre unos depósitos de piroclastos y coladas de basaltos muy alterados y niveles de cenizas ácidas. Al pie y procedente del escarpe hay una acumulación de bloques de igual composición.

El conjunto de escarpes que se observa a media ladera, se inicia por debajo del pueblo de El Morisco y se continúa hacia Santa Lucía, y presenta características diferentes. Muestra paquetes de lavas fonolíticas, traquitas e ignimbritas, levemente inclinados hacia el oeste y que parecen tener correspondencia con las fonolitas de la ladera opuesta, aunque estén deslizadas. Por encima del cantil, a la altura de El Morisco éstos materiales aparecen atravesados por numerosos diques subverticales de composición ácida (traquitas-fonolitas), muy descompuestos y que están dispuestos según direcciones variables, de E.-O. a NO.-SE. Estas superficies de debilidad marcadas por los diques son las que aprovecha el cantil rocoso en su evolución.

Este conjunto de escarpes se cierra hacia el sur, perdiendo definición por estar cubierto en parte por pequeñas masas deslizadas. Aunque de manera menos marcada, continúa con pequeños escarpes rocosos o taludes pendientes, mantiene la litología general de fonolitas, ignimbritas y se cierra sobre un domo fonolítico seccionado parcialmente. De esta manera el conjunto de escarpes (cicatrices de antiguos deslizamientos) rodea la zona de deslizamiento inferior.

Los escarpes inferiores, ya descritos por sus signos morfológicos, corresponden a las cicatrices de los deslizamientos recientes de Rosiana. A partir de ellos y hasta el barranco los materiales predominantes son una masa deslizada caótica.

Los materiales involucrados en el deslizamiento son depósitos de estructura caótica, constituidos por fragmentos angulosos a subangulosos, muy heterométricos, desde gravas a grandes bloques; dentro de una matriz arcillo-arenosa que representa por término medio el 40% del volumen total, aunque en ciertas zonas los fragmentos de roca son casi exclusivos. Son por tanto coluviones arcillo-arenosos, cuyo común denominador, además de su aspecto caótico característico, está en la fuerte alteración (física y química) que presentan sus componentes (foto 6).

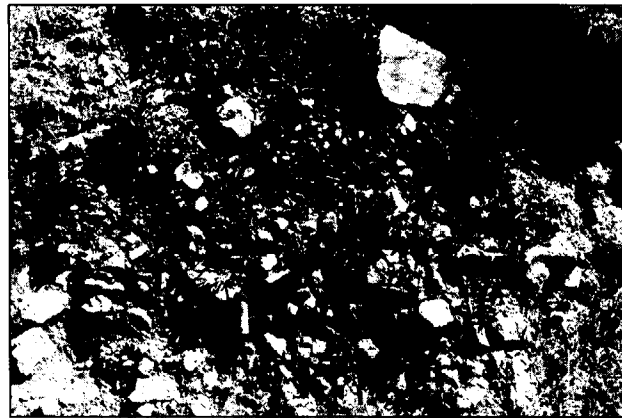


Foto 6. Aspecto de la estructura interna caótica que presentan los materiales que constituyen las masas deslizadas de Rosiana (coluviones arcillo-arenosos).

A partir del Sistema de Clasificación Unificada de Suelos U.S.C.S. estos materiales se pueden considerar como un suelo tipo GC (gravas arcillosas) mezcla de grava-arena-arcillas en proporciones variables; con una media de 58.5 % de fracción gruesa (gravas y bolos), 19.8 % de fracción arenosa y 21.7 % de finos (limos y arcillas); siendo la fracción fina de baja plasticidad, tipo CL (tabla II).

La composición de los fragmentos es variada; lavas fonolíticas, ignimbritas, tobas volcánicas, lavas basálticas y brechas volcánicas, estas últimas en pequeña proporción. En conjunto las rocas originales son todas volcánicas y corresponden a las formaciones traquítico-riolítica y fonolítica del Ciclo I (Mioceno medio y superior) y al Ciclo Roque Nublo (Plioceno).

MUESTRA	G	A	F	USCS	FF	LL	LP	IP
1	63.3	21.1	15.6	GC	CL	35	17.9	17.1
2	81.3	15.6	03.1	GP	CL	41.5	24.1	17.4
3	54.5	18.1	27.4	GC	CL	44.6	20.9	23.7
4	35.0	24.4	40.6	GC	CL	47.3	23.5	23.8
MEDIA %	58.5	19.8	21.7			42.1	21.6	20.5

G : % de gravas y bolos. FF: Clasificación de la fracción fina.  
 A : % de arenas. LL: Límite líquido.  
 F : % de limos y arcillas. LP: Límite plástico.  
 USCS : Clasificación unificada. IP: Índice de plasticidad.

Tabla II. Resumen de los ensayos de identificación de cuatro muestras de coluviones arcillo-arenosos, tomadas en las masas deslizadas de Rosiana.

## 2.4. Tipología de los movimientos.

El movimiento dominante se identifica con un deslizamiento plano en suelos, con una pendiente del plano de rotura aproximadamente paralela a la superficie (8-14°) y cuya profundidad debe estar comprendida entre los 12 m. (cizallamiento y rotura de un pozo) y el contacto con el substrato impermeable que no sobrepasa los 30 m. (figura 5).

El hecho de que la zona haya sufrido desplazamientos importantes en repetidas ocasiones (1879, 1921, 1923 y 1956) permite tratar al movimiento como un deslizamiento reactivado. Este movimiento muestra además dos condiciones que con frecuencia son las dos causas principales de los deslizamientos de este tipo: 1º) presencia de eventos lluviosos de gran intensidad con la correspondiente elevación de los niveles piezométricos y aumento de las presiones intersticiales; y 2º) la erosión del pie, por las aguas del barranco que han ido desalojando los frentes del deslizamiento, que llegaban a él intentando taparlo.

## 3. ANALISIS RETROSPECTIVO DEL MOVIMIENTO DE 1956.

### 3.1. Condiciones principales.

En gran parte ya han sido descritas en los apartados anteriores algunas de las condiciones que permitieron el movimiento; de forma resumida serían:

- \* Lluvias fuertes como elemento desencadenante con la correspondiente elevación del nivel freático.
- \* Erosión del pie durante el movimiento.
- \* Existencia de superficies de rotura producidas en eventos anteriores que dejaban al conjunto en condiciones de resistencia residual.

En los apartados siguientes se realizan algunas consideraciones acerca del movimiento: su relación con las precipitaciones, una estimación de los parámetros resistentes del terreno durante la rotura, y se evalúa la estabilidad futura.

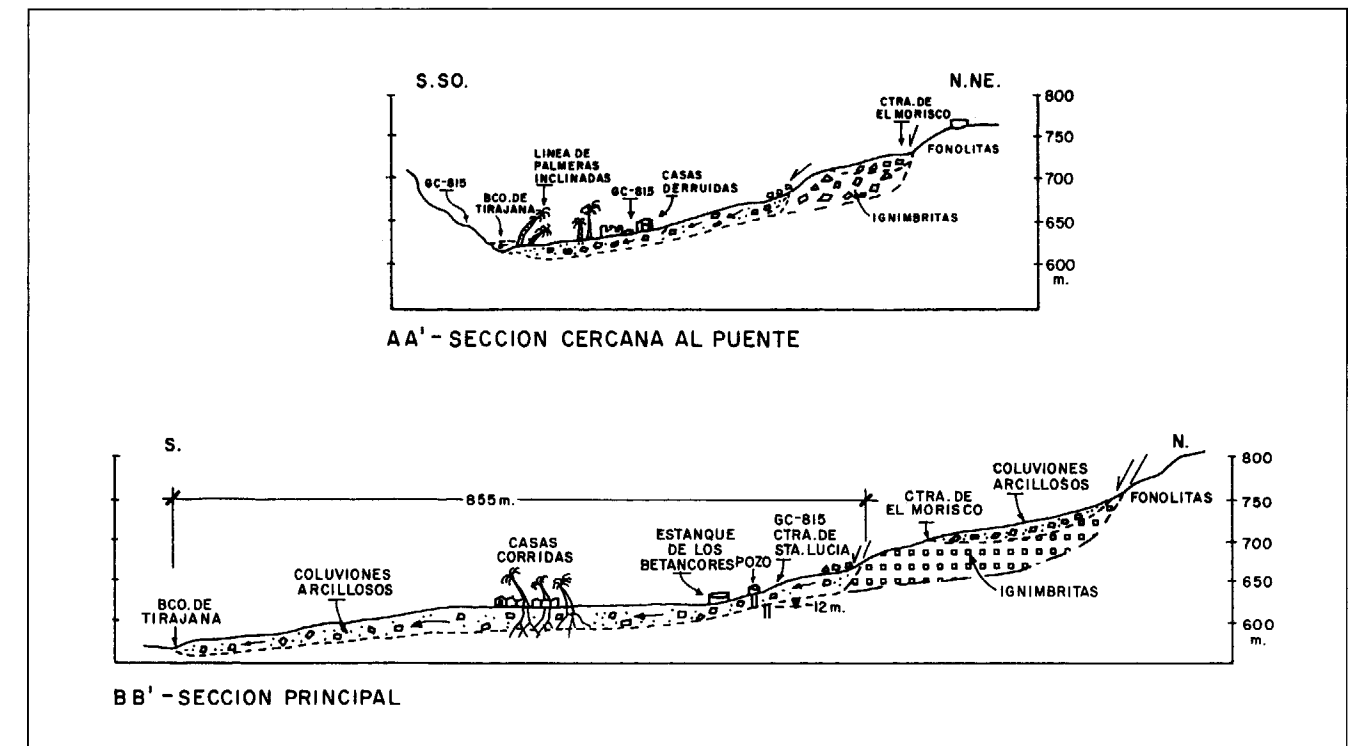


Figura 5. Secciones longitudinales del deslizamiento de Rosiana (indicadas en la figura 3).



### 3.2. Relación con las precipitaciones.

Las precipitaciones de febrero de 1956 en ésta y otras zonas de la isla fueron claramente excepcionales dentro del régimen atmosférico normal. Si bien la estación pluviométrica de Taidía (nº 100) está muy cercana y caracteriza bien la zona de Rosiana, la morfología de la cuenca y los materiales, masas rocosas muy fracturadas, indican que el agua de escorrentía proveniente de las zonas superiores influyó notablemente en la recarga del terreno; por esta razón se deben tener en cuenta también los datos de otras dos estaciones, Culata de Risco Blanco (nº 082) y Cuevas Blancas (nº 033), situadas a 2.5 y 4 km., respectivamente, al N. de Rosiana (tabla III).

Estaciones pluviométricas	Taidía (100)	Culata R.B. (082)	Cuevas Blancas (033)
Precip. media anual 1951-90 (mm.)	375.0	453.6	890.6
Precipitación 1955-56 (mm.)	1302.9	1634.0	2417.3
Precip. media de febrero 1951-1990 (mm.)	75.0	89.7	139.5
Precip. febrero 1956.	621.7	644.8	1134.3
Precip. Máx. 24h. 1951-1990 (mm.)	272.6 14 feb.'56	253.8 15 feb.'56	334.7 15 feb.'56
Período de retorno. Ley de distribución de Gumbel.	250 años	100 años	250 años

Tabla III. Análisis de las precipitaciones en la zona de Rosiana.

De los datos expuestos en la tabla III se pueden extraer tres conclusiones generales sobre el único deslizamiento que cuenta con un registro de lluvias; el deslizamiento de Rosiana de febrero de 1956. En primer lugar, tanto el año de 1956 como su mes de febrero superan en mucho las medias de lluvias para la zona, considerando el período de 1951-90; segundo, más de 1/3 de la lluvia de febrero de 1956 cayó en un día y representa el máximo de todas las intensidades máximas en 24h. del período 1951-90; y tercero, el análisis de los períodos con Imáx. 24h. según la ley de Gumbel ofrece un período de retorno de 100-250 años para las lluvias de Rosiana de febrero de 1956.

Aunque sea de forma resumida conviene comentar en que consiste el régimen atmosférico normal en la isla de Gran Canaria, que tipo de precipitaciones afectan habitualmente a este sector de la isla (San Bartolomé de Tirajana) y que tipo de clima es el característico; de esta manera se llega a apreciar mejor que las lluvias de febrero de 1956 fueron realmente excepcionales en Rosiana.

En primer lugar, el comportamiento de las lluvias en las islas Canarias depende principalmente del relieve; de tal manera que los vientos principales que son los alisios, provenientes del N.-NE., en las islas montañosas (por ejemplo Gran Canaria y Tenerife) generan el característico "mar de nubes" entre los 800 y 1500 m. de altitud, que se concentra en las vertientes que dan al norte (MARZOL JAEN, 1988). En condiciones de inestabilidad atmosférica se originan nubes de gran desarrollo vertical que en el caso de Gran Canaria llegan a sobrepasar la zona de cumbres (1949 m., Pico de las Nieves) y desbordan ligeramente por la fachada sur, provocando ténues precipitaciones. Estas condiciones corresponden a una situación normal en la isla, las lluvias se producen entre noviembre y febrero (o por extensión octubre-marzo) y el resto del año las lluvias en la zona son realmente escasas en intensidad y frecuencia. De esta manera se justifica que la depresión de Tirajana tenga un clima subtropical seco como el más característico.

Las precipitaciones importantes en Tirajana corresponden a situaciones atmosféricas distintas a las ya aludidas y son en general menos frecuentes; se producen una a tres veces al año y existen años que no se registran eventos de este tipo. Consisten en la formación de estrato-cúmulos que provienen del S.-SE. y que se originan cuando una borrasca general del Atlántico baja hacia el Sur, hacia las islas Azores, provocando una corriente de retorno sobre la costa africana y las islas Canarias de componente S-SE., chocando las nubes eventualmente con las islas. Cuando estos estrato-cúmulos impactan con el sur de Gran Canaria, penetran por los barrancos y en el caso de Tirajana van desarrollándose hasta chocar con las paredes del norte de la depresión, provocando una precipitación importante, de gran intensidad. Estas condiciones atmosféricas anómalas, provocan lluvias violentas, con series cortas y son las que dan las mayo-

res intensidades máximas en 24 h. del año, a pesar de su carácter aislado.

El tipo de precipitaciones anteriormente descrito es el que mayor influencia tiene en los desprendimientos y deslizamientos actuales de la depresión de Tirajana; aunque en el caso de los deslizamientos se requieren además lluvias más prolongadas de lo normal, pues sin una recarga previa del terreno no llegan a activarse este tipo de movimientos.

Atendiendo ahora a la figura 6 se obtiene que el movimiento se inició el día 16 (con 544 mm. de lluvia acumulada), dos días después de la máxima precipitación, y aunque las lluvias posteriores no fueron excesivas, sí fueron bastante continuadas para lo normal en la zona; lo que permitió el aumento de la presión de agua intersticial y que el terreno sufriera desplazamientos durante 10 días.

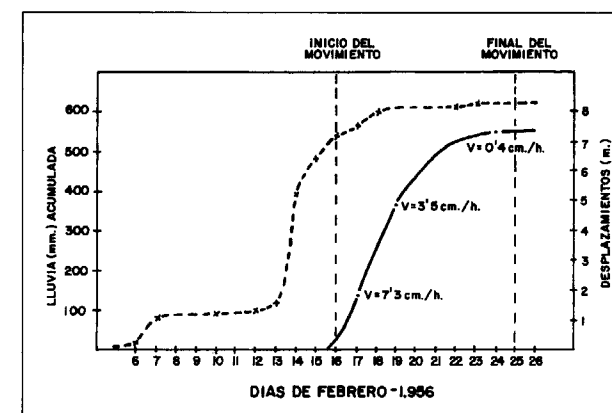


Figura 6. Relación precipitación acumulada-desplazamientos del deslizamiento de Rosiana. Obtenida a partir de las medidas realizadas por MACAU VILAR (1956) en un tramo de carretera deslizado y de datos del Servicio Hidráulico de Las Palmas.

Se cuenta con un registro diario de lluvias desde el año agrícola 1951-52 hasta la actualidad pero, por otro lado, los últimos movimientos históricos registrados corresponden a los años 1879, 1921, 1923 y 1956. En consecuencia, sólo el deslizamiento de 1956 ha sido posible relacionarlo con las precipitaciones. Por otro lado, se han producido desplazamientos del estribo izquierdo del puente antiguo entre 1956-1990 y 1990-1996 (ver figura 2), lo que significa que ha habido lluvias que han reactivado, aunque sea parcialmente, el movimiento.

A partir de los datos obtenidos es difícil establecer de manera clara una lluvia umbral que, una vez sobrepasada, permita nuevos movimientos.

No obstante, se han analizado los períodos con mayores valores de lluvia acumulada del período 1951-95 que se han registrado en la estación pluviométrica de Taidía (nº 100), muy próxima a Rosiana (figura 7). En los casos que han sobrepasado los 400 mm. se han representado también los datos de las estaciones nº 82 y 33, que están por encima de la anterior, para comprobar la influencia de las aguas provenientes de la parte alta de la cuenca.

De los gráficos de la figura 7 se obtiene que:

- \* A pesar de la gran amplitud del período considerado sólo en 12 ocasiones las precipitaciones han sobrepasado los 200 mm. de lluvia acumulada, habiéndose producido ésta durante 4 a 8 días consecutivos.
- \* El período de lluvias del 11 al 18 de febrero de 1956 (458'7 mm. en 7 días) destaca sin duda sobre el conjunto de los intervalos lluviosos y en este sentido justifica que el día 16 se activase el deslizamiento.
- \* No obstante más recientemente, del 2 al 8 de diciembre de 1991, se alcanzaron también valores significativos (591'8 mm. en 6 días) y que podrían ser responsables de los desplazamientos sufridos entre 1990 y 1996.

Relacionando ahora los datos expuestos con anterioridad (ver tabla I y figura 7) se obtienen conclusiones de interés. Mientras que entre 1956 y 1990 (34 años) el estribo del puente se desplazó 9'3 cm., en sólo 6 años, entre 1990 y 1996 se ha desplazado 11'8 cm. Esto permite plantear que la mayor parte de los 11'8 cm. del desplazamiento se produjeron a causa de las lluvias de diciembre de 1991 y que, antes de 1990, las lluvias de enero de 1979 fueron responsables de buena parte de los desplazamientos anteriores.

En consecuencia, se puede afirmar que el umbral de precipitaciones que causan la reactivación de los deslizamientos se encuentra entorno a los 400 mm. de lluvia acumulada y a partir de los 4 días de precipitación. Este planteamiento justifica, por

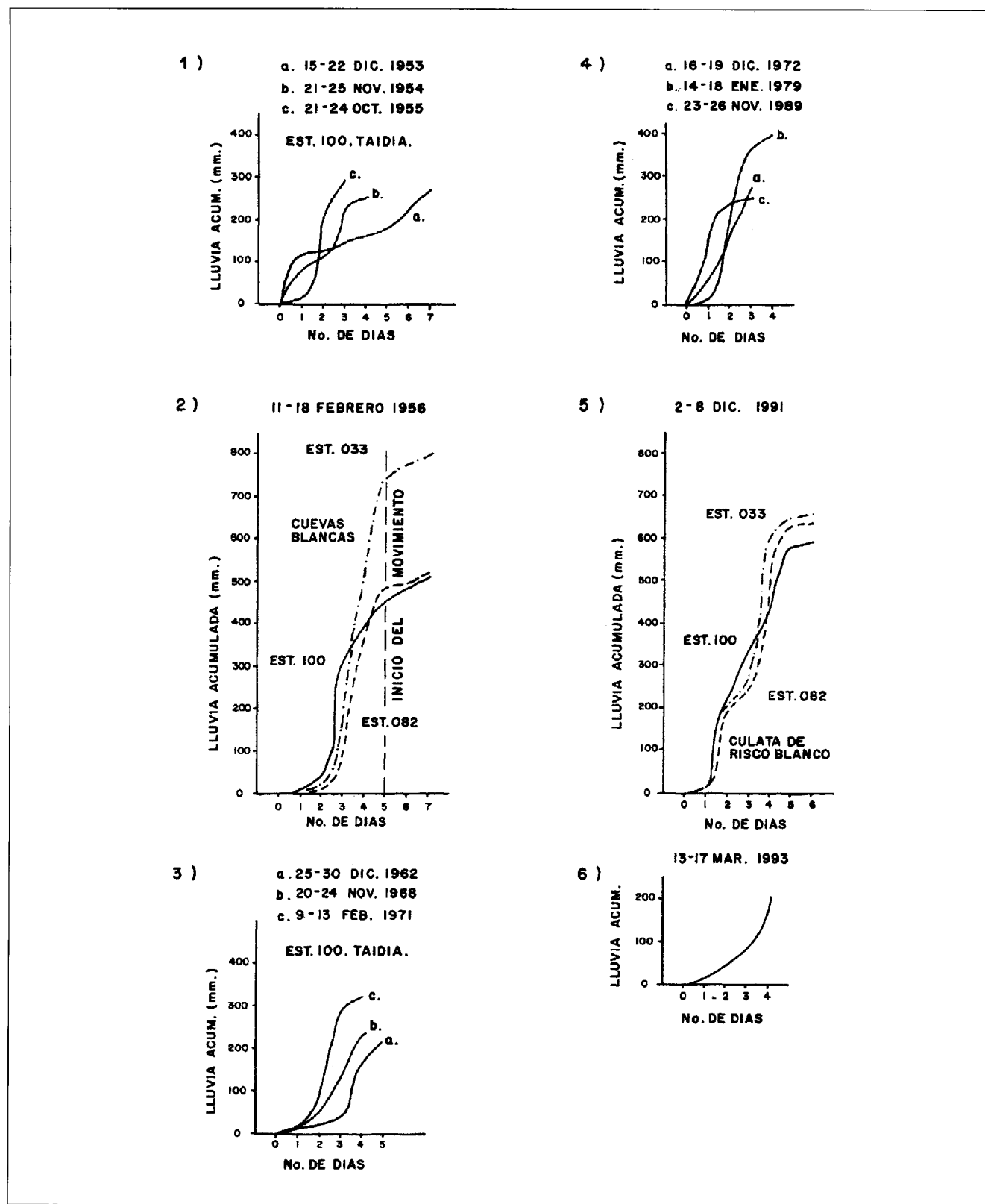


Figura 7. Precipitaciones con mayor lluvia acumulada del período 1951 - 1995 en Rosiana.

otro lado, que los valores de intensidades máximas en 24 h. no sean definitivos a la hora de provocar el movimiento, ya que los períodos de retorno obtenidos (100-250 años) no resultan coherentes con la recurrencia de los movimientos producidos en los últimos 100 años.

3.3. Estimación de las condiciones de rotura.

Según la descripción realizada hasta el momento del deslizamiento de Rosiana y su geometría, podemos asimilar el tipo de rotura que afectó principalmente al talud a una rotura plana; con la superficie de deslizamiento paralela al talud, a una profundidad pequeña (12 m.) comparada con la longitud (855 m.) y con ángulos de 8-14°.

Hemos procedido al análisis retrospectivo de las condiciones de estabilidad considerando un talud indefinido, con flujo de agua paralelo al talud. Al tratarse de un movimiento reactivado se ha tomado una cohesión  $c'=0$  y un factor de seguridad  $F=1$  para el momento de la rotura. El cálculo realizado se ha basado en el procedimiento expuesto por LAMBE y WHITMAN (1972).

Estos autores consideran un elemento de suelo donde las presiones intersticiales sobre las caras laterales se anulan y la resultante  $U$  sobre la cara inferior adopta la expresión:

$$U = a \cdot m \cdot h \cdot \gamma_w \cdot \cos \Psi_t \quad (1)$$

$\alpha$  es el ancho del elemento de suelo,  $m$  está comprendido entre 0 y 1 según la posición del nivel freático,  $h$  es la profundidad de la superficie de deslizamiento,  $\gamma_w$  el peso específico del agua y  $\Psi_t$  la inclinación del plano de rotura (figuras 8 y 9).

Del equilibrio de fuerzas en el elemento de suelo se obtiene:

$$T = \gamma \cdot a \cdot h \cdot \sin \Psi_t \quad (2)$$

$$N' = \gamma \cdot a \cdot h \cdot \cos \Psi_t - U = (\gamma - m \cdot \gamma_w) a \cdot h \cdot \cos \Psi_t \quad (3)$$

En este caso el peso específico  $\gamma$  no es constante en toda la masa deslizante, dado que ésta se encuentra parcialmente saturada. El valor de  $\gamma$  que se ha de emplear es por consiguiente un valor intermedio. El factor de seguridad es:

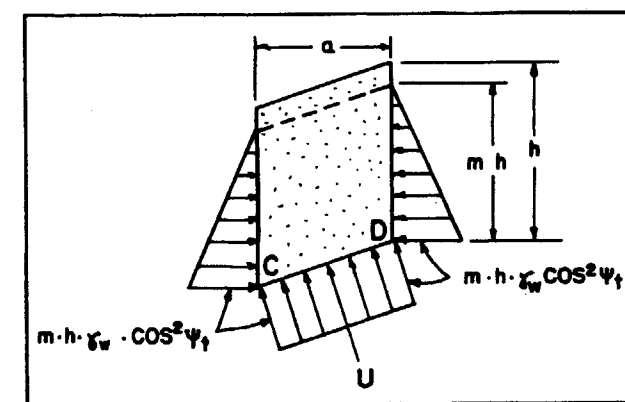


Figura 8. Talud indefinido con flujo paralelo. Presiones intersticiales periféricas.

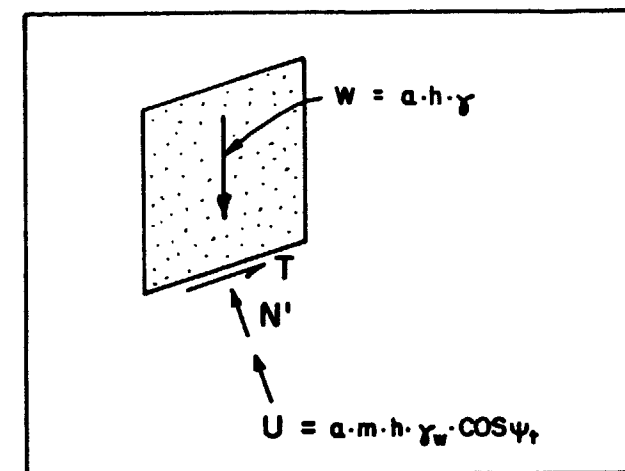


Figura 9. Talud indefinido con flujo paralelo, planteamiento del equilibrio.

$$FS = \frac{c' / h \cdot \cos^2 \Psi_t + \text{tg} \phi' (\gamma - m \cdot \gamma_w)}{\gamma \cdot \text{tg} \Psi_t} \quad (4)$$

Si el nivel freático se encuentra en la superficie del terreno  $m=1$  y entonces:

$$\gamma = \gamma - m \cdot \gamma_w = \gamma_{sat} - \gamma_w = \gamma_{sum}$$

Para suelo no cohesivo la expresión (4) queda:

$$FS = \frac{\text{tg} \phi (\gamma - m \cdot \gamma_w)}{\gamma \cdot \text{tg} \Psi_t} \quad (5)$$

El planteamiento particular para el deslizamiento de Rosiana tiene como datos de partida:

$h = 12$  m. profundidad de la superficie de deslizamiento.

$\Psi = 11^\circ$  ángulo de la superficie de rotura, valor medio entre  $8^\circ$  y  $14^\circ$ .

$c' = 0$  t/m<sup>2</sup> cohesión en la superficie de rotura.

$FS = 1$  factor de seguridad durante el deslizamiento.

Nivel freático entre 0 y 12 m. de profundidad.

$\gamma_s = 2.6$  t/m<sup>3</sup> peso específico de las partículas sólidas.

$\gamma_{sup} = 1.76$  t/m<sup>3</sup> peso específico del suelo seco.

$H = 12$  % humedad por encima del nivel freático.

$\gamma_{sat} = 1.96$  t/m<sup>3</sup> peso específico del suelo saturado.

$e = 0.65$  índice de poros.

En función de la posición del nivel freático el peso específico medio ( $\gamma_m$ ) adoptará distintos valores, según:

$$\gamma_m = \gamma_{sup} + m (\gamma_{sat} - \gamma_{sup})$$

$m =$	0	0.25	0.50	0.75	1
$m_h =$	0	3m.	6m.	9m.	12m.
$\gamma_m =$	1.76	1.81	1.86	1.91	1.96

En nuestro caso para obtener  $\Phi'$ , según las distintas situaciones del nivel freático, se puede emplear directamente la expresión (5), que sustituyendo los datos queda en:

$$\gamma_m \cdot \operatorname{tg} 11^\circ = \operatorname{tg} \Phi' (\gamma_m - m \cdot \gamma_{sat}) \quad , \text{ o bien:}$$

$$\operatorname{tg} \Phi' = \frac{\gamma_m}{\gamma_m - m \cdot \gamma_{sat}} \operatorname{tg} 11^\circ \quad (6)$$

y según los valores de  $\gamma_m$  y  $m$  se obtienen los valores de la tabla 4.

$\gamma_m$	$m$	$\operatorname{tg} \Phi'$	$\Phi'$
1.81	0.25	0.225	$12.7^\circ$
1.86	0.50	0.266	$14.9^\circ$
1.91	0.75	0.320	$17.7^\circ$
1.96	1	0.397	$21.6^\circ$

TABLA IV

Los valores del ángulo de fricción obtenidos se pueden contrastar con las relaciones establecidas por diversos autores. En concreto MESRI y CEPEDA-DIAZ (1986) relacionan el límite líquido con el ángulo de fricción residual y LUPINI, SKINNER y VAUGHAN (1981) relacionan el índice de plasticidad también con ese ángulo.

Los ensayos de identificación realizados tienen valores de 35 a 47% de humedad para el límite líquido y de 17.1 a 23.8 % para el índice de plasticidad. La representación de estos valores en las gráficas de los autores citados ofrecen valores del ángulo de fricción residual siempre superiores a  $20^\circ$ , por tanto en el caso de Rosiana resultan más acordes los valores más altos ( $17.7^\circ$  -  $21.6^\circ$ ), que corresponden a situaciones del nivel freático cercano a la superficie, entre 9 y 12 m. sobre la superficie de rotura.

Por otro lado, teniendo en cuenta la gran extensión y continuidad del movimiento no se deben descartar condiciones variables en la distribución de presiones de agua en los poros o en el ángulo de fricción a lo largo de la superficie de rotura.

En este sentido, se considera aceptable tomar los valores comprendidos entre  $17.7^\circ$  y  $21.6^\circ$  para el ángulo de fricción residual; habiendo considerado un ángulo medio de talud de  $11^\circ$  y condiciones próximas a la saturación completa. Lógicamente esta estimación no consiste más que en un tanteo a partir de la geometría y valores geotécnicos medios, ya que no hemos tenido medios para muestrear la superficie de rotura.

### 3.4. Estabilidad futura.

Se debe partir del hecho que el deslizamiento de Rosiana es un movimiento que se ha reactivado en fechas históricas (1879, 1921, 1923, 1956 y

posiblemente 1991). También hay que considerar que las condiciones morfológicas del terreno no han variado sensiblemente desde el último movimiento, teniendo en cuenta las dimensiones del mismo; incluso el pie se encuentra libre pues la erosión del barranco ha ido dejando una margen vertical en la masa deslizada de unos 3 m. de altura.

Los datos obtenidos de los desplazamientos relativos entre los estribos del antiguo puente de Rosiana permiten concluir que con posterioridad al importante deslizamiento de 1956 las masas de terreno se han seguido moviendo (9.3 cm. hasta 1990 y 11.8 cm. entre 1990 y 1996).

A partir del análisis de los períodos de lluvias con  $Im_{\max}$  en 24h. y aplicando la ley de Gumbel se ha obtenido un período de retorno de 100-250 años para las lluvias de Rosiana de 1956. No obstante, al relacionar las precipitaciones con el deslizamiento se ha llegado a la conclusión que son necesarios períodos de varios días consecutivos con lluvia, de manera que la lluvia acumulada es un parámetro más indicativo que las  $Im_{\max}$  en 24h.

A la vista de las sucesivas reactivaciones (por lo menos 4 en los últimos 100 años), el deslizamiento es bastante susceptible a sufrir futuros movimientos y la zona constituye así un área de riesgo elevado.

Aunque los datos disponibles son insuficientes para establecer estadísticamente una lluvia umbral para los movimientos, sí resulta definitivo que a los períodos de lluvias intensas y continuadas se debe sumar el aporte de aguas desde las zonas superiores de la cuenca. El análisis de las precipitaciones indica que es necesario superar los 400 mm. de lluvia acumulada y esto se produce a partir de 4-5 días de lluvia intensa.

Desde el punto de vista geotécnico, entre las causas más importantes del movimiento está la elevación de los niveles piezométricos y la erosión del pie del deslizamiento. Los parámetros estimados para la rotura corresponden a una cohesión nula, a ángulos de fricción comprendidos entre  $17.7^\circ$  y  $21.6^\circ$  y condiciones próximas a la saturación completa del talud.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren hacer constar la ayuda de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria por la concesión del proyecto "Estudio de taludes y laderas inestables de la isla de Gran Canaria", curso 1989-90, gracias al cual se iniciaron los trabajos. En lo referente a la obtención de los datos pluviométricos y su interpretación agradecemos la ayuda de D. José Antonio Núñez Llado, del Servicio Hidráulico de Las Palmas, y de Ana María Afonso López. Asimismo, dirigimos nuestro reconocimiento a D. Francisco J. Ayala Carcedo y a Mercedes Ferrer Gijón, de la División de Ingeniería Geoambiental del ITGE, por el ánimo constante recibido para abordar el estudio de grandes deslizamientos en el centro-sur de Gran Canaria.

### REFERENCIAS:

- ALONSO, E. (1987). Riesgos geológicos asociados a las avenidas y su previsión. En: Avenidas, sistemas de previsión y alarma. Bergay Dolz Ed.: 37-58. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid.
- ANCOCHEA, E.; HERNAN, F.; CENDREDO, A.; CANTAGREL, J.M.; FUSTER, J.M.; IBARROLA, E. Y COELLO, J. (1994). Constructive and destructive episodes in the building of a young Oceanic Island, La Palma, Canary Islands, and genesis of the Caldera de Taburiente. Jour. Volcanol. Geoth. Res. 60(1994) 243-262.
- ARAÑA, V. Y CARRACEDO, J.C. (1980). Los volcanes de las Islas Canarias, III. Gran Canaria. Ed. Rueda, Madrid; 175 pp.
- FUSTER, J.M.; HERNANDEZ PACHECO, A.; MUÑOZ, M.; RODRIGUEZ BADIOLA, E. Y GARCIA CACHO, L. (1968). Geología y volcanología de las Islas Canarias. Gran Canaria. Ed. Instituto Lucas Mallada; 243 pp.
- HAUSEN, H. (1960). Las Calderas Canarias. Anuario de Estudios Atlánticos, 6; pp. 133-194.
- HAUSEN, H. (1970). Desprendimientos en las Islas Canarias. Anuario de Estudios Atlánticos 16:531-559.
- IGME (1987). Estudio sobre el deslizamiento en la localidad de Hermigua en la isla de la Gomera (Canarias). Informe inédito.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA - ITGE- (1990). Mapa Geológico de España a escala 1: 25.000. Proyecto MAGNA. Hojas 1100-I-II a 114-IV (Gran Canaria).
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA - ITGE- (1992). Mapa Geológico de España a escala 1: 100.000. Gran Canaria.

LAMBE, T.W. Y WHITMAN, R.V. (1972). *Mecánica de Suelos*. Ed. Limusa, 582 pp.

LOMOSCHITZ, A. (1995). Análisis del origen y evolución de la depresión de Tirajana (Gran Canaria). Tesis Doctoral, Univ. Politécnica de Cataluña. Inédita, 203 pp. memoria y 500 pp. apéndices.

LOMOSCHITZ, A. Y COROMINAS, J. (1992). Los fenómenos de deslizamiento gravitacional de la depresión de Tirajana (isla de Gran Canaria). En: *II Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*, La Coruña, 20-23 de Octubre, 1992: 183-194.

LOMOSCHITZ, A. Y COROMINAS, J. (1996). Los depósitos de deslizamientos gravitacionales del centro-sur de Gran Canaria. *Geogaceta*, 20(6): 1346-1348.

LUPINI, J.F.; SKINNER, A.E. & VAUGHAN, P.R. (1981). The drained residual strength of cohesive soils. *Geotechnique* 31, No. 2, 181-213.

MACAU, F. (1956). La muerte de un joven enfermo. Análisis de las causas de la destrucción del puente Rosiana en la carretera de Las Palmas a San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria). *Revista de Obras Públicas*, Nov. 1956, pp. 584-594, Madrid.

MACAU, F. (1959). Las "calderas" de Gran Canaria. *An. Est. Atlánticos*, núm. 5; pp. 9-36.

MARZOL JAEN, V. (1988). La lluvia, un recurso natural para Canarias. Ed. Confederación de Cajas de Ahorros, Caja Canarias, 220 p.

MESRI, G. & CEPEDA-DIAZ, A.F. (1986). Residual shear strength of clays and shales. *Geotechnique* 36, No. 2, 269-274.

URGELES, R.; CANALS, M.; BARAZA, J. & ALONSO, B. (1996). The submarine "El Golfo" debris avalanche and the Canary debris flow, West Hierro Island: the last major slides in the Canary archipelago. *Geogaceta* 20(2): 320-393.

UNESCO (1976). *Engineering geological maps*. The Unesco Press, Paris, 79 pp.

UNESCO (1993). A suggested method for describing the activity of a landsli-de. *Bull. Int. Assoc. Engineering Geology* No.47, pp.53-57, Paris.

WATTS, A.B. & MASSON, D.G (1995). A giant landslide on the north flank of Tenerife, Canary Islands. *Jour. Geophys. Res.* Vol.100, No. B12, pp. 24, 487-498.

Original recibido: Septiembre 1997.

Original aceptado: Octubre 1997.

## CARACTERIZACION Y ORIGEN DE CEOLITAS EN FACIES LACUSTRES-PALUSTRES CON ARCILLAS MAGNESICAS DE LA CUENCA DE MADRID.

Por M. POZO (\*), J. CASAS (\* \*\*\*) y J. A. MARTIN RUBI (\*\*\*)

### R E S U M E N

Se han estudiado lutitas y carbonatos conteniendo ceolitas en litofacies pertenecientes a la Unidad Intermedia del Mioceno en las zonas de Esquivias y Pinto. Las ceolitas se presentan fundamentalmente en tres litofacies: Lutitas verdes: [filosilicatos (esmectitas magnésicas-illita/mica-caolinita)-feldspatos-cuarzo-dolomita-ópalo C-T-baritina]. Lutitas marrones-rosáceas: [Filosilicatos (kerolita/estevensita-estevensita-illita)-calcita-cuarzo]. Carbonatos: (dolomita-filosilicatos-sulfatos). En estas litofacies las ceolitas se presentan con tamaños entre 125-500 µm, recubriendo y/o rellenando moldes de raíces, grietas y porosidades intergranulares, El análisis mineralógico y químico de las ceolitas indica que pertenecen a la serie heulandita-clinoptilolita predominando el término clinoptilolítico en Esquivias y el heulandítico en Pinto. Se interpreta un origen autigénico para las ceolitas desarrolladas en paleosuelos alcalinos, donde el pH se encuentra en el rango 8-10. Las ceolitas se forman por reacción de aguas básicas ricas en cationes sobre soportes sílico-alumínicos. Las diferencias composicionales observadas en las ceolitas se correlacionan, además de con el pH, con la mineralogía de las litofacies afectadas.

*Palabras clave:* Clinoptilolita-heulandita. Arcillas magnésicas. Dolocretas. Mioceno. Cuenca de Madrid.

### A B S T R A C T

Zeolite-bearing lutite and carbonate lithofacies belonging to the Intermediate Unit of Miocene from Esquivias and Pinto areas have been studied. Zeolites are mainly related to three lithofacies: 1) Green mudstones [phyllosilicates (Mg-smectite-illite/mica-kaolinite)-feldspars-quartz-dolomite-opal C-T-barite]. 2) Brown to pinkish mudstones [phyllosilicates (kerolite/stevensite-estevensite-illite)-calcite-quartz]. 3) Carbonates (dolomite-phyllosilicates-sulphates). In these lithofacies zeolite euhedric crystals with sizes ranging from 125-500 µm are coating and/or infilling root molds, cracks and interparticle porosities. The zeolites mineralogical and chemical analysis indicates heulandite-clinoptilolite composition being clinoptilolite member prevailing in Esquivias and heulandite member in Pinto. An authigenic origin for heulandite-clinoptilolite is interpreted for zeolites developed in alkaline paleosols with pH ranging between 8-10. Zeolite formation is related to reaction between cation-rich basic waters and Si-Al supports. The compositional differences observed in zeolites are correlated, besides pH, with the mineralogy of affected lithofacies.

*Key words:* Clinoptilolite-heulandite. Mg-clays. Dolocretes. Miocene. Madrid Basin.

### INTRODUCCION

Los depósitos de kerolita-estevensita de la cuenca de Madrid se encuentran asociados a una unidad que se interpreta como lacustre-palustre

en la que alternan lutitas rosáceas con litofacies de lutitas verdes y arenas (Unidad Magnésica), estando limitada a base y techo por episodios detríticos progradantes (POZO *et al.* 1994a). Asociadas a los depósitos lacustres de llanura lutítica (facies verde) se han identificado de forma puntual ceolitas (POZO *et al.* 1995).

Numerosos investigadores han citado la presen-

(\*) Dpto. de Q.A., Geología y Geoquímica U.A.M.

(\*\*) Centro de Ciencias Medioambientales C.S.I.C. Madrid.

(\*\*\*) I.T.G.E. Madrid.

cia esporádica de minerales pertenecientes al grupo de las ceolitas en diversas litofacies del registro sedimentario de la cuenca de Madrid. En el estudio mineralógico de facies distales de abanicos aluviales en el borde norte de la cuenca del Tajo, DOVAL *et al.* (1985a) identifican ceolitas de tipo analcima y mordenita. En facies evaporíticas, DOVAL *et al.* (1985b) citan asociada a sales sódicas la presencia de philipsita. En litofacies de lutitas verdes, GARCIA *et al.* (1988) refieren la presencia de clinoptilolita y DOMINGUEZ (1994) de analcima y mordenita.

En depósitos de sepiolita de la zona de Vicálvaro, BUSTILLO y CAPITAN (1990) y BUSTILLO y BUSTILLO (1994) señalan la presencia de ceolitas (heulandita) asociadas a sílice en secuencias de silcretas. En el mismo yacimiento, y asociadas a lutitas esmectíticas, CUEVAS *et al.* (1995) confirman el carácter heulandítico de las ceolitas, con variaciones composicionales que relacionan con su morfología.

La presencia de ceolitas en depósitos sedimentarios de la cuenca de Madrid es interesante desde el punto de vista del estudio paleoambiental y mineralogénico de estos minerales, pues en su génesis no existen evidencias de participación de materiales volcánicos, tal y como sucede en los modelos clásicos de formación y zonación de ceolitas en depósitos de lagos salinos-alcalinos del SO de los Estados Unidos (SURDAM y SHEPPARD, 1978).

Los objetivos del presente trabajo son determinar el tipo de ceolitas asociadas a los depósitos de arcillas magnéticas con kerolita/estevensita, su distribución dentro de las litofacies estudiadas y la elaboración de un modelo genético que justifique su formación en el contexto sedimentológico de la zona.

## MATERIALES Y METODOLOGIA ANALITICA

### Materiales

Los materiales estudiados se encuadran dentro de la Unidad Intermedia del Mioceno diferenciada en la cuenca de Madrid (ALBERDI *et al.* 1983; JUNCO y CALVO 1983). Dentro de esta unidad se han distinguido facies de arenas micáceas

y lutitas verdes con intercalaciones de lutitas rosáceas que se incluyen en una unidad cartográfica que, en forma de banda, se distribuye con orientación aproximada norte-sur, con buen desarrollo entre las poblaciones de Pinto y Esquivias. (Figura 1a)

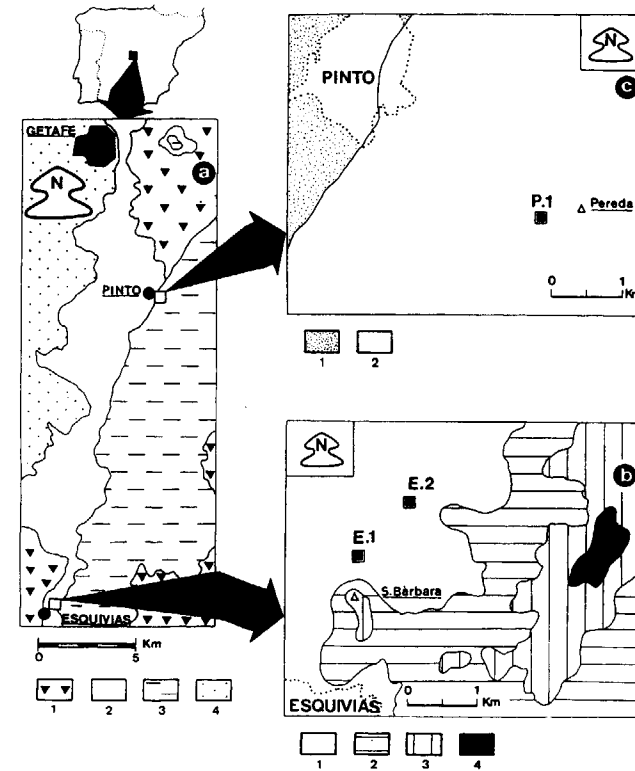


Figura 1. Situación geológica

a) Mapa geológico regional de la zona estudiada. 1. Yesos y arcillas. 2. Arenas micáceas y lutitas. 3. Carbonatos, lutitas y rocas silíceas. 4. Arcosas.

b) Localización de los puntos muestreados en la zona de Esquivias (E.1 y E.2). 1. Arenas micáceas, lutitas verdes y rosas. 2. Lutitas, margas y carbonatos. 3. Lutitas y rocas silíceas masivas. 4. Lutitas, diatomitas y rocas silíceas laminadas.

c) Situación de la columna P.1 muestreada en la zona de Pinto. 1. Arenas micáceas. 2. Arenas micáceas, lutitas, margas y yesos.

Se han estudiado 70 muestras repartidas en dos columnas levantadas en la zona de Esquivias (E.1 y E.2) (Figura 1b) y una en la de Pinto (P.1) (Figura 1c). Estas series incluyen litofacies en las que se ha detectado ceolitas y que se pueden encuadrar en la "Unidad Magnética" definida por POZO y

CASAS (1995). Esta unidad está constituida por lutitas verdes con intercalaciones arenosas y lutitas masivas y arenitas de intraclastos lutíticos de tono rosa a marrón ricas en arcillas magnéticas, caracterizadas por MARTIN DE VIDALES *et al.* (1991) como interestratificados irregulares de kerolita/estevensita. En Pinto destaca, además de las litofacies lutíticas, la existencia de niveles dolomíticos que se organizan en secuencias rítmicas lutita/carbonato. Tanto en Esquivias como en Pinto, la "Unidad Magnética" se dispone sobre un episodio detrítico constituido fundamentalmente por litofacies laminadas de arenas micáceas y lutitas.

### Metodología analítica

En la descripción de las muestras ha sido de una gran utilidad el empleo de lupa binocular en la detección de ceolitas, ya que, pese a su pequeño tamaño (<0,5 mm), características como el desarrollo de cristales euhédricos, brillo vitreo-adamantino, ausencia de reacción en medio ácido y, especialmente, el aspecto maclado y bajo relieve en medio acuoso permite reconocerlas fácilmente.

El estudio mineralógico de las muestras se ha realizado mediante difracción de rayos X (DRX), tanto para la muestra total pulverizada como para la fracción arcilla (<2µm) obtenida por dispersión y sedimentación en medio acuoso. La caracterización de los constituyentes de la fracción arcilla se ha efectuado sobre agregados orientados de muestras homoionizadas en Mg<sup>2+</sup>, solvatadas con etilenglicol y tratadas térmicamente a 550°C. Para la determinación del carácter di o trioctaédrico se estudió en muestra desorientada de la fracción menor de 2 µm la región entre 55-65° en las condiciones propuestas por DESPRAIRES (1983).

La baja proporción de ceolitas en las muestras estudiadas ha requerido para su caracterización mineralógica la separación de las mismas del material que las engloba, empleándose técnicas de tamizado y de extracción manual de los cristales, obteniéndose concentrados que se utilizaron para la caracterización por difracción de rayos X.

La cuantificación de los minerales se ha realizado

mediante el método de los poderes reflectantes, utilizando los valores de SCHULTZ (1964) en muestra total y los de BARAHONA (1974) y VAN DER MAREL (1966) en agregados orientados de la fracción arcilla. La caracterización de las ceolitas dentro de la serie heulandita-clinoptilolita ha permitido estimar su contenido empleando un poder reflectante de 0,8 para la reflexión de 8,9 Å (SCHULTZ 1964).

La relación textural de las ceolitas con las litofacies que las incluyen se ha establecido mediante el estudio petrográfico en lámina delgada de muestras embutidas en plástico y tratadas al vacío según técnica habitual. En el estudio morfológico y químico semicuantitativo de los cristales de ceolita seleccionados se ha empleado microscopía electrónica de barrido (MEB) con equipo de análisis EDX. El análisis químico cuantitativo de los cristales de ceolitas se ha realizado en concentrados mediante fluorescencia de rayos X (FRX).

## RESULTADOS

### Descripción de litofacies y mineralogía

Se recoge en este apartado la descripción de litofacies y composición mineralógica de las secciones E.1 y E.2 estudiadas en Esquivias (Figura 2) y de la P.1 en Pinto (Figura 3).

#### Sector de Esquivias

En esta zona se han diferenciado cinco litofacies que se relacionan a continuación. (Figura 2a)

#### 1) Lutitas verdes

Constituida por niveles en general compactos y masivos, con proporción variable en fracción limo y arena, esta última frecuentemente como clastos dispersos en la masa arcillosa que pueden llegar a tres milímetros, ocasionalmente acumulados en lenticulas, predominando los tonos verde grisáceos a azulados. Rasgos frecuentes son la existencia de arcillas orientadas ligadas a "slickensides" y de pedotúbulos fundamentalmente de raíces de diverso tamaño y con relleños en general granulares, del propio material o distinto. Ocasionalmente se ha observado carbonatación puntual de la lutita, lo que le confiere

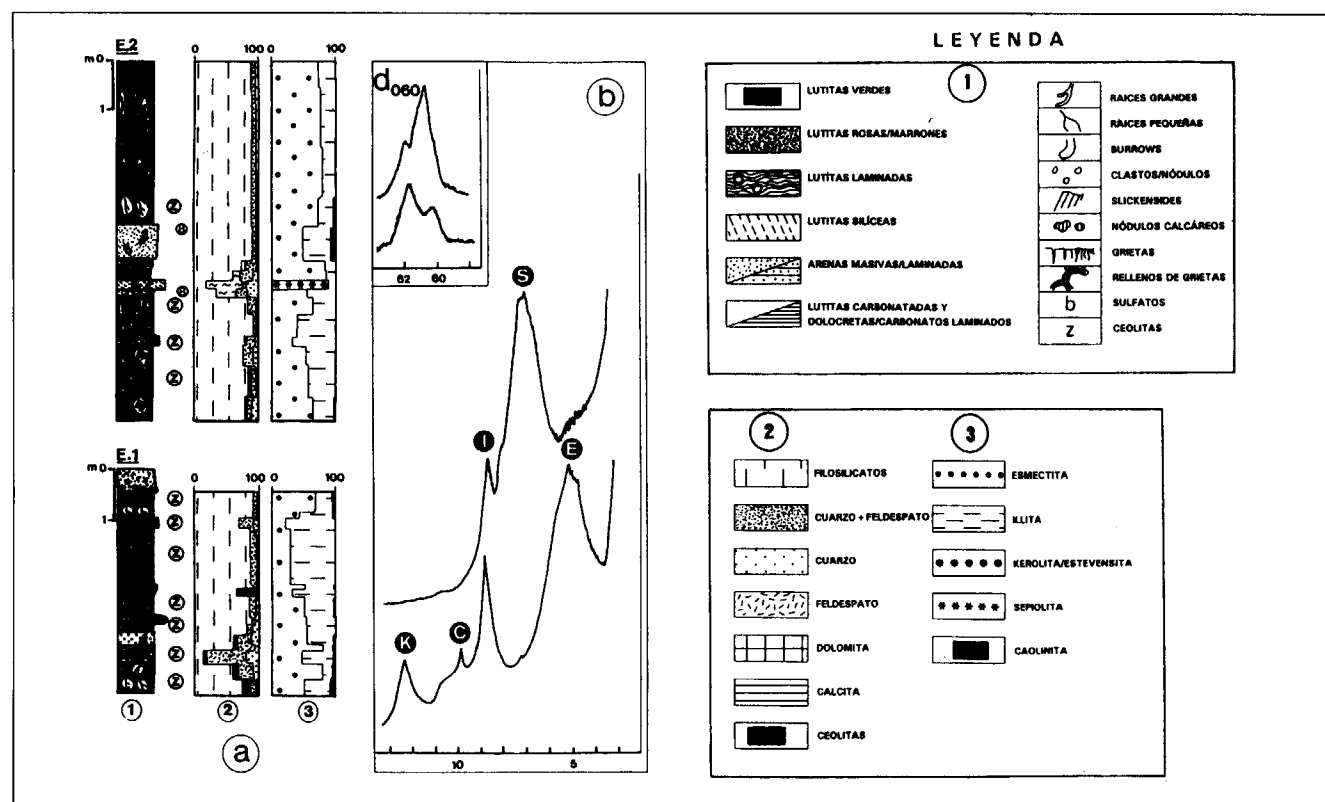


Figura 2.

a) Litofacías y composición mineralógica en la zona de Esquivias (E.1 y E.2). 1. Litofacías y rasgos sedimentarios. 2. Mineralogía global. 3. Mineralogía de la arcilla.

b) Diagramas de DRX de agregados orientados tratados con etilenglicol y d060 representativos de las asociaciones de minerales observados. E. esmectita. S. sepiolita. I. illita. K. caolinita. C. clinoptilolita-heulandita.

aspecto terroso y, rellenando grietas, nódulos constituidos por cristales milimétricos tabulares que se han caracterizado por DRX como baritina.

En la sección E.2 se han reconocido además niveles laminados con evidencias de bioturbación y desarrollo de "slickensides". Este material incluye de modo turbulento, nódulos blancos silíceos de morfología subredondeada y tamaños variables (2-10 mm), siendo muy abundantes en la base de alguno de estos niveles.

## 2) Arenas

Está constituida por arenas finas, con medianas comprendidas entre 62  $\mu\text{m}$  y 0.25 mm y diversas proporciones en limo-arcilla. Así, intercaladas entre lutitas verdes, muestran tonalidad blanca, escasa matriz y laminación paralela, en cambio, a techo de las mismas se incrementan los conteni-

dos en limo-arcilla mostrando aspecto masivo. En general se observa mala selección, con escasez de micas y predominio de cuarzo y feldespatos.

## 3) Lutitas híbridas

De aspecto terroso fino y masivo se caracterizan por presentar coloración variable, oscilando de gris verdosa a rosa, con cierto aspecto marmorizado y nódulos terrosos calcícticos. Con frecuencia se observan intraclastos rosáceos redondeados rellenando grietas en la lutita. Presentan bioturbación de raíces y de "burrows" con impregnaciones de hierro y manganeso.

## 4) Lutitas marrones y negras

Se incluyen aquí materiales con tonalidades de marrón chocolate a negro en los que es posible diferenciar niveles masivos y laminados que se

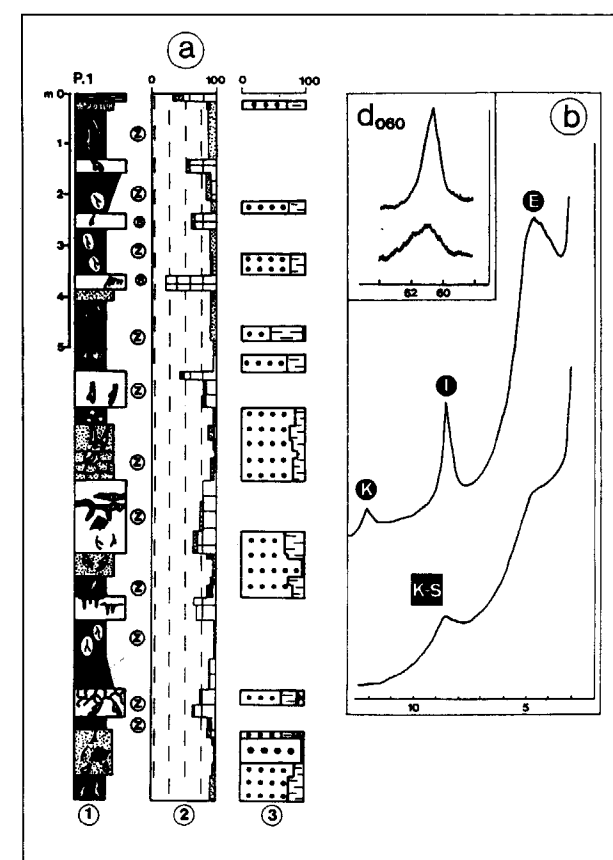


Figura 3.

a) Litofacías y composición mineralógica en la zona de Pinto (columna P.1). 1. Litofacías y rasgos sedimentarios. 2. Mineralogía global. 3. Mineralogía de la arcilla.

b) Diagramas de DRX de agregados orientados tratados con etilenglicol y d060 representativos de asociaciones de minerales de la arcilla observadas. E. esmectita. I. illita. K. caolinita. K-S. interestratificado kerolita/estevensita.

disponen asociados en la secuencia sedimentaria. Las lutitas masivas muestran tonalidades más claras con aspecto intraclástico e intensa bioturbación de "burrows", pudiendo presentar a techo intercalaciones finas carbonatadas. Los términos laminado son muy compactos, con aspecto de "shales", contienen clastos de terrigenos englobados turbulentamente entre las láminas, mostrando distinta tonalidad según la proporción de materia orgánica, que en general se incrementa a techo donde predomina el color negro. En planos se detectan tinciones amarillentas de hierro y bioturbación de "burrows".

## 5) Lutitas silíceas

Se incluye aquí un nivel tabular muy compacto,

duro y adherente que presenta tonos beige claros, aspecto masivo y frecuentes tinciones de manganeso en planos. Localmente muestra bioturbación de raíces y "burrows", estos últimos con rellenos clásticos marrón oscuro.

Las proporción de ceolitas en estas litofacías y sus asociaciones mineralógicas se recogen en la Tabla 1(A). Asimismo en la figura 2b se muestran dos diagramas de DRX (agregados orientados glicolados y d060) representativos de la mineralogía de la arcilla en las litofacías de lutitas verdes y de lutitas silíceas.

## Sector de Pinto

En esta zona se han diferenciado tres litofacías que se relacionan a continuación. (Figura 3a)

### 1) Lutitas verdes

Presentan aspecto masivo y tonos variables que van de verde grisáceo a azulado, ocasionalmente híbridas en la proximidad a niveles de la litofacías de lutitas marrón-rosáceas. A veces muestran rasgos de desecación con desarrollo de brechas y compactación muy variable según el grado de cementación arcillosa. Con frecuencia se observan orientaciones de arcillas y tinciones de manganeso en "slickensides". La bioturbación es en general abundante, fundamentalmente de raíces que presentan perforaciones de diverso tamaño. Por carbonatación pueden pasar a lutitas carbonatadas y dolocretas.

### 2) Lutitas carbonatadas/dolocretas

Está constituida esta litofacías por lutitas masivas verdes oscuras a blanquecinas con diverso grado de carbonatación. Con frecuencia se detectan rasgos de desecación con desarrollo de fisuras planares o curvas en todas direcciones y, de forma puntual, perforaciones de raíces. En los niveles más oscuros es de destacar la existencia en grietas de rellenos rosáceos constituidos por intraclastos redondeados de tamaño arena fina.

### 3) Lutitas marrón-rosáceas

Está constituida por materiales de aspecto masivo a terroso, con frecuentes morfologías redondeadas afectadas en diverso grado por cementos arcillosos que pueden ser predominan-

Litofacies	% CEOLITAS	MINERALOGÍA GLOBAL	MINERALOGÍA DE ARCILLAS
<b>A</b> Lutitas verdes	15 %	Filo >> Fd.(Ca-Na > K) ± Q. ± Ca. ± Óp. CT ± Ba.	Em.(tri > di) > Illita ± Caol.
Arenas	5 %	Fd.(Ca-Na > K)- Filo.- Q.	Em. -Illita ± Caol.
Lutitas híbridas	<5 %	Filo -Q.-Fd. ± Ca.	Em.(tri) -Illita ± Caol.
Lutitas marrones y negras	n.d.	Filo -Q.-Fd. ± Ca. ± Ba. ± Óp. CT	Em.(tri) -Illita -Caol.
Lutitas silíceas	n.d.	Óp. CT- Filo.	Sepiolita -Illita ± Esmectita
<hr/>			
<b>B</b> Lutitas verdes	5 %	Filo.- Q.- Fd. ± Dolomita	Em. (tri > di) -Illita ± Caol.
Lutitas carbonáticas	<5 %	Dolomita- Filo ± Q. ± Fd.	Em. -Illita ± Caol. ± Sepiolita
Lutitas marrón-rosáceas	7 %	Filo ± Q. ± Fd ± Dolomita ± Ca.	Kerolita/Estev.-Illita ± Caol.

A: Secciones E.1 y E.2 de Esquivias. B: Sección P.1 de Pinto

Filo: filosilicatos; Q: cuarzo; Ca: calcita; Fd: feldspatos (Ca-Na: calco-sódicos; K: potásicos); Op. CT: ópalo C.T.; Ba: baritina; Em: esmectita (tri, di: tri ó dioctaédrica); Caol: caolinita; Estev: estevensita. ±: presencia ocasional del mineral.

Tabla 1. Mineralogía de las litofacies estudiadas en las zonas de Esquivias y Pinto.

tes, confiriendo al material aspecto rugoso y alta compacidad. Presentan bioturbación de raíces de tamaño variable con rellenos ferruginosos, "slic-kensides" con tinciones de manganeso y ocasionalmente rasgos de desecación, con desarrollo de morfologías que quedan incluidas en el nivel suprayacente.

Las proporción de ceolitas en estas litofacies y sus asociaciones mineralógicas se recogen en la Tabla 1(B). Asimismo en la figura 3b se muestran dos diagramas de DRX (agregados orientados glicolados y d060) representativos de la mineralogía de la arcilla en las litofacies de lutitas verdes y marrón-rosáceas.

#### Texturas de las litofacies con ceolitas

Petrográficamente se han encontrado ceolitas en las porosidades secundarias desarrolladas en litofacies de lutitas verdes, dolocretas y lutitas marrón-rosáceas. Los diferentes tipos de porosidades en los que se han detectado ceolitas en este estudio se recogen en la figura 4.

Las lutitas verdes se presentan al microscopio

como un material fino ópticamente anisótropo en el que con frecuencia se observan arcillas orientadas con fábricas bimasépicas y esquelsépicas (BREWER 1976). El desarrollo de la pedalidad es variable y la bioturbación importante tanto de "burrows" como de raíces. Las ceolitas se han observado en moldes de raíces y grietas, con tamaños que oscilan entre 130-260 μm, habiéndose visto ceolitas que se desarrollan a expensas de pequeños nódulos de sílice fibrorradial (Fig. 5a).

Las lutitas marrones muestran frecuentes texturas intraclásticas, con morfologías subredondeadas englobadas en una pasta arcillosa de escasa anisotropía óptica. Los fenómenos de bioturbación pueden ser muy intensos, con desarrollo de porosidades móldicas e intergranulares, que junto a fisuras son los lugares donde se han detectado ceolitas con tamaños entre 260-520 μm. De forma puntual se detectan fenómenos de carbonatación con desarrollo de cristales de calcita fibrorradiales o en mosaicos esparíticos, observándose que estos últimos pueden reemplazar a los cristales de ceolitas cuando rellenan porosidades.

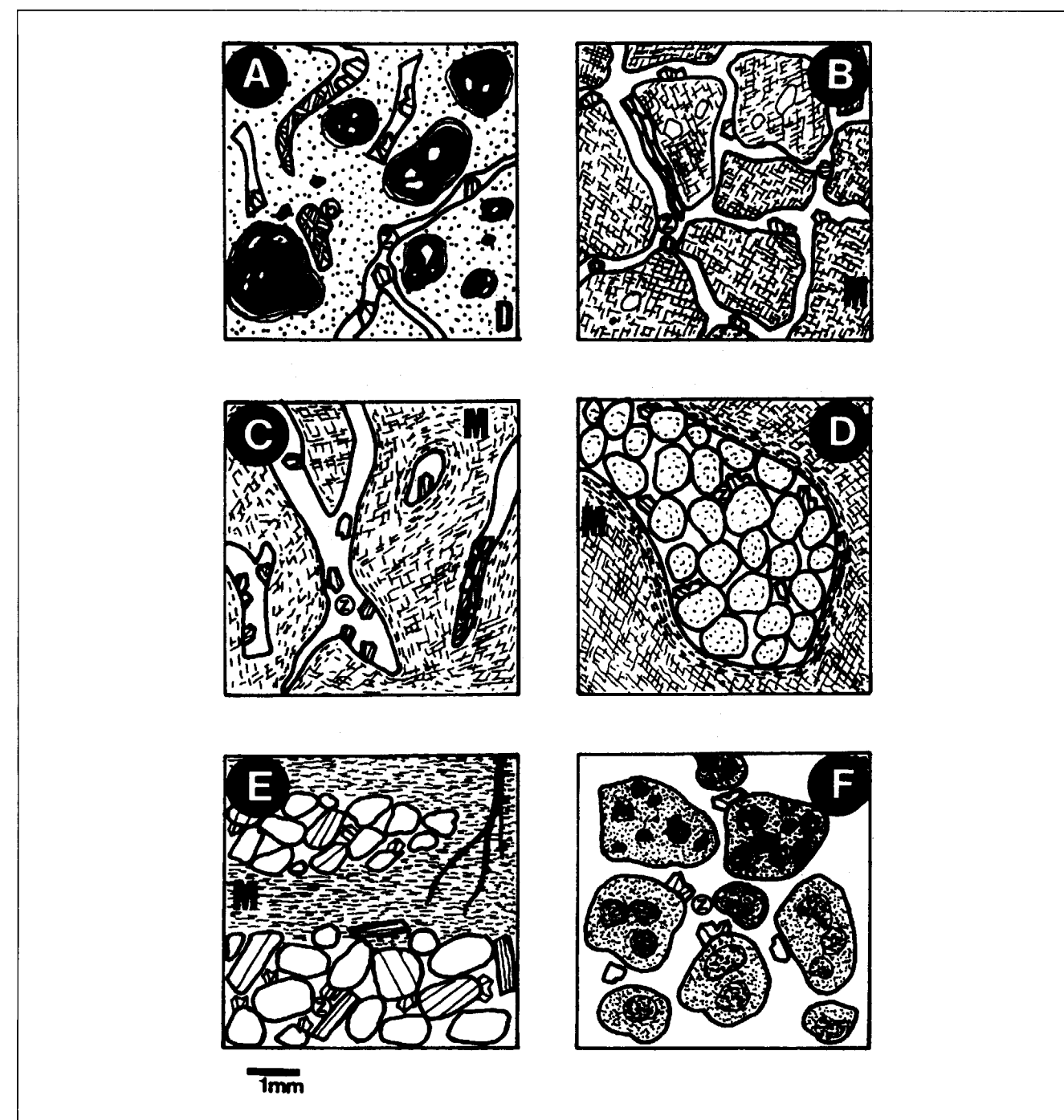


Figura 4. Litofacies y texturas tipo de porosidades con ceolitas.

- Dolocretas. A) recubriendo o rellenando grietas de desecación y moldes de raíces en ocasiones coexistiendo con cristales prismáticos de sulfatos.
- Lutitas verdes y marrón rosáceas. B) tapizando grietas y peds. C) rellenando total o parcialmente moldes de raíces. D) intergranular en rellenos de bioturbación.
- Arenas. E) intergranular entre los clastos.
- Lutitas marrón-rosáceas. F) intergranular entre morfologías intraclásticas
- M. lutitas. D. dolomita. z. ceolita. b. sulfatos.

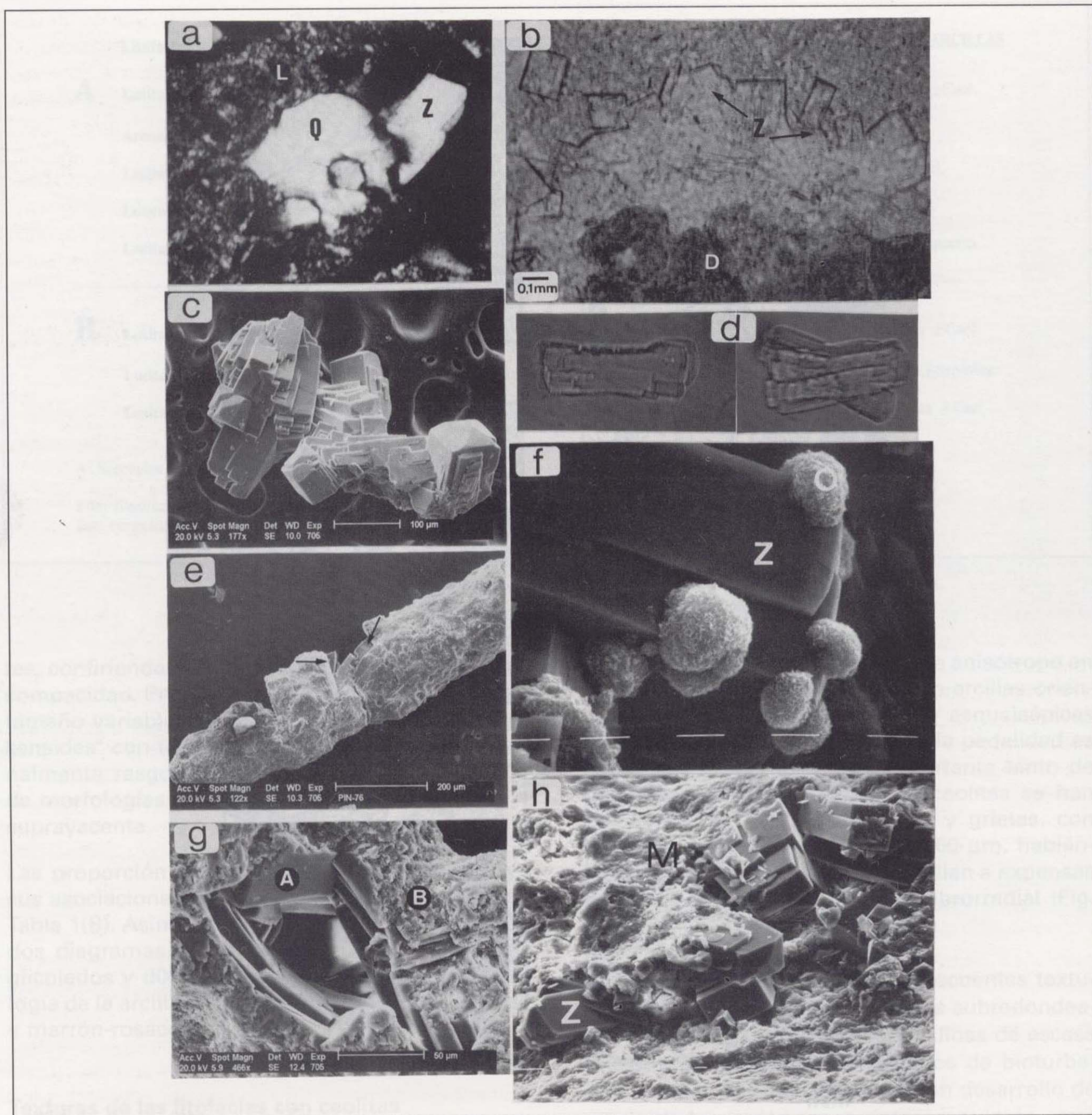


Figura 5. Agregados de cristales euhédricos de heulandita-clinoptilolita.

- a) Cristal de ceolita (Z) creciendo sobre un soporte silíceo constituido por cuarzo (Q). (Lámina delgada, nícoles cruzados).  
 b) Agregado de ceolitas (Z) cementando parcialmente porosidades en dolocretas (D). (Lámina delgada, nícoles paralelos).  
 c) Cristales sueltos de clinoptilolita-heulandita mostrando las típicas morfologías en ataúd (coffin-shaped).  
 d) Aspecto de las ceolitas en montaje de granos.  
 e) Relleno móldico de una perforación de raíces mostrando en su interior cristales de ceolitas (flechas).  
 f) Detalle de lepisferas de ópalo C-T (O) sobre cristales de clinoptilolita (Z). (barra= 10µm.)  
 g) Detalle de crecimiento de ceolitas (A) en rellenos de perforaciones (B) de textura y composición distinta. El análisis EDX en (B) pone de manifiesto una relación Si/Al de 23,6 lo que indica un soporte muy rico en sílice sobre el que crece la ceolita.  
 h) Aspecto general de agregado de clinoptilolita (Z) relleno porosidades en un nivel de lutitas (M). (barra= 10µm.)



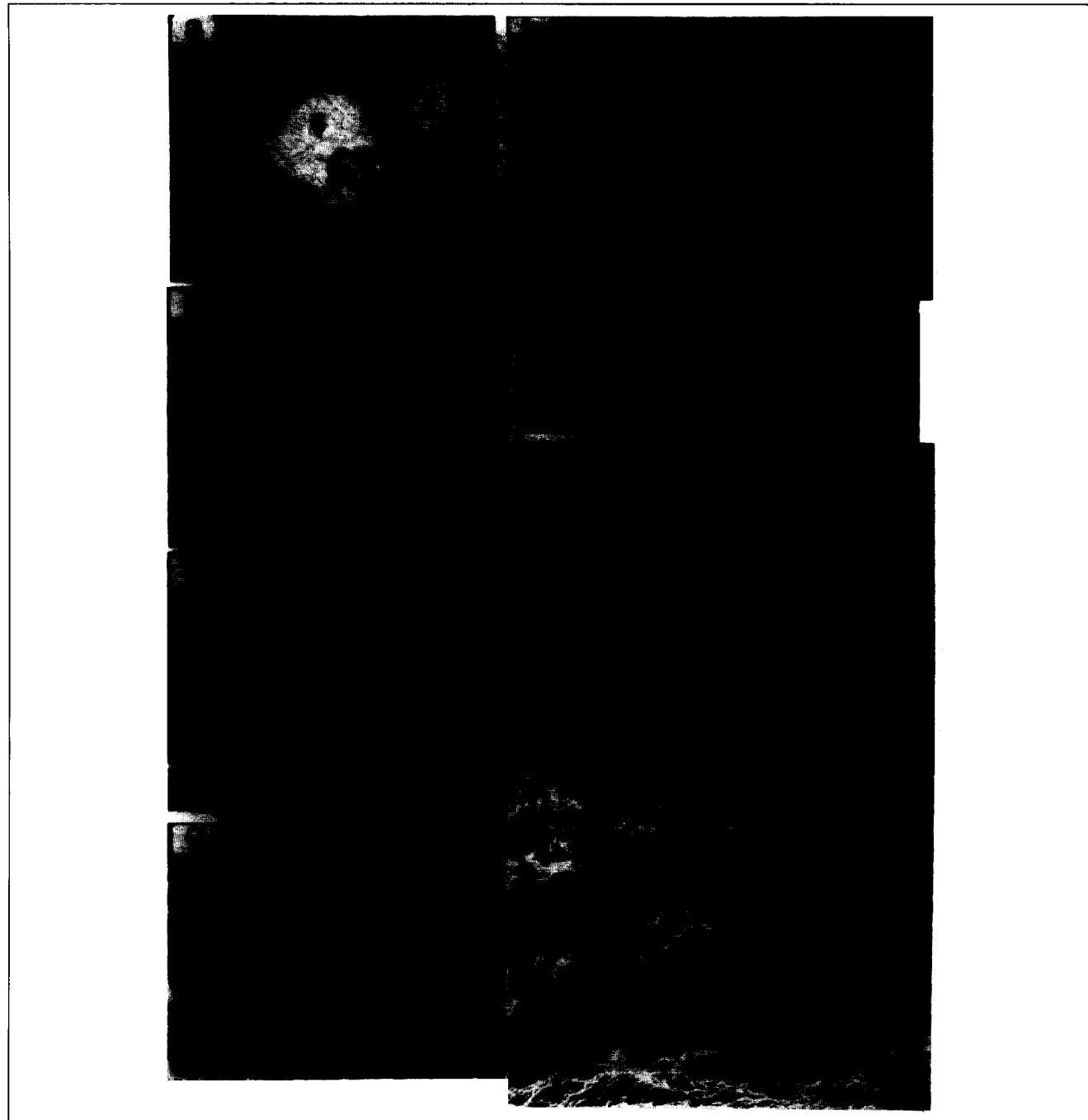


Figura 5. Agregados de cristales euhéctricos de heulandita-clinoptilolita.

- Cristal de ceolita (Z) creciendo sobre un soporte silíceo constituido por cuarzo (Q). (Lámina delgada, nicoles cruzados).
- Agregado de ceolitas (Z) cementando parcialmente porosidades en dolocretas (D). (Lámina delgada, nicoles paralelos).
- Cristales sueltos de clinoptilolita-heulandita mostrando las típicas morfologías en ataúd (coffin-shaped).
- Aspecto de las ceolitas en montaje de granos.
- Relleno móldico de una perforación de raíces mostrando en su interior cristales de ceolitas (flechas).
- Detalle de lepisferas de ópalo C-T (O) sobre cristales de clinoptilolita (Z). (barra= 10µm.)
- Detalle de crecimiento de ceolitas (A) en rellenos de perforaciones (B) de textura y composición distinta. El análisis EDX en (B) pone de manifiesto una relación Si/Al de 23,6 lo que indica un soporte muy rico en sílice sobre el que crece la ceolita.
- Aspecto general de agregado de clinoptilolita (Z) rellenando porosidades en un nivel de lutitas (M). (barra= 10µm.)

Las dolocretas presentan típicas texturas alveolares con diversos estadios de evolución desde incipiente parcheado dolomicrítico en el substrato lutítico hasta desarrollo de abundantes nódulos y concreciones que incluyen restos de arcillas con presencia de ópalo. Las ceolitas se disponen en grietas, en moldes de raíces parcial o totalmente cerrados ("crystal tubes" Brewer, 1976), y entre agregados granulares que rellenan perforaciones (Fig. 5b). Asociados a los niveles con mayor contenido en dolomita se han identificado cristales prismáticos de pequeño tamaño (200 µm) que, con base en criterios ópticos, parecen corresponder a dos sulfatos (posiblemente yeso y baritina) presentándose tanto en nódulos como cementando poros donde pueden coexistir con ceolitas.

El estudio morfológico de las ceolitas mediante MEB se ha realizado tanto en muestra bruta como en concentrados. En ceolitas separadas se observan cristales idiomorfos de tamaño superior a 100 µm, en los que destaca el frecuente maclado y hábito prismático (figura 5c y d). En otros casos, coexistiendo con los anteriores, se observan morfologías milimétricas de aspecto cilíndrico y superficie lisa pero que en su interior presentan cristales de ceolitas similares a los sueltos, aunque en general de menor tamaño (figura 5e).

En muestras sin tratar es posible observar como las ceolitas aprovechan la porosidad para crecer (Fig. 5h) frecuentemente sobre substratos silíceos, hecho este que se ha constatado mediante análisis químico puntual (Fig. 5g). La existencia de un medio rico en sílice justifica la asociación de las ceolitas con lepisferas de ópalo C-T que se disponen preferentemente en vértices y aristas (Fig. 5f).

#### Caracterización de las ceolitas

El pequeño tamaño de los cristales de ceolitas y su dispersión en las muestras estudiadas ha dificultado su concentración, lo que se ha conseguido en dos muestras, una de Esquivias y otra de Pinto. En ambas las secuencias de picos en DRX son similares, caracterizándose por reflexiones principales a 8.94 Å, 3.98 Å, 3.96 Å y 3.90 Å, lo que permite caracterizar a estos minerales

como ceolitas pertenecientes a la serie continua clinoptilolita ( $\text{Na}_6(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72})24 \text{H}_2\text{O}$ ) - heulandita ( $\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72})24 \text{H}_2\text{O}$ ). Los espaciados e intensidades del diagrama representativo obtenido se muestran, junto con los de las fichas editadas por el J.C.P.D.S. (1972), en la tabla 2. Por otra parte, no se observa en esta tabla una exacta correlación de espaciados e intensidades que permita identificar plenamente las muestras estudiadas con uno de los términos de la serie.

Clinoptilolita Ficha 22-1236		Heulandita Ficha 25-144		Concentrado de Esquivias		Concentrado de Pinto	
d(Å)	I/I <sub>100</sub>	d(Å)	I/I <sub>100</sub>	d(Å)	I/I <sub>100</sub>	d(Å)	I/I <sub>100</sub>
8.92	100	11.87	6	8.92	100	11.6	1
7.97	4	8.94	100	7.94	2	8.95	100
6.7	2	7.93	28	6.80	3	7.91	3
		6.80	28	6.65	15	6.79	2
		6.65	15			6.62	2
		5.93	8				
5.61	2	5.58	3	5.59	5	5.58	2
		5.26	26	5.25	2	5.24	4
5.15	8	5.12	41	5.14	2	5.12	2
		5.07	29				
4.65	14	4.65	44	4.66	6	4.64	7
4.35	2	4.36	14	4.35	1	4.36	2
		3.98	79	3.98	20	3.98	13
3.96	55			3.95	22	3.96	14
		3.92	25				
3.90	55	3.89	34	3.90	17	3.89	11
		3.84	14				
3.74	8	3.73	7	3.76	7	3.74	2
		3.71	12			3.70	2
3.55	6	3.56	17			3.56	2
		3.52	6				
3.48	4	3.48	11	3.49	3	3.47	2
		3.43	32			3.42	4
		3.40	25				
3.32	4	3.32	14	3.33	4	3.34	5
3.17	14	3.18	33	3.17	6	3.17	4
3.12	16	3.12	26	3.12	5	3.12	4
3.07	8	3.07	15	3.07	2	3.07	2
		3.00	19				
2.970	15	2.974	47	2.974	8	2.971	12
		2.964	55				
2.793	15	2.888	4	2.796	5	2.893	1
		2.802	43			2.801	3
		2.749	5				
2.728	35	2.732	13	2.735	3	2.735	4

Tabla 2. Espaciados d(Å) e intensidades relativas observados en las muestras estudiadas y comparación con las fichas editadas por el J.C.P.D.S. (1972) de clinoptilolita y heulandita.

Por este motivo, de los diversos métodos existentes en la bibliografía para diferenciar heulandita y clinoptilolita (Tabla 3) se han elegido los basados en su quimismo. La distinción química entre clinoptilolita y heulandita ha sido objeto de numerosos debates con posturas encontradas. A partir de los trabajos de MASON y SANDS (1960),

MÉTODO	CLINOPTILOLITA	HEULANDITA	REFERENCIAS
1) Relación alcalinos/ alcalino-térreos	Na+K > Ca	Ca > Na+K	Mason & Sands (1960)
	(Na+K) > (Ca+Mg+Sr+Ba)	(Ca+Mg+Sr+Ba) > (Na+K)	Gottardi & Galli (1985)
2) Relación Si/Al+Fe	4.0-5.1	2.9-4.0	Boles (1972)
	Relación Si/Al > 4	< 4	Gottardi & Galli (1985)
3) Tratamiento térmico a 450°C	Estable	Dstrucción de la red	Mumpton (1960)

Tabla 3. Métodos de diferenciación de clinoptilolita y heulandita.

BOLES (1972) y ALIETTI (1972) se establece que clinoptilolita y heulandita forman una solución sólida continua en la que la diferencia más significativa radica en la relación Si/Al+Fe y en el tipo de cationes dominantes (relación entre alcalinos y alcalino-térreos).

Los análisis químicos realizados por FRX sobre concentrados de ceolitas de litofacies de lutitas verdes de Esquivias y de dolocretas y lutitas marrón-rosáceas en Pinto se reflejan en la tabla 4, en la que también se incluyen las fórmulas mineralógicas calculadas sobre la base de 72 oxígenos. Es notable en estos análisis la abundancia de magnesio y calcio, especialmente en las secciones de Pinto, que presentan un mejor desarrollo de carbonatos. Destacan también diferencias de detalle entre el concentrado de Esquivias y el de Pinto, sobre todo por lo que respecta a la relación Si/Al que en el primer caso es de 4.26 y en el segundo de 3.67. Estos valores, según los criterios de BOLES (1972) permiten clasificar las ceolitas de Esquivias como clinoptilolita y las de Pinto como heulandita. Los valores de la relación Ca/Na+K no son tan determinantes, puesto que arrojan un valor de 4 claramente de heulandita en el caso de Pinto, pero en las muestras de Esquivias alcanza el valor de 1.3, algo elevado para un término clinoptilolítico.

Con el fin de comprobar en un mayor número de muestras la continuidad de esta tendencia observada, se han realizado análisis puntuales por EDX que, si bien no tiene la precisión de la FRX per-

#### ESQUIVIAS

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
67.13	13.36	1.08	1.76	3.12	3.18	0.16

Ceolitas de Esquivias: Si<sub>29.21</sub> Al<sub>6.85</sub> Fe<sub>0.09</sub> Mg<sub>1.14</sub> Ca<sub>1.45</sub> Na<sub>0.13</sub> K<sub>0.99</sub>

#### PINTO

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
60.32	13.92	0.72	2.00	3.97	0.66	0.12

Ceolitas de Pinto: Si<sub>28.33</sub> Al<sub>7.71</sub> Fe<sub>0.08</sub> Mg<sub>1.40</sub> Ca<sub>2.05</sub> Na<sub>0.15</sub> K<sub>0.40</sub>

Tabla 4. Análisis químicos por FRX de concentrados de ceolitas de Pinto y Esquivias y fórmulas cristaloquímicas calculadas sobre la base de 72 oxígenos.

miten hacerse una idea de las proporciones entre los diversos componentes. El resultado de estos análisis se representa en la figura 6, en la que podemos confirmar esta distinción composicional entre las muestras de Esquivias y de Pinto. Se representan también varias muestras de cada término tomadas de GOTTARDI y GALLI (1985). Podemos observar que, de modo general, confirman los resultados de los análisis de concentrados, ya que la relación Si/Al de las muestras de Esquivias entra plenamente en la zona de las clinoptilolitas en tanto que las de Pinto corresponden a términos heulandíticos pero próximos al límite con las clinoptilolitas. En cuanto a los valores de la relación Ca/Na+K son en todos los casos muy elevados como consecuencia de la alta disponibilidad de calcio en el medio sedimentario.

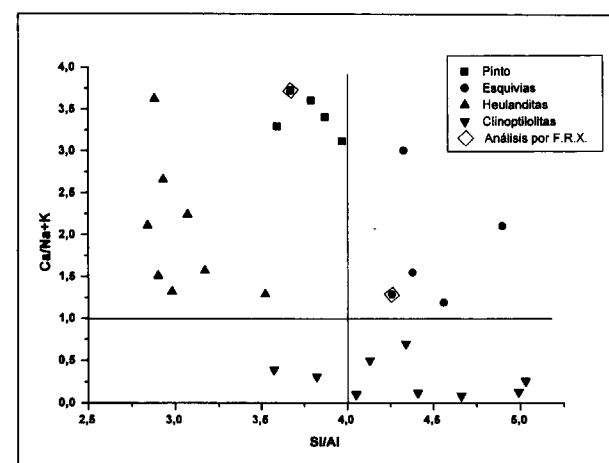


Figura 6. Análisis EDX de muestras de ceolitas de Esquivias y Pinto, comparados con los de FRX y con análisis de estos minerales tomados de GOTTARDI y GALLI (1985).

Desde el punto de vista morfológico el hábito de los cristales de ambas zonas examinados mediante MEB se asemeja más a heulandita que a clinoptilolita, pues la sección con morfología de diamante y el aspecto de simetría seudorómbica de estos cristales monoclinicos son característicos (WELTON 1984; MUMPTON y ORMSAY 1978). El tamaño de estos cristales, superior a 150 µm contrasta con las citas bibliográficas en las que lo habitual son tamaños inferiores a 50µm (SMYTH *et al.*, 1990), hecho éste posiblemente en relación con el espacio libre (porosidad) de que aquí dispone para crecer el mineral.

#### Aspectos sedimentológicos

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que en los materiales estudiados las ceolitas identificadas (clinoptilolita-heulandita) se presentan con frecuencia, pero en porcentajes inferiores al 15%, destacando por sus contenidos la litofacies de lutitas verdes. El hecho de que su crecimiento se asocie exclusivamente a los diversos tipos de porosidad en las distintas litofacies estudiadas, elimina la posibilidad de que fueran heredadas.

El ambiente sedimentario asociado a estos materiales se interpreta como lacustre marginal muy somero, de tipo llanura lutítica ("mudflat"), donde predominan los materiales finos en condiciones

reductoras que evolucionan en su parte superior a paleosuelos con rasgos que permiten su clasificación como vertisoles (MACK *et al.*, 1993) con desarrollo variable de carbonataciones. Sobre la llanura lutítica se producen depósitos de encharcamiento palustre efímero representados por lutitas magnésicas de tonos marrones a rosáceos con proporción diversa de materia orgánica y de detríticos.

La existencia de secuencias constituidas por lutitas verdes / lutitas rosáceas-marrones o lutitas verdes/lutitas carbonatados/dolocretas indicarían fluctuaciones relacionadas con fases expansivas y retractivas de carácter estacional ligadas a un lago salino-alcalino rico en Mg<sup>2+</sup>. El predominio de la somerización en condiciones de aridez propicia la concentración por evaporación de las aguas intersticiales que pueden precipitar carbonatos cálcicos, con el consiguiente incremento de pH y de salinidad (EUGSTER y SUR-DAM, 1973). Estas aguas enriquecidas en magnesio serían responsables de la formación diagenética de arcillas magnésicas y dolomita, jugando los procesos de bombeo evaporítico un papel importante (POZO y CASAS, 1992; POZO *et al.*, 1997).

La presencia de clinoptilolita-heulandita asociada a la porosidad de paleosuelos indica que es posterior a la formación de los minerales magnésicos, tal y como se ha constatado texturalmente. Su génesis estaría en relación con cambios en la hidroquímica, pH y salinidad de las aguas incluidas en dichos poros. La existencia de un pH superior a 8, baja actividad de magnesio (fijado en arcillas y dolocretas) y el incremento en silicio y aluminio favorecerían la formación de la ceolita.

La interpretación sedimentológica indica pues un ambiente salino-alcalino con pH alto favorable para la removilización de los constituyentes necesarios para la formación de clinoptilolita-heulandita, pero con un medio rico en magnesio que inicialmente favorece la formación de minerales de la arcilla sobre ceolitas (HAY 1978).

La necesidad de medios con bajas o nulas concentraciones de Mg<sup>2+</sup> para la formación de clinoptilolita en vez de filosilicatos magnésicos fue puesto de manifiesto por YAACOV y FLEXER (1977). Esta podría ser la causa por la cual las

ceolitas no se presentan ni reemplazando ni desplazando a otros minerales en las diferentes litofacies estudiadas, sino cementando los diversos tipos de porosidades. Serían el resultado de procesos de evapotranspiración próximos a la superficie, afectando a los depósitos de llanura lútica expuestos subaéreamente. Aunque raramente citados en la bibliografía, rellenos similares de ceolitas en moldes de raíces y grietas de desecación han sido observados en paleosuelos paleógenos por TERRY y EVANS (1994).

Las características observadas en los paleosuelos, la mineralogía asociada y el rango de pH inferido permite incluirlos en los suelos alcalinos caracterizados por RETALLACK (1990) por un pH entre 8,5-9,5, composición esmectítica y presencia de sulfatos, dolomita y ceolitas.

#### Génesis de heulandita-clinoptilolita

En la recopilación sobre clinoptilolita-heulandita realizada por GOTTARDI y GALLI (1985) destaca como hecho mineralogénico más significativo la frecuente presencia de clinoptilolita en depósitos sedimentarios siendo sin embargo raros los referidos a heulandita, mineral este último, citado con frecuencia en depósitos hidrotermales y metamórficos.

Los depósitos salinos y salinos alcalinos son ideales para la formación de ceolitas y entre estas de clinoptilolita-heulandita (SURDAM y SHEPARD, 1978), especialmente cuando se da un contexto geológico en el que existen materiales volcánicos con vidrio reactivo y cuencas cerradas que proporcionan condiciones evaporíticas. Para el desarrollo de estos silicatos autigénicos se requiere la presencia de sílice en forma activa (sílice amorfa, ópalo C-T) que reaccione primeramente con aluminio (WILEY 1975) y después con diversos cationes (salinidad) que dan lugar a los distintos minerales dentro de este grupo de tectosilicatos.

En ausencia, como es nuestro caso, de vidrio volcánico, HAY (1978) indica que geles sílico-alumínicos, plagioclasa, sílice biogénica, esmectitas o cuarzo pueden reaccionar localmente para formar ceolitas, estando las reacciones controladas por relaciones catiónicas, pH, relación silicio /alu-

minio, actividad de sílice, actividad de agua, y salinidad, variables que además determinan el tipo de ceolita formada (LA IGLESIA, 1989).

El pH tiene una influencia decisiva en la génesis y transformación de ceolitas debido a que el aluminio muestra coordinación diferente en función, entre otros, de este parámetro. Así, según GASTUCHE *et al.*, (1962), si el pH es inferior a 8 el aluminio adopta coordinación 6 lo que permite la formación de minerales de la arcilla, pero si el pH es mayor de 8 adopta la coordinación 4, necesaria para la formación de la ceolita. Por otra parte, el valor del pH es determinante en la relación Si/Al de la ceolita, de tal forma que a mayor pH menor es la relación Si/Al (Ming y Mumpton, 1989). Según esto, la heulandita de Pinto se habría originado en condiciones de pH mayor que la clinoptilolita de Esquivias, lo que es coherente con el predominio en Pinto de carbonatos y de estevensita en el interestratificado kerolita/estevensita (MARTIN DE VIDALES *et al.*, 1996)

La presencia de una sola serie de ceolitas es un hecho significativo si tenemos en cuenta que las ceolitas recién formadas tienden a reaccionar con los fluidos intersticiales en el ambiente sedimentario, dando lugar a otras distintas. El hecho de que a valores de pH superiores a 10 las ceolitas de la serie heulandita-clinoptilolita pasen a analcima ha sido explicado teóricamente, estudiando las condiciones de estabilidad de diversas ceolitas, por LA IGLESIA (1989). Según las gráficas experimentales de este autor el rango de pH de formación de la clinoptilolita estaría entonces entre 8 y 10, por debajo del de analcima, lo que coincide además con el hecho de que las ceolitas con relaciones Si/Al altas se formen a pH inferior que aquellas con valores bajos de esta relación.

El efecto del substrato mineral sobre el que crece la ceolita sería responsable del predominio de heulandita en los materiales de Pinto y de clinoptilolita en los de Esquivias. En Pinto la existencia inicial de aguas ricas en carbonatos impediría el desarrollo posterior de altas actividades de sílice lo que, unido a la frecuente existencia de calcio en el medio, propiciaría la formación del término heulandítico con posterioridad al proceso de fijación del  $Mg^{2+}$  (dolomitización) en las dolocretas.

En Esquivias, la práctica ausencia de litofacies

carbonáticas y las intercalaciones de niveles detríticos que pueden actuar como vías de transporte de aguas subterráneas cargadas en sílice, justificarían incluso a un pH algo más bajo, mayores actividades de sílice que, propiciarían el desarrollo posterior de clinoptilolita. La existencia de lepiesferas de ópalo C-T sobre cristales de clinoptilolita en la zona de Esquivias corrobora un medio rico en sílice, lo que se confirma por la existencia de nódulos de sílex asociados a las litofacies lúticas. Esta asociación se correlaciona con el amplio campo de estabilidad de clinoptilolita en soluciones saturadas en sílice amorfa (BOWERS y BURNS, 1990). La fuerte correlación existente entre cristobalita y clinoptilolita ha sido observada por STONECIPHER (1976)

Las ceolitas (heulandita-clinoptilolita) se originarían por acción de aguas alcalinas ricas en alumi-

nio, alcalinos y alcalinotérreos sobre un soporte de sílice. La existencia de anomalías de sílice en los bordes de ceolitas analizadas por EDX y la constatación de la presencia de ceolitas en nódulos síliceos apoya esta interpretación. La distribución de las ceolitas a lo largo de los poros sugiere una movilidad que puede estar en relación con la formación de geles sílico-alumínicos, cuya relación Si/Al dependerá de la del medio (MARINER y SURDAM 1970). Silicio, aluminio, calcio, sodio y potasio procederían de la concentración de aguas intersticiales tras la inestabilización de cuarzo y minerales de la arcilla, estando los constituyentes esmectíticos especialmente afectados en los niveles carbonatados.

El anómalo incremento en Ca y Mg de estas ceolitas sería el resultado de fenómenos posteriores de intercambio catiónico. En este sentido

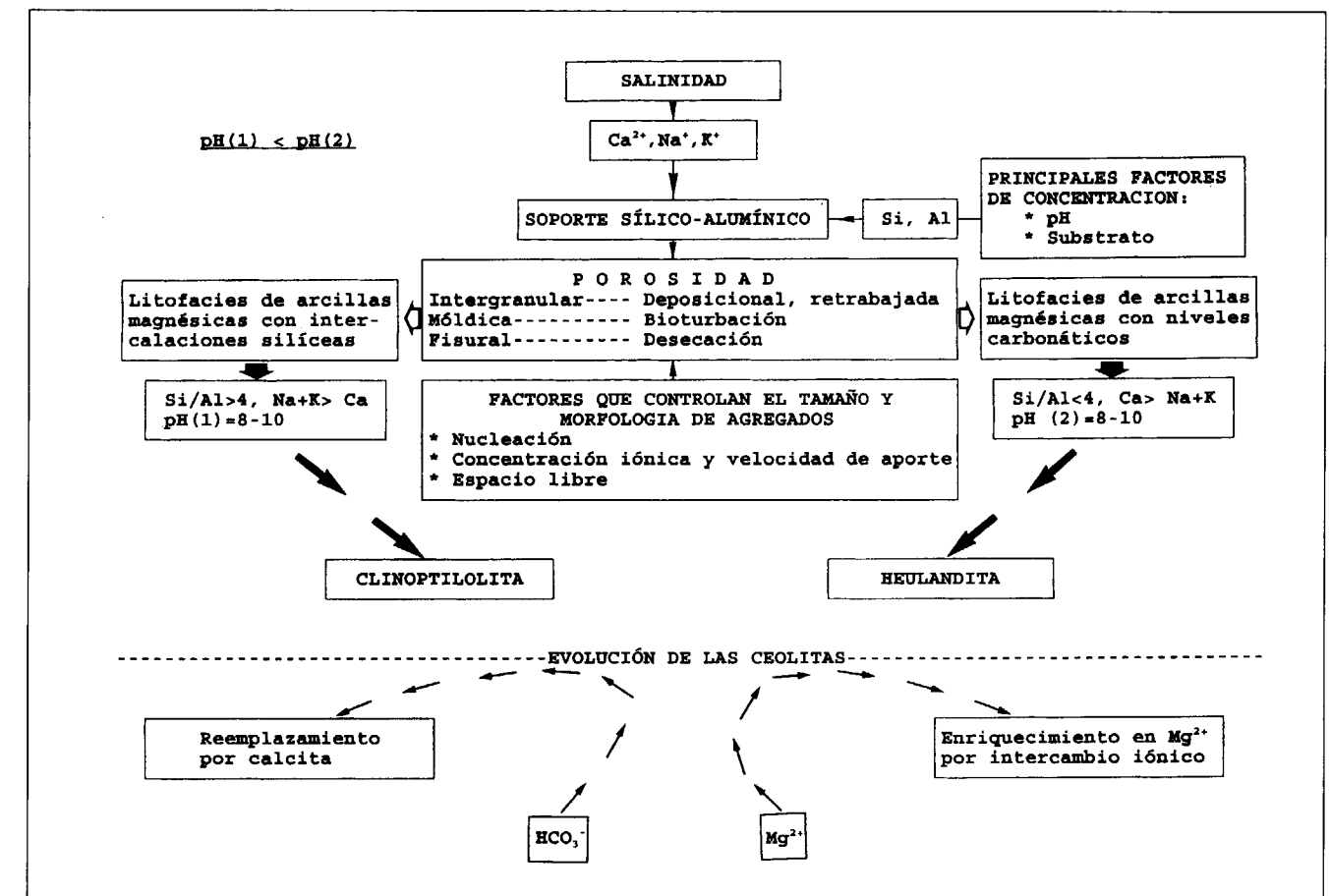


Figura 7. Modelo genético de formación y evolución de clinoptilolita-heulandita en relación con las litofacies asociadas.

BOWERS y BURNS (1990) han citado heulanditas y clinoptilolitas con valores anómalos de Ca y Mg en rellenos de fisuras, interpretándolos como resultado de la reacción con aguas subterráneas cargadas en estos cationes. La evidencia textural del reemplazamiento de las ceolitas por cementos esparíticos de calcita se interpreta como resultado de la interacción con aguas carbonatadas, responsables de la rápida solubilización de estas ceolitas a pHs menores de 8 y con escasez de sílice en el medio.

El modelo de formación de las ceolitas en el contexto sedimentario estudiado se muestra en la figura 7.

## CONCLUSIONES

-El estudio mineralógico de litofacies asociadas al depósito de kerolita-estevensita ("Unidad Magnésica") de la unidad intermedia del Mioceno de la cuenca de Madrid pone de manifiesto la existencia de ceolitas en diversas litofacies arcillosas y carbonáticas, mostrando sus mayores contenidos en niveles de lutitas verdes, donde alcanzan el 15%.

-Texturalmente las ceolitas presentan tamaños entre 125 y 500  $\mu\text{m}$  y aspecto euhédrico, cementando porosidades móldicas de raíces, grietas o espacios intergranulares, donde pueden estar acompañadas ocasionalmente (dolocretas) por sulfatos.

-Las ceolitas se han caracterizado como pertenecientes a la serie heulandita-clinoptilolita, con estructura y composición química que, junto a la morfología de los cristales, sugieren una composición intermedia con términos heulandíticos en las muestras de Pinto y clinoptilolíticos en Esquivias.

-El tipo de litofacies a las que se asocia el desarrollo de las ceolitas es determinante en su composición. En Esquivias, con medios ricos en sílice (litofacies lutíticas con nódulos silíceos), predomina la clinoptilolita, en Pinto, con frecuentes carbonatos dolomíticos (litofacies lutíticas y dolocretas), predomina la heulandita.

-Desde el punto de vista genético, estas ceolitas

se formarían en paleosuelos alcalinos con rasgos vérticos ligados a procesos de bombeo evaporítico. La acción de aguas salino-alcalinas con pH entre 8-10, ricas en Al y cationes alcalinos y/o alcalino-térreos, actuando sobre soportes silíceos en diversos tipos de porosidad, sería responsable de la formación autigénica de las ceolitas.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al Dr. J. A. Medina de la U.A.M su colaboración en el estudio de las muestras mediante Microscopía Electrónica de Barrido.

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación PB91-0023, financiado por la D.I.G.I.C.Y.T.

## REFERENCIAS

ALBERDI, M. T., HOYOS, M., JUNCO, F., LOPEZ MARTINEZ, N., MORALES C. SESE, C. Y SORIA, D. (1983). Biostratigraphie et evolution sedimentaire de l'aire de Madrid. Colloquium Mediterranean Neogene Continental Paleoenvironments. Montpellier, 18-23.

ALIETTI, A. (1972). Polymorphism and crystal-chemistry of heulandites and clinoptilolites. *Am. Mineral.* 57, 453-455

BARAHONA, E. (1974). Arcillas de ladrillería de la Provincia de Granada: Evaluación de algunos Ensayos de Materias Primas. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 309 p.

BOLES, J.R. (1972). Composition, optical properties, cell dimensions and thermal stability of some heulandite group zeolites. *Am. Mineral.* 57, 1463-1493.

BOWERS, T. S. & BURNS, R. G. (1990). Activity diagrams for clinoptilolite: Susceptibility of this zeolite to further diagenetic reactions. *Am. Mineral.* 75, 601-619

BREWER, R. (1976). Fabric and Mineral Analysis of Soils. R.E. Krieger Publ. Co., Huntington, New York, 482 p.

BUSTILLO, M. Y BUSTILLO M. A. (1994) Estudio geoquímico de perfiles de silcretas en sedimentos arcillosos miocenos de borde de lago (Vicálvaro, Madrid). *Rev. Soc. Geol. España*, 7, 261-272

BUSTILLO, M. A. Y CAPITAN, J. (1990). Secuencias ópalo-arcillosas en zonas de borde de lago (Vicálvaro, Cuenca del Tajo). *Bol. Geol. Min.* 101, 923-944.

CUEVAS J., MEDINA J. A., CASAS J. A., MARTIN RUBI J. A.,

TORRES M. R., ALVAREZ A. Y LEGUEY S. (1995). Heulandita asociada a arcillas-Mg en el yacimiento de sepiolita de Vicálvaro (Cuenca neógena de Madrid). *Bol. Soc. Esp. Miner.* 18, 143-155

DESPRAIRES, A. (1983). Relation entre le parametre b des smectites et leur contenu en fer et magnesium. Application à l'étude des sediments. *Clay Miner.*, 18, 165-175.

DOMINGUEZ M.C. (1994). Mineralogía y sedimentología del Neógeno del sector Centro Occidental de la Cuenca del Tajo. Tesis Doctoral U.C.M. 309 p.

DOVAL, M. DOMINGUEZ, M. C., BRELL, J.M. y GARCIA ROMERO, E. (1985a) Mineralogía y sedimentología de las facies distales del borde norte de la cuenca del Tajo. *Bol. Soc. Esp. Miner.* 8, 257-269.

DOVAL, M., GARCIA SANTIAGO, P., DOMINGUEZ, M.C. y BRELL, J. M. (1985 b). Mineralogía de las arcillas de las facies evaporíticas de la cuenca del Tajo. *Trabajos de Geología. Univ. de Oviedo.* 15, 267-274.

EUGSTER, H. P. y SURDAM, R. C. (1973). Depositional environment of the Green River Formation of Wyoming: a preliminary report. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 84, 1115-1120

GARCIA, E., DOVAL, M. BRELL, J.M. y PERRUCHOT, A. (1988). Procesos diagenéticos en las arcillas de la región de La Sagra (Cuenca del Tajo). *Bol. Geol. Min.*, 99, 958-974.

GASTUCHE, M. C., FRIPIAT, J. y DE KIMPE, M. (1962). La genese des Mineriaux Argileux de la famille du Kaolin. *Collo. Intern. C.N.R.S.Genese et Synthese des argiles*, 57-65

GOTTARDI, G. y GALLI, E. (1985) Natural Zeolites. Springer-Verlag. 409 pp.

HAY, R. L. (1978). Geologic occurrence of zeolites. p.135-143 in Sand and Mumpton (ed.) Natural Zeolites: Occurrence, properties, use. Pergamon Press Inc., Elmsford, N.Y.

JOINT COMMITTEE ON POWDER DIFFRACTION STANDARDS (J.C.P.D.S.) (1972). Sets of the powder diffraction file. Philadelphia, Pa.

JUNCO F. y CALVO J. P. (1983). Cuenca de Madrid. En *Geología de España Vol. 2*, 534-543. I.G.M.E. Madrid

LA IGLESIA, A. (1989). Diagramas de estabilidad de zeolitas: I. Zeolitas en ambientes confinados alcalinos. *Estudios Geol.* 45, 267-277

MACK, G. H., JAMES, W. C y MONGER, H. C. (1993). Classification of paleosols. *Geol. Surv. of Amer. Bull.* 105, 129-136.

MARINER, R. H. y SURDAM R. C. (1970). Alkalinity and formation of zeolites in saline alkaline lakes. *Science* 170, 977-980

MARTIN DE VIDALES, J. L., POZO, M., ALIA, J. M., GARCIA

NAVARRO, F. y RULL, F. (1991). Kerolite-stevensite mixed-layers from the Madrid Basin, Central Spain. *Clay Miner.*, 26, 329-342.

MARTIN DE VIDALES, J. L., POZO, M. y CASAS, J. (1996) Evidences of stevensite formation from kerolite/stevensite mixed layers. Influence of alkalinity and silica activities. *Advances in Clay Minerals Ed. Ortega Huertas, López Galindo y Palomo Delgado.* Granada. 134-136

MASON, B y SANDS, L. B. (1960). Clinoptilolite from Patagonia, the relationship between clinoptilolite and heulandite. *Am. Mineral.* 45, 341-350.

MING D. W y MUMPTON, F. A (1989). Zeolites in soils. In: "Minerals in Soil Environments". Ch.18. (J.B Dixon and S.B. Weed, eds). Soil Science Society of America, 873-911.

MUMPTON, F. A. y ORMSAY, W. C. (1976). Morphology of zeolites in sedimentary rocks by scanning electron microscopy. *Clays Clay Miner.* 24, 1-23

POZO, M y CASAS, J (1992). Mineralogía y sedimentología del yacimiento de saponita de Yuncos (Toledo). *Estudios Geol.* 48, 47-65.

POZO, M., MORENO, A., CASAS, J. y MARTIN RUBI, J. A. Mineralogía y geoquímica de litofacies lacustres marginales en el sector de Pinto (Cuenca de Madrid). *Cuadernos de Geología Ibérica.* 22 pp. 407-430. (1997).

POZO, M. y CASAS, J. (1995). Distribución y caracterización de litofacies en el yacimiento de arcillas magnésicas de Esquivias (Neógeno de la Cuenca de Madrid). *Boletín Geol. y Min.* 106-3: 265-282.

POZO, M., CASAS, J. y MORENO, A. (1994a) Sedimentology and mineralogy of lacustrine facies with magnesium clays (kerolite-stevensite, stevensite, sepiolite) in the Madrid Basin Miocene (Spain). *Abstracts de la Reunión I.A.S. Ischia '94.* 335-336

POZO, M., MORENO, A., CASAS, J., y MARTIN RUBI, J. A. (1994 b) Mineralogy and geochemistry of lacustrine facies with magnesium clays (kerolite-stevensite) in the Madrid basin miocene (Spain). *Abstracts 16th. General Meeting of the I.M.A. Pisa, Italia.* 335-336

RETALLACK, G. J. (1990). Soils of the past. Unwin Hyman. Boston, 520 p.

SCHULTZ, L. G. (1964). Quantitative Interpretation of Mineralogical Composition from X-Ray and Chemical Data for the Pierre Shale. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper.*, 391C, 31 p.

SMYTH J.R. SPAID A. T. y BISH D. L. (1990) Crystal structure of a natural and Cs-exchanged clinoptilolite. *Am. Mineral.* 75, 522-528

STONECIPHER, S. A. (1976). Origin, distribution and diagenesis of phillipsite and clinoptilolite in deep-sea sediments. *Chem. Geol.* 17, 307-318.

SURDAM, R. C. y SHEPPARD, R. A. (1978) Zeolites in saline, alkaline deposits. en *Natural Zeolites, Occurrence, Properties, Use*. Pergamon Press, New York. 145-174.

TERRY D. O. y EVANS J. E. (1994). Pedogenesis and paleoclimatic implications of the Chamberlain Pass Formation, Basal White river group, Badlands of South Dakota Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol 110, 197-215

VAN DER MAREL H. W. (1966). Quantitative analysis of clay

minerals and their admixtures. *Contr. Miner. Petrol.*, 12, 96-138.

WELTON, J. E. (1984) SEM Petrology Atlas. The American Association of Petroleum Geologists. 225p.

WILEY, J. D (1975). Silica-alumina interactions in sea-water. *Mar. Chem.* 3, 241-251.

YAACOV, N y FLEXER, A. (1977). Clinoptilolite, paragenesis and stratigraphy. *Sedimentology*. 24, 845-855.

Original recibido: Agosto 1997.  
Original aceptado: Octubre 1997.

## INFORMACION

### APROXIMACION A LA PETROLOGIA EN ESPAÑA ENTRE 1918 Y 1936

Por J. ORDAZ (\*)

#### 1. INTRODUCCION

El presente artículo pretende aportar una serie de datos para el conocimiento de la historia de la Petrología en España en los años comprendidos entre el final de la Primera Guerra Mundial y el inicio de la Guerra Civil. Estos años de entre-guerras son claves en el desarrollo y evolución de los estudios petrológicos en nuestro país, tras las dos etapas anteriores -que hemos denominado "fundacional" (1875-1895) y de "transición" (1896-1917)- y que han sido revisadas en sendos trabajos anteriores (1,2).

En el período 1918-1936 desaparecen dos de las figuras señeras de la Petrología española: Domingo de Orueta y Fernández Navarro. Con anterioridad habían desaparecido ya la mayoría de sus iniciadores (Quiroga, Macpherson, Calderón, Breñosa, Adán de Yarza). Su magisterio, sin embargo, se hará sentir eficazmente en una nueva promoción de jóvenes especialistas, los cuales se encargarán de continuar y perfeccionar las enseñanzas recibidas.

#### 2. PRINCIPALES AUTORES

De los petrólogos españoles más activos y representativos del período considerado habría que citar, en primer lugar, los nombres de San Miguel de la Cámara, Marcet Riba, Baselga y Romero Ortiz.

(\*) Departamento de Geología, Universidad de Oviedo.

Nacido en Huerta del Rey (Burgos) en 1887, Maximino San Miguel de la Cámara cursa la carrera de Ciencias Naturales en la Facultad de Madrid, teniendo como profesores, entre otros, a Lucas Fernández Navarro y Salvador Calderón. Termina sus estudios en 1909, y dos años después obtiene el grado de doctor con una tesis sobre las dunas de la Península Ibérica. El mismo año es nombrado profesor auxiliar de la sección de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona. En 1912 consigue, por oposición, la cátedra de Geografía Física y Geología Dinámica de dicha universidad, plaza que había quedado vacante tras la separación y traslado forzoso a Madrid de su titular el profesor Odón de Buen (3).

En Barcelona, San Miguel de la Cámara se incorpora a la ya larga tradición de los estudios geológicos en Cataluña, emprendiendo una intensa labor docente e investigadora. A su alrededor logra aglutinar a un grupo de jóvenes colaboradores y discípulos que, con sus trabajos, habrán de enriquecer diversos campos de las Ciencias Geológicas en las décadas siguientes. A los veintinueve años es elegido académico de número de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, versando su discurso de recepción sobre el *Origen y formación de los magmas eruptivos*.

Sus dotes organizativas le valen, en 1917, el nombramiento de Jefe de la Sección de Petrografía del Museo Martorell de Ciencias Naturales. En este

puesto, el profesor San Miguel de la Cámara proseguirá la labor iniciada por el malogrado Font y Sagué, llevando a cabo una eficaz tarea de recolección, clasificación y ordenación de gran cantidad de muestras de rocas y láminas delgadas. Su vertiente docente se ve ampliada en 1924 al hacerse cargo de la cátedra de Geología y Agrología de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. También por estos años es nombrado director del Instituto Geológico-Topográfico de la Diputación Provincial de Barcelona, y colabora, como agregado, con el Instituto Geológico y Minero; funciones ambas que darán lugar, en compañía con otros colegas, a diversos trabajos cartográficos.

Numerosas publicaciones de índole petrológica jalonan la etapa barcelonesa de San Miguel de la Cámara. Entre ellas destacan las dedicadas a las rocas de la garganta del Ter (1917); las rocas eruptivas de Mallorca, Castellón y Valencia (1919-20); las ofitas de Santander (1922); las eruptivas y metamórficas de la provincia de Barcelona (1929-30); las volcánicas de Gerona (1926); las de la Costa Brava (1934); amén de numerosas notas geológicas y reseñas bibliográficas aparecidas en diversas revistas (4).

Epítome de este período puede considerarse el monumental *Estudio de las rocas eruptivas de España*, obra premiada por la Academia de Ciencias de Madrid en el concurso de 1933 y publicada, con cargo a dicha institución, en 1936. Esta obra constituye una exhaustiva compilación y puesta al día de los

conocimientos sobre los múltiples afloramientos de rocas ígneas, asegurando a su autor un lugar preeminente en el panorama de la Petrología moderna española.

No hay que olvidar tampoco las obras del profesor San Miguel dadas a la imprenta con fines eminentemente didácticos o divulgativos, tales como las *Instrucciones a los recolectores de rocas y aficionados a la Geología y Petrografía* (1918); el tratado de *Geología* (1925) y el *Manual de Geología* (1928), ambos en colaboración con Ferrando Mas; los *Apuntes de Geología Geognóstica* (1926) -"tal vez la segunda obra de Petrografía publicada en español y en la cual se plantean por primera vez problemas petrográficos y cuestiones petrogenéticas que era preciso estudiarlas antes en obras extranjeras" (5)- y la traducción de la *Petrografía* (1928) del Dr. W. Bruhns, la cual contiene abundantes adiciones con ejemplos peninsulares y un apéndice del traductor sobre propiedades técnicas de las rocas, de interés por su carácter aplicado.

Tras el paréntesis impuesto por la Guerra civil, la labor docente e investigadora de San Miguel habría de continuar en Madrid, adonde se trasladaría en 1942 para ocupar la cátedra de Petrografía y Estratigrafía de la Facultad de Ciencias, puesto en el que ejerció su fructífero magisterio hasta su jubilación. San Miguel de la Cámara falleció accidentalmente en Cartagena (Murcia), en 1961.

Jaime Marcet Riba (Barcelona, 1894-1963), se licenció en Ciencias Naturales en la Universidad de Barcelona. Al término de sus estudios fue nombrado profesor auxiliar y, como tal, colaboró con el profesor San Miguel de la Cámara en las asignaturas de su competencia. Su decantación hacia la Petrología es temprana, como demuestran sus primeras publicaciones, redactadas en colaboración con su maestro. De esta primera época destaca su trabajo *Representación gráfica del análisis mineralógico-petrográfico y consideraciones petrogenéticas que del mismo pueden deducirse* (1918).

En 1921 se traslada a Ginebra para ampliar estudios con Louis Duparc, tal como habían hecho unos años antes Piña de Rubiés y Ferrando Mas. En Ginebra se adiestra en el manejo del goniómetro teodolítico o platina universal de Fedorov, así como en el empleo de las soluciones gráficas ideadas por

diversos microscopistas (Berek, Sousa Brandao, Nikitin, Wright, Wallerant, Tertsch...) que, en palabras del propio Marcet Riba (6), marca "una de las fases más importantes del desenvolvimiento de la Petrografía".

A su vuelta, Marcet se apresta a divulgar el empleo de dichos procedimientos con el objeto de simplificar los engorrosos cálculos matemáticos derivados de la llamada petrografía "cuantitativa", que en España había introducido unos años antes Domingo de Orueta. Algunos de estos métodos fueron expuestos y discutidos en su innovadora tesis doctoral *Nuestros métodos estereográficos de determinación cristalográfica de los minerales de las rocas en preparación microscópica*, leída en Madrid en 1925 y publicada dos años más tarde. Son de señalar también, en esta época, sus estudios sobre las rocas eruptivas intrusivas de la serie calco-alcalina (1925) y las de los alrededores de Toledo (1928).

En 1926 coordina, junto a San Miguel de la Cámara, la excursión a Cataluña programada dentro del XIV Congreso Geológico Internacional de Madrid, el primero de esta índole que se celebraba en España. Marcet y San Miguel escriben la guía de campo correspondiente a la región volcánica gerundense, modélica en su género. Por esta época queda vinculado al Instituto Geológico-Topográfico de la Diputación Provincial de Barcelona, así como al Museo Martorell de Ciencias Naturales (7). En 1932 gana las oposiciones a catedrático de Instituto, siendo destinado al Instituto Maragall de Barcelona. Sin apenas ayuda oficial, Marcet Riba promueve la revista internacional "Géologie de la Méditerranée Occidentale" (1926-1937), de la que fue director-editor, y en la que colaboraron eminentes geólogos nacionales y extranjeros. A su iniciativa se debe también la fundación, en 1933, de la "Association pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale". Tras la obligada suspensión de actividades que supuso la Guerra Civil, reemprende, no sin dificultades, su labor investigadora, publicando en 1941, a expensas del Instituto "José de Acosta" del recién creado Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la monografía *Determinación de los minerales petrográficos por vía óptica*.

Antonio Baselga y Recarte (Madrid, 1884-1962), ingeniero de minas de la promoción de 1910, es nombrado en

1920 profesor auxiliar de la Escuela Especial de Minas de Madrid y colector y conservador del Museo de Ciencias Naturales de la citada Escuela. En 1931 asciende a profesor numerario de Mineralogía, Petrografía y Micrografía Mineral. Desde este puesto, desempeñado a lo largo de veintitrés años, tiene ocasión Baselga de formar a varias promociones de ingenieros, inculcándoles la afición por las cuestiones mineralógicas y petrográficas. Moderniza el Laboratorio Micrográfico de la Escuela y, en calidad de conservador del Museo, cataloga y prepara varias colecciones de minerales y rocas (8).

De entre las diversas publicaciones de Baselga destacan, por su carácter didáctico, los apuntes que escribiera en los años treinta con el título de *Estudio de las rocas. Determinación por medio del microscopio de los principales minerales de las rocas*. Más tarde ampliaría estos apuntes en su libro *Estudio y clasificación de las rocas* (1941) que, junto a su otra conocida obra *Estudio microscópico de minerales y rocas* (1945), se convertirían en manuales imprescindibles para el alumnado de la posguerra. El nombre de Baselga va unido al estudio de una roca peridotítica, de la familia de las silicotelitas, que denominó "matalenita", por haber sido encontrada en la localidad badajocense de Villanueva del Fresno (antigua Matalene).

Ingeniero de minas de la promoción inmediatamente anterior a la de Baselga es José Romero y Ortiz de Villacián (Madrid, 1886-1963), el cual destacó como geofísico, vulcanólogo y, especialmente, como microscopista, en la línea de su maestro Orueta. Tras veinticinco años de ejercicio de la profesión en empresas privadas y públicas, Romero y Ortiz ingresa como vocal en el Instituto Geológico y Minero en 1935, siendo nombrado Jefe de las secciones del Museo y Laboratorio de Petrografía, en donde realiza gran número de análisis petrográficos e informes consultivos.

Su entusiasmo por la Petrología fue causa de la instalación en su domicilio de un completo laboratorio de microscopía petrográfica. En dicho laboratorio, y a semejanza de José Macpherson, llevó a cabo frecuentes investigaciones por su cuenta, llegando a contar su colección particular con más de dos mil doscientas preparaciones microscópicas (9). Romero y Ortiz prestó especial atención a las rocas ígneas de la Sierra del Guadarrama, así como a las ofitas,

dedicando a éstas últimas un estudio detallado, con especial referencia a las de Vitoria (Alava).

### 3. LOS ESTUDIOS GEOQUÍMICOS

Con anterioridad al período considerado algunos geólogos habían analizado muestras de rocas, desde el punto de vista químico, aunque de forma esporádica. Sin embargo, no es hasta la tercera década de este siglo, con la generalización de las nuevas técnicas espectrométricas, cuando la Geoquímica adquiere en España, aunque con retraso, su carta de naturaleza.

De hecho desde 1907, en que aparece el trabajo de Henry S. Washington en el que se incluyen siete análisis químicos de rocas volcánicas de Cataluña, hasta 1926, en el que el mismo autor publica una nota, con cuatro análisis, sobre los granitos de la zona central de España, no aparecen en la bibliografía trabajos que incluyan datos geoquímicos de rocas españolas. Como dice San Miguel de la Cámara (10): "Hasta pasado el primer cuarto de siglo no cuenta España con ningún investigador petrógrafo que aplique métodos petroquímicos". En este sentido, dos de los nombres más decisivos en la introducción de los estudios geoquímicos en nuestro país son los de Parga Pondal (1900-1986) y Menéndez y Puget (1888-19...).

Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Madrid en 1922, el gallego Isidro Parga Pondal es nombrado al año siguiente profesor auxiliar de Química Inorgánica y Análisis en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago de Compostela, al tiempo que ingresa como miembro colaborador en el Seminario de Estudios Galegos. En 1930 es becado por la Junta de Ampliación de Estudios para ampliar su formación en aspectos petroquímicos en la Escuela Politécnica Superior de Zurich, bajo el magisterio, entre otros, de los profesores Niggli, Jakob y Burri. De nuevo en Santiago funda, en 1933, un Laboratorio de Geoquímica, el primero de este género en la Universidad española.

Las publicaciones de Parga Pondal referidas al período reseñado tratan principalmente sobre química de minerales y rocas: las magmáticas de Galicia (1930); la diorita cuarcífera de Estaca de Vares (1931); la anfíbolita titanífera de Riboiira (1932); el titanio en las flogopitas (1932)

-en colaboración con Jakob-; las rocas volcánicas del Campo de Calatrava (1933) -en colaboración con Conrad Burri-; la pegmatita litinífera de Goyás (1934) -en colaboración con E. Fraga Padín-; la jumillita de la Sierra de Cabras (Albacete) (1935); las arenas monacíticas de las costas gallegas (1935); y -en colaboración también con Burri- las rocas eruptivas de la isla de Alborán (1937).

Su tesis doctoral trató sobre *Quimismo de las manifestaciones magmáticas cenozoicas de la Península Ibérica* (1935). Dicha tesis, que sigue los métodos de Niggli, constituye el primer estudio geoquímico de gran amplitud realizado en España (11). De este mismo año es otro trabajo significativo: *Ensayo de clasificación cronológica de los granitos gallegos*. Apartado de la Universidad al término de la Guerra Civil, Parga Pondal se refugiará en la actividad privada en su pueblo natal de Laxe (La Coruña), creando en 1946 el Laboratorio Geológico desde el cual habrá de impulsar el reconocimiento geoquímico y geológico del noroeste peninsular y, en especial, de Galicia.

Poseedor de una sólida formación química, el ingeniero de minas Laureano Menéndez y Puget, profesor de la Escuela de Minas de Madrid, promovió y dirigió durante años un Laboratorio Químico en el Instituto Geológico y Minero, al cual fue dotando de modernos métodos instrumentales. En dicho laboratorio Menéndez y Puget realizó incontables análisis químicos de materiales geológicos para informes y estudios de terceras personas. Así, por ejemplo, en el estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos (1917), llevado a cabo por Agustín Marín y Bertrán de Lis; en el trabajo de San Miguel de la Cámara sobre las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona (1930); y en la explicación de la hoja de Ciudad Real del Mapa Geológico Nacional (1931), debida a F. Hernández Pacheco y Alfonso de Alvarado, entre otros trabajos de la época, aparecen análisis de rocas realizados por Menéndez y Puget. Es autor, asimismo, del libro *Estudio químico de las rocas eruptivas* (1929), uno de los primeros de estas características publicado en castellano.

### 4. OTROS AUTORES

Lucas Fernández Navarro, cuya dedicación a los temas petrológicos había

comenzado a principios de siglo, realizó en este período, un estudio del granito de la Pedriza de Manzanares y otros sobre rocas volcánicas de Canarias. Redactó asimismo la guía de la excursión a las Islas Canarias para el Congreso Geológico Internacional de 1926, que constituye una excelente síntesis del volcanismo de este archipiélago.

Domingo de Orueta y Duarte, eminente microscopista cuyas aportaciones más significativas al estudio de las rocas datan también de principios de siglo, prosiguió en este período sus investigaciones en la serranía de Ronda, su área de estudio preferida. Fue el encargado de redactar la guía de dicha zona, de gran interés petrológico, en el mencionado Congreso de 1926.

Enrique Rubio y Sandoval, discípulo de Orueta y colaborador suyo en el Laboratorio Petrográfico del Instituto Geológico desde 1915, es autor de una interesante serie de artículos (1922-24) sobre los métodos seguidos en dicho Instituto para las investigaciones de petrografía cuantitativa. Escribió, en colaboración con Manuel de Cincúnegui, una *Sinopsis de las rocas hipogénicas de España* (1933), con excelentes micrografías en color. Con anterioridad se encargó, junto a su colega Meseguer y Pardo, de la parte relativa a las rocas ígneas de la explicación del Mapa Geológico de España (a escala 1:1.000.000).

Miembro del Instituto Geológico y Minero fue también Luis Barrón del Real, que en 1936 publicó un avance del estudio micrográfico de las rocas de Guinea continental, recolectadas por Pedro de Novo y Joaquín Mendizábal. Dichos ingenieros de minas habían sido comisionados en 1933, por la Dirección General de Marruecos y Colonias, para hacer una exploración mineralógico-geológica de las posesiones españolas en África occidental. Dentro de este tipo de reconocimientos geológicos puede incluirse el realizado por el también ingeniero Agustín Marín y Bertrán de Lis, el cual dio a conocer los principales afloramientos de rocas hipogénicas de la zona del protectorado español en Marruecos.

La figura del ingeniero de caminos Narciso Puig de la Bellacasa tiene importancia desde el punto de vista docente. Fue profesor de Geología en la Escuela de Caminos, Canales y Puertos

de Madrid, desde 1904 -año en el que sucede a Melchor de Palau-, hasta su cese, a petición propia, en 1930 (12). Sus *Nociones de Geología y Geografía Física aplicadas a la Ingeniería*, al igual que *Lecciones de Mineralogía y Petrografía*, fueron reimpresas repetidas veces y sirvieron de libros de texto a varias promociones de ingenieros de Caminos y de otras Escuelas Especiales. Como responsable del Gabinete de Geología de dicha Escuela amplió considerablemente las colecciones de rocas y fósiles. Le sucedió en su puesto Clemente Sáenz García, el cual continuó el impulso dado por su predecesor a la Geología Aplicada a las Obras Públicas. Puig de la Bellacasa murió en 1936, asesinado, al igual que Cincúnegui, al inicio de la Guerra Civil.

Desde el punto de vista didáctico, habría que mencionar también a Orestes Cendrero y Pablo Fábrega. El primero, catedrático del Instituto de Santander, es coautor, junto con Fernández Navarro, de unos *Elementos de Geología* (1928), que incluyen un buen resumen de Litología. Por su parte, Fábrega, especialista en criaderos minerales, dio a la luz un tratado de *Geología* (1925-28), en cuatro volúmenes, en el que el segundo y tercer tomos están dedicados a las manifestaciones endógenas y a la formación de las rocas, respectivamente.

Otros autores de estos años tocaron incidentalmente temas petrológicos. Así, por ejemplo, Chaves y Pérez del Pulgar dio noticia del hallazgo de rocas basálticas en la provincia de Córdoba; Vidal Box estudió la formación sienítica del puerto de la Cueva del Maragato (Ávila); Carbonell, las pegmatitas de la sierra de Córdoba; González Regueral, los basaltos de Ciudad Real; Eduardo Hernández-Pacheco y su hijo Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta, la región volcánica de la zona central; Gelabert analizó la descomposición de los basaltos de Gerona; Darder Pericás estudió la milonitización de las rocas de Mallorca, y Solé Sabarís y Ferrando Mas las rocas de metamorfismo de contacto del Tibidabo barcelonés.

El reverendo Mariano Faura y Sans, discípulo de Almera y Font y Sagué, y continuador, junto al P. Bataller, de la escuela geológica del Seminario de Barcelona, publicó en 1917 un temprano artículo sobre la microfotografía en color aplicada a la Petrografía, pero sus intereses geológicos se decantaron

hacia otras vertientes. Su afición a los meteoritos le llevó a confeccionar una lista de los caídos en la Península Ibérica, la más completa realizada hasta el momento (1922). Los aerolitos, caídos o encontrados, continuaron siendo en este período objeto de estudio por parte de varios autores: Fernández Navarro, Carbonell, Jiménez de Aguilar y Martín Cardoso. Este último, formado en el Instituto Mineralógico de la Universidad Leipzig al lado del profesor von Groth, se especializó en la aplicación de la difracción de rayos X a la determinación de estructuras cristalinas y dedicó parte de sus tareas investigadoras a la geológica de pegmatitas (13).

Referencias litológicas aisladas se encuentran también en trabajos de geólogos contemporáneos como Carandell Pericay (cuya tesis doctoral versó sobre las calizas cristalinas de la Sierra del Guadarrama), Royo Gómez, Jiménez de Cisneros, Gómez de Llarena y otros. No hay que olvidar tampoco las aportaciones llevadas a cabo por cristalógrafos y mineralogistas (Castro Barea, Pardillo Vaquer, Garrido, Candel Vila) en el análisis e identificación de minerales petrográficos por métodos roentgenográficos.

#### 5. AUTORES EXTRANJEROS

Como en décadas anteriores, el interés prioritario de la mayoría de geólogos extranjeros en nuestro país continúa centrado, por lo que a los estudios petrológicos se refiere, en las rocas volcánicas. Así, por ejemplo, el área de Olot es atendida en los años treinta por Loewinson-Lessing, Monchketof y Oguna; mientras que las Islas Canarias son estudiadas por Jérémine, Dittler, Köhler, Müller, Smulikowski y Gagel.

Por otro lado, las jumillitas de Murcia fueron objeto de dos estudios, uno debido a Gallwitz y otro a Jérémine y Falot. Las peridotitas de la sierra de Baza fueron estudiadas por Hanses; mientras que Dalloni revisó algunas rocas pirenaicas y Lamare investigó las eruptivas de edad cretácica del País Vasco. Muestras de rocas procedentes de Guinea fueron analizadas por Tyrrell, mientras que Zermatte se interesó por las rocas metamórficas de Sierra Nevada.

#### 6. CONCLUSIONES

El período comprendido entre 1918 y 1936 se caracteriza por la irrupción, en

los campos de la docencia e investigación petrológicas, de una serie de especialistas nacidos a finales del siglo pasado o principios del actual. Pertenecientes a una nueva generación, fueron depositarios y continuadores de las enseñanzas recibidas directamente de sus maestros, los iniciadores e impulsores de la Petrología moderna en España.

Este relevo generacional coincide con el producido en estos mismos años en otros países. Así, por ejemplo, a los nombres más relevantes de la primera etapa de la Petrografía "microscópica" (14,15) -Rosenbusch, Zirkel, Michel-Lévy, Fouqué, Iddings, Teall...- que sentaron las bases de los estudios petrológicos, suceden otros colaboradores y discípulos -Lacroix, Rinne, Niggli, Weinschenk, Shand, Harker, Winchell...- que contribuirán de modo definitivo al progreso de dicha especialidad, no sólo en lo referente a los métodos petrográficos y a la sistemática de las rocas, sino a otras áreas afines (petrogénesis, geológica, metamorfismo, volcanismo) (16).

Los años veinte y treinta suponen la consolidación definitiva de la Petrología española. Tanto por el número de cultivadores de esta disciplina, como por la diversidad y calidad de los trabajos llevados a cabo privadamente o desde diversas instituciones y organismos (Universidades, Instituto Geológico y Minero, Museos de Ciencias Naturales de Madrid y Barcelona, Escuelas Especiales de Ingenieros de Minas y de Caminos, Junta para la Ampliación de Estudios, etc), esta etapa constituye uno de los momentos de mayor pujanza de los estudios petrológicos en nuestro país.

El período tuvo, sin embargo, un final traumático. Al igual que para muchos otros científicos españoles, la Guerra Civil supuso un acontecimiento de consecuencias dramáticas para la comunidad geológica. Al término de la misma algunos hubieron de exiliarse; otros optaron por quedarse, aún a riesgo de padecer, sobre todo en los primeros años del nuevo régimen, encarcelamiento, depuración u ostracismo. Sin embargo, una parte significativa de autores mencionados en este trabajo permaneció, tras la contienda, al frente de sus cátedras o laboratorios o pasaron a ocupar puestos vacantes o de nueva creación. Sobre ellos recayó la comprometida tarea de reemprender y poten-

ciar los trabajos petrológicos en un ambiente muy poco propicio para el quehacer científico. A la labor de unos y otros, no siempre agradecida, se debe el que la tradición de los estudios petrológicos en nuestro país no se viese interrumpida o afectada en demasía, preservándose de este modo su continuidad en los años venideros.

#### REFERENCIAS

- ORDAZ, J. (1987-88). Datos para la historia de la Petrología en España en el siglo XIX. *Rev. Inv. Geol*, n. 44/45, pp. 17-29.
- ORDAZ, J. (1992). Notas sobre la Petrología en España en el período 1896-1917. *III Congreso Geológico de España, Simposio Tomo I*, Salamanca, pp. 559-565.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1961). El Profesor D. Maximino San Miguel de la Cámara. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (G)*, T-59, pp. 5-8.
- FUSTER, J.M. (1959). Publicaciones científicas del profesor D. Maximino San Miguel de la Cámara. *Tomo Extraordinario Homenaje a M. San Miguel de la Cámara, Instituto "Lucas Mallada" de Investigaciones Geológicas*, Vol. XV, n. 41-44, pp. VII-XII.

5. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. y MARTINEZ STRONG, P. (1945). *Estudio de los minerales petrográficos (Prólogo)*. Imp. S. Aguirre, Madrid, 290 p.

6. MARCET RIBA, J. (1930). *Métodos gráficos de investigación de las constantes ópticas de los minerales petrográficos (Preliminares)*. Publicaciones del Instituto Geológico-Topográfico, Diputación Provincial de Barcelona, 98 p.

7. MASRIERA, A. (1978). *El Museu de Geologia (Museu Martorell). Un segle d'història 1878-1978*. Servei de Publicacions, Ajuntament de Barcelona, 19 p.

8. LOPEZ DE AZCONA, J.M. (1963). Notas necrológicas. Antonio Baselga. *Bol. Geol. y Min.*, T-LXXIV, pp. 13-14.

9. LOPEZ DE AZCONA, J.M. (1963). Notas necrológicas. José Romero Ortiz de Villacián. *Bol. Geol. y Min.*, T-LXXIV, pp. 11-12.

10. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1954). La investigación petroquímica en España. Prólogo a: *Análisis químicos de rocas españolas publicados hasta 1952*, de J.M. Fuster, E. Ibarrola y M.P. Lobato, Instituto "Lucas Mallada" de Investigaciones Geológicas, CSIC, Madrid, pp. I-XI.

11. CAPDEVILA, R. (1978). La obra cien-

tífica de D. Isidro Parga Pondal, su importancia en el desarrollo de la Geoquímica en España y en la investigación geológica de Galicia. *Cuadernos del Seminario de Estudios Cerámicos de Sargadelos*, n. 27, pp. 8-21.

12. SAENZ GARCIA, C. (1953). Cien años de enseñanza geológica en la Escuela de Caminos. *Revista de Obras Públicas, Número del Centenario*, pp. 33-38.

13. ORDOÑEZ, S. (1996). Gabriel Martín Cardoso (1896-1954): el nacimiento en España de la determinación de estructuras cristalinas de minerales mediante difracción de rayos X. *Geogaceta*, 20(6), pp. 1426-1428.

14. GESCHWIND, C-H. (1994). The Beginnings of Microscopic Petrography in the United States, 1870-1885. *Earth Sciences History*, V. 13, n. 1, pp. 35-46.

15. HAMILTON, B.M. (1982). The Influence of the Polarising Microscope on Late Nineteenth Century Geology. *Janus*, LXIX, 1-2, 51-68.

16. FUSTER, J.M. (1990). Algunas consideraciones sobre la historia de la Petrología endógena. *Curso de Conferencias sobre Historia de la Geología, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Madrid, pp. 81-98.

# SOBRE EL POTENCIAL DE LOS RECURSOS MINERALES DE ARAGÓN

Por S. RÍOS ARAGÜES (\*)

En este artículo se pretende dar una visión del aprovechamiento actual y potencial de los recursos minerales de Aragón. Como recurso mineral entenderemos no sólo la sustancia minera en sí presente en el suelo y subsuelo aragonés, sino también los usos que del suelo y subsuelo pueda hacerse como almacenamiento de sustancias útiles (p.e. gas) o inservibles (p.e. residuos industriales).

Para que una sustancia mineral llegue a ser explotada debe de constituir, en general, para la iniciativa privada, un previsible negocio. Un papel de la Administración es aportar a la Sociedad una infraestructura de conocimiento del mundo geológico y mineral para tratar de que la iniciativa privada conozca las potencialidades del territorio en sustancias o estructuras capaces de ser aprovechadas y de generar riqueza, haciendo un buen uso de dichos recursos dentro del marco del *desarrollo sostenible*.

Desde ese importante papel, tanto la Administración Central a través del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE, organismo autónomo del Ministerio de Medio Ambiente), como el Gobierno de Aragón (GA, Departamento de Economía, Hacienda y Fomento), han promovido y finalizado, diferentes estudios entre los que se cuentan los reseñados en el recuadro adjunto (\*\*).

(\*) Dr. Ingeniero de Minas. Instituto Tecnológico Geominero de España. Jefe de la Oficina de Proyectos de Zaragoza.

(\*\*) Dicha documentación puede ser consultada en las dependencias del ITGE, en Zaragoza en la Oficina de Proyectos situada en Paseo Fernando El Católico, 59 - 4.º C (Tel. 976/55 51 53), o en la sede central en Madrid, Ríos Rosas, 23 (Tel. 91/349 57 00).

ALGUNOS TRABAJOS REALIZADOS POR LA ADMINISTRACIÓN EN RELACIÓN CON LOS RECURSOS MINERALES EN ARAGÓN	
(1)	Mapa Geológico Nacional a escala 1/50.000 (serie MAGNA). Se encuentra prácticamente finalizada la realización por el ITGE de las 122 hojas 1/50.000 del territorio aragonés, de las cuales se han publicado más de la mitad.
(2)	Revisión de las siete hojas 1/200.000 de rocas y minerales industriales que cubren el territorio aragonés y realización del mapa 1/300.000 de Aragón en esas mismas sustancias. Trabajo cofinanciado por el ITGE y el GA. Incluye descripción litológica de las principales formaciones, descripción de explotaciones e indicios, valoración minero-industrial, directorio de explotaciones y centros de transformación.
(3)	Estudio de las Aguas Minero-Medicinales, Minero-Industriales, Termates y de Bebida Envasada en la Comunidad Autónoma de Aragón. Trabajo cofinanciado por el ITGE-GA, en donde se da cuenta del enorme potencial de la CA en dichas sustancias minerales.
(4)	Estudio de las posibilidades de utilización de formaciones geológicas profundas para la eliminación de residuos industriales y urbanos (Provincia de Zaragoza). Trabajo financiado por el ITGE terminado en 1991, en donde aprovechando la información de la exploración petrolera, se estiman las buenas condiciones que algunos emplazamientos profundos tendrían para la eliminación de dichos residuos.
(5)	La Minería de Aragón, trabajo financiado por el GA y publicado en 1994.
(6)	Síntesis Geológica del Pirineo. Trabajo en pruebas de imprenta dirigido por el Instituto Tecnológico Geominero de España y el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Francia).
(7)	Panel Minero. Publicación periódica (anual o bianual) de estadísticas mineras que financia y publica el ITGE.
(8)	Actualización del Inventario de Recursos Nacionales de Carbón. Instituto Geológico y Minero de España. 1985

El actual territorio de Aragón, ha sido suministrador de un buen número de sustancias:

- entre los productos energéticos: carbón (antracita, hulla, hulla subbituminosa o lignito negro), gas, pizarras bituminosas.
- entre los minerales metálicos algunos del hierro, manganeso, aluminio, cobre, plomo, cinc, plata, antimonio y cobalto.
- entre los minerales y rocas industriales: yeso, mármol, arcillas especiales, sal, alabastro, azabache, azufre, ocres, caolín, arenas, gravas, arcillas, margas, cuarcita, ofita, calizas, pizarras, cuarzo, turba, aguas minerales, barita, fluorita...

Los avances tecnológicos y cambios de usos y la facilidad de intercambios comerciales a escala mundial, han influido para que algunos yacimientos

sean hoy día difícilmente explotables (p.e. los filonianos metálicos). El cierre de algunos centros de consumo próximos (p.e. la siderurgia de Sagunto) ha propiciado el cierre del importante distrito de hierro de Ojos Negros (TE). Otras amenazas sobre la explotabilidad de algunas sustancias son provocadas por regulaciones medioambientales cada vez más estrictas (p.e. el alto contenido en azufre de algunos carbones).

Aragón ocupa el sexto puesto entre las CCAA por el valor de su producción minera que representa aproximadamente el 6% del total nacional. Dicho porcentaje se conserva también si se compara el número de explotaciones y el número de empleos directos con otras CCAA. En minerales energéticos Aragón ocupa el cuarto lugar aportando el 9% del valor total de la producción nacional (5).

En la actualidad, no existe producción de minerales metálicos en Aragón y



tampoco de hidrocarburos. Los dos yacimientos de gas del Serrablo, se agotaron recientemente pero hoy día se utilizan como almacenes reguladores de gas, lo que constituye un claro ejemplo de aprovechamiento del subsuelo, para un uso limpio y útil.

La profundización en el conocimiento geológico de España me parece fundamental en la búsqueda de nuevas minas o yacimientos, o en la reconsideración y posible potenciación de las conocidas. Así la posible correlación de la Ibérica y del sustrato del Ebro con la Zona Cantábrica, puede abrir nuevos enfoques exploratorios al cambiar la potencialidad de los objetivos de energéticos (p.e. hidrocarburos) y metálicos (p.e. Plomo-Cinc).

De igual modo, el mejor conocimiento de la geología de Aragón puede ayudar a encontrar guías adecuadas para la búsqueda de sustancias o estructuras útiles. En los últimos años se ha terminado toda la geología 1/50.000 de Aragón (1). Dicho avance del conocimiento geológico ha servido de base para realizar el Mapa Litológico de Aragón en donde, a escala 1/300.000, se representan las diferentes formaciones que albergan los minerales y rocas industriales que han sido, son o que pudieran ser explotables en un futuro.

Aragón ocupa el décimo lugar en su aportación al total del valor de producción nacional de los minerales no metálicos (con un 5%) y el decimotercer lugar en los "Productos de Cantera" (en los que contribuye con un 2,5% del valor total) (2).

Entre las sustancias inventariadas como *minerales industriales* se cuentan arcillas especiales (sepiolita), barita, bauxita, caolín, cuarzo y sílex, fluorita, fosfato, halita, ocre, pirolurita, turba y lignito (para uso en sector agrícola), yeso, magnesita, sales potásicas y asbestos; como *rocas industriales*: alabastro, arcilla común, arcillas refractarias, arenas silíceas, calizas y dolomías, conglomerados, cuarcita, gravas y arenas, margas, mármoles, calizas marmóreas, calizas ornamentales, ofitas andesitas-dibasas y pizarras. Se resalta el enorme potencial de la región en este subsector de rocas y minerales industriales que experimentó un fuerte crecimiento en la producción minera en Aragón (representaba el 6% del valor en 1986 y pasó al 17% en 1993 (2)). Se destacan los importantes recursos en yeso,

halita, alabastro, arcillas, piedra natural para uso en construcción y materia prima para fabricación de áridos y cemento y para cargas blancas en la industria química, papel y pintura. En la rentabilidad de la mayoría de las posibles explotaciones en estas sustancias incide de manera fundamental el coste del transporte. La cercanía a regiones pobladas y desarrolladas se muestra como el principal motor de este tipo de minería (incluida la roca ornamental).

En el subsector de los minerales energéticos hay que destacar la importancia de las cuencas de hullas subbituminosas (lignitos negros) de Teruel que suministran el carbón a la central térmica de Escucha (160 Mw) y casi el 75% del carbón que consume la central térmica de Andorra (1050 Mw). En los cuadros adjuntos puede observarse la estimación de recursos en Mt tanto por minería a cielo abierto (CA) como subterránea (S) realizada en 1985 (8). (Desde entonces se puede estimar que se han

explotado unos 30 Mt de los que aproximadamente la mitad se ha explotado a cielo abierto). Al ritmo actual de explotación habría recursos para cerca de 300 años. En la actualidad se tiende a sustituir la minería subterránea por la de cielo abierto. En 1995, se extrajeron 2,4 Mt a cielo abierto y 1,4 Mt por minería subterránea, lo que representa casi el 90% de la producción nacional en hulla subbituminosa (4,14 Mt frente a 6,73 Mt de antracita, 7,26 Mt de hulla y 11,36 Mt de lignito pardo, producciones nacionales aproximadas de 1994 (7)).

Las restricciones medioambientales derivadas del alto contenido en azufre de estos carbones (en torno al 5%), están siendo solventadas por ENDESA, con la instalación de plantas de desulfuración de los gases de combustión en los tres grupos de los que consta la central. La reducción de la emisión de SO<sub>2</sub> a la atmósfera se espera que sea del 90% en 1998, cuando entren en servicio dichas plantas.

## LIGNITOS TE

## EVALUACIÓN RECURSOS TE, EN Mt

	TOTAL	M Prob	Prob	Pos	Hip	
R < 10 m/lt	S	902	143	116	114	529
	CA	77	64	6	4	2
	<b>TOTAL</b>	<b>979</b>	<b>207</b>	<b>122</b>	<b>118</b>	<b>531</b>
R < 15 m/lt	S	876	123	113	112	527
	CA	140	113	12	8	6
	<b>TOTAL</b>	<b>1016</b>	<b>236</b>	<b>125</b>	<b>120</b>	<b>533</b>

ESTIMACIÓN DE RECURSOS POR AREAS EN Mt \*  
(CA < 15 m/lt)

SUBZONA	ÁREA	TOTAL EXPLOT.	PLANIFICABLES (PROB+MUY PROB)		POSIBLES	HIPOTÉTICOS
			I	CA		
NORTE	ANDORRA-ARIÑO	206	62	83	23	38
	ESTERCUEL LOS OLMOS	199	12	17	7	163
	ALCORISA-FOZ DE CALANDA	166	35	11	28	91
	<b>TOTAL SUBZONA</b>	<b>571</b>	<b>109</b>	<b>111</b>	<b>58</b>	<b>292</b>
ORIENTAL	CASTELLOTE	60	12	3	21	24
	BELMONTE-BECEITE	-	-	-	-	-
<b>TOTAL SUBZONA</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	
OCCIDENTAL	ESCUCHA-CASTEL DE CABRA	251	108	13	38	92
	RILLO-ALIAGA	134	3	2	3	126
	<b>TOTAL SUBZONA</b>	<b>385</b>	<b>111</b>	<b>15</b>	<b>41</b>	<b>218</b>
<b>TOTAL CUENCA TE</b>	<b>1016</b>	<b>232</b>	<b>129</b>	<b>120</b>	<b>534</b>	

\* Fuente: IGME 1995, Actualización Inventario de Recursos Nacionales de Carbón

El aprovechamiento de los recursos de estas cuencas, de difícil o antieconómica explotación por minería convencional, está siendo investigado en la actualidad por un importante ensayo de gasificación subterránea de carbón, que lleva a cabo una *Agrupación de Interés Económico Europea* presidida por el Instituto Tecnológico Geominero de España. Dicha agrupación denominada UGE (Underground Gasification Europe) realiza trabajos preparatorios, tecnológicamente muy avanzados, desde hace cuatro años, para efectuar un ensayo de gasificación, en las cercanías de Alcorisa, sobre una capa situada a unos 600 m de profundidad. Se esperan gasificar unas 3.000 t de carbón dentro de este año 97. La financiación del ensayo corresponde en un 40% a la UE (Programa Termie), en un 35% a España a través del ITGE (Dirección General de Minas: 16,6%; ITGE: 16,6%; Endesa-Ocida: 33,3%; Ocicarbón 25% y Ocigas 8,4%) y en un 13% y un 12% a ciertos organismos de Bélgica (IDGS) e Inglaterra (UKEA). Por medio del sondeo de extracción se espera obtener, durante el ensayo, un caudal de gas (en seco) de 6.000 m<sup>3</sup>N/hora con un poder calorífico de 13.000 KJ/m<sup>3</sup>N.

La cuenca de Mequinenza suministra también hullas subbituminosas que son destinadas principalmente a la central de Escatrón (80 Mw, en lecho fluido presurizado (proceso desulfurante que consume también calizas)). Las empresas de esta cuenca (UMESA y Carbonífera del Ebro) producen del orden de 200.000 t/año de carbón. En la actualización del inventario de recursos nacionales de carbón de 1982 se estimó un tonelaje explotable en esta cuenca del orden de 125 Mt.

Conviene resaltar el gran potencial que presenta Aragón en aguas minero-medicinales, minero-industriales, termales y de bebida envasada, que ha puesto de manifiesto el reciente estudio finalizado por el ITGE y el Gobierno de Aragón (3): "... Aragón puede ser considerada como la región española con mayor volumen de recursos hidrotermales disponibles y

entre las que poseen más recursos en el sector de las aguas envasables. Se puede estimar una cifra de recursos total de más de 200 hm<sup>3</sup>/año (39% TE, 33% Z y 28% HU)".

Las aguas frías de excelente calidad y clasificadas como envasables (agua mineral natural o agua de manantial), cubican en la actualidad una cifra de recursos del orden de 1 hm<sup>3</sup>/año y se estiman en 150 hm<sup>3</sup>/año, las susceptibles de obtener tal clasificación en Aragón (50% TE, 38% HU, 12% Z). En la actualidad existen en activo 19 aprovechamientos de aguas minerales en Aragón: 12 balnearios y 7 plantas envasadoras de agua mineral natural, lo que representa una escasa actividad industrial en este sector dado el enorme potencial de recursos (5% del volumen nacional de agua envasada).

Como "recurso minero" muy importante en Aragón, hay que citar el de los almacenamientos subterráneos tanto para albergar desechos industriales como sustancias reutilizables (gas, aire a presión, agua,...).

Algunas estructuras geológicas profundas han permanecido estancas con salmueras inaprovechables durante el transcurso de millones de años como ha demostrado la exploración petrolífera realizada. Con los controles y medidas de seguridad destinados a asegurar la preservación del medio ambiente, dichas estructuras se utilizan (p.e. en USA) como almacenes de sustancias nocivas o reutilizables. En la provincia de Zaragoza, en La Zaida (4), se ha puesto de manifiesto una buena estructura almacén que, muy posiblemente, podría ser usada en tal sentido.

El aprovechamiento del suelo y subsuelo como almacén de desechos industriales es una oferta que el territorio aragonés podría ofrecer, con las adecuadas medidas de seguridad, a otros sectores productivos. Y ello dejando a un lado fáciles planteamientos demagógicos ante sustancias consideradas basura. El problema para la implanta-

ción de muchas empresas, es la eliminación de sus residuos. Si un territorio da soluciones para ello (incluso cobrando tasas), se facilitarían inversiones que podrían crear riqueza.

Es curioso resaltar el uso como almacenamiento de gas (inyección en verano y consumo en invierno) de alguno de los yacimientos citados conectado a la red gasística española. La necesidad de almacenar gas en grandes proporciones, como elemento regulador del consumo creciente previsible, es muy importante. A este respecto hay que citar el enorme potencial que representa el anticlinal de Barbastro en la CA de Aragón, con su núcleo salino de varios km de corrida y de espesor superior al km (datos puestos de manifiesto por la exploración de hidrocarburos e investigaciones posteriores). En la actualidad una empresa química de la zona, obtiene salmueras para su proceso de fabricación, provocando cavidades fáciles de controlar. El potencial para crear estructuras almacén, que puedan ser utilizadas como elemento regulador de la red gasística española y europea, cuando se suministre gas, proveniente de Argelia, es muy grande.

En este breve repaso se ha visto el enorme potencial que Aragón presenta en muchos recursos minerales (sustancias y almacenes). El aprovechamiento de dicho potencial dependerá no sólo de las características intrínsecas del yacimiento (volumen, calidad, forma,...) sino también y muy principalmente, de unas condiciones adecuadas: de *mercado*, función de condicionantes económicos, tecnológicos, políticos y sociales muy inciertos y por tanto fácilmente cambiantes; de *infraestructuras* sobre todo de vías de comunicación (previstas y muy importantes en la región) y de una tecnología y metodología minera capaz de abaratar costes y de ofrecer un producto o servicio cada vez más seguro, homogéneo y normalizado.

Zaragoza, Junio de 1997

# MEMORIA SOBRE LA ORGANIZACION, DESARROLLO Y TRABAJOS REALIZADOS EN EL XLIII CAMPAMENTO PARA PRACTICAS DE GEOLOGIA "PIRINEO CENTRAL 1997"

Por L. M.<sup>a</sup> RIOS, D. BARETTINO, J. M. CHARLET y F. BODEGA

## INTRODUCCION

En 1955 el Profesor Ríos García (*cf.* J.M.<sup>a</sup> Ríos García, 1955) tuvo la buena idea de suplir la carencia de salidas al campo mediante la organización de un Campamento para Prácticas de Geología, eligiendo como área de trabajo el Pirineo Central. Esto fue posible gracias a las subvenciones de Empresas y Organismos que acogieron bien la iniciativa.

Desde 1989 en que, considerando cumplido en lo esencial el objetivo de la realización de la parte del Mapa Geológico Nacional escala 1/50.000 en las partes de más difícil acceso de la Cadena (*cf.* L.M.<sup>a</sup> Ríos Aragüés *et al.*, 1991), esta actividad ha tomado la modalidad de Cursillo de Geología sobre el propio terreno. Así, ha tenido lugar del 2 al 21 de Julio de 1997 la 43.<sup>a</sup> versión.

El Pirineo Central español presenta abundancia de temas en diferentes terrenos (sedimentarios, metamórficos, graníticos, ... etc.) y tipos de problemas. Así, por una parte se propone al alumno, ante objetos reales, la reflexión sobre diversos aspectos de la Geología y, por otra parte, en ciertos días se le invita a realizar personalmente algunos ejercicios que tendrá

que plasmar mediante la construcción de los respectivos perfiles y croquis.

Como el año pasado, se han tomado como bases sucesivas: Hecho, Morillo de Tou y Benasque para sendas transversales. En Hecho se empieza en la transversal más fácil de las tres desde el Paleozoico hasta las molasas marinas y continentales de la cuenca surpirenaica hasta Riglos. Una vez alojados en Morillo de Tou se pasa a otra transversal, la del río Cinca, donde se puede estudiar un bello ejemplo de las relaciones entre las unidades alóctonas de manto de corrimiento. Ya desde Benasque, se dedica la mayor parte del tiempo a las rocas metamórficas del basamento y sus estilos de deformación, así como al reconocimiento de la organización de los macizos graníticos según sus diferentes facies.

Salvo raras excepciones, cada año es grande el interés que muestran los alumnos para obtener el mejor provecho en el aprendizaje durante su estancia, al ser una actividad voluntaria. Por otra parte los organizadores al hacer la lista seleccionada de entre las solicitudes, procuramos que según el historial de los alumnos, estos reúnan las condiciones para sacar buen provecho de su estancia. Se prefiere por lo tanto alumnos que hallan adquirido ya un mínimo de madurez en su formación geológica.

El Campamento está pensado para alumnos de la Escuela de Minas, pero está igualmente abierto a alumnos de otros lugares y centros superiores de enseñanza, para lo cual se cuenta con una subvención básica, además de la de la Escuela, por otras entidades y empresas entre las que destaca el Instituto Tecnológico Geominero de España.

Normalmente se vienen aceptando en los últimos años hasta 16 alumnos. (Esta cifra corresponde a las plazas de 2 vehículos largos todoterreno, sin contar a los conductores). En esta ocasión, como hasta última hora no se despejaron algunas incógnitas, no se aceptaron más de 12 alumnos. Quizá nos pasamos de prudentes.

Después de cerrar las cuentas el coste total de 1.725.231 pesetas dividido por 12 alumnos resulta ser de 143.769.- Ptas por alumno. Esta cantidad es sustancialmente mayor que el año pasado al tener que dividir los gastos comunes entre un menor número.

El mal tiempo de los primeros días del Campamento se arregló en días ulteriores como corresponde normalmente a la baja pluviometría del mes de Julio.

También este año contamos con el efi-

caz apoyo logístico de un vehículo todoterreno del ITGE, así como el de su conductor siempre bien dispuesto Manuel Illán.

Mención especial merece también D. Julián Vega Esteban, el cual desde 1963 viene actuando como Secretario.

Vaya también nuestro agradecimiento a la buena voluntad de los alumnos que en la última salida expusieron sugerencias para favorecer el aprendizaje en estos campamentos. Recogemos sus ideas para ese propósito.

#### DESARROLLO DEL CAMPAMENTO

**Día 2.** Recepción y alojamiento en Hecho.

**Día 3.** Recorrido, en parte a pie y en parte en vehículos, del alto río Aragón Subordán: Paleozoico del basamento en la parte norte, facies Culm. Permiano de Aguas Tuertas: reconstrucción del perfil de su cuenca intramontañosa post-hercínica. Mesozoico discordante: Cretáceo y Paleoceno de la Boca del Infierno. Flysch eceno: reflexiones sobre una megacapa intercalada.

**Día 4.** Vistazo al borde norte de las molasas continentales post-tectónicas del ciclo alpino en el valle del Ebro: Abanicos aluviales en los Mallos de Riglos. A continuación, por la carretera de La Peña a Jaca, con desplazamientos en coches, corte del sinclinorio Oligoceno del Guarga.

**Día 5.** Sábado. Por la mañana en Hecho, dibujo a escala 1/100.000 del corte realizado el día anterior. Entrenamiento en la visión en relieve sobre fotogramas aéreos con el estereoscopio de bolsillo.

Por la tarde tiempo libre.

**Día 6.** Domingo. Visita a un afloramiento, cerca de Atares, representativo de las facies transicionales de marinas a continentales en el Eoceno superior: ejemplo de abanico de desembocadura de canal de delta. A continuación por las margas marinas de Jaca y el flysch subyacente ascenso hasta los contrafuertes sur del macizo

del Aspe. Panorámica de la sección N-S natural del río Aragón en las sierras cretáceo-paleocenas de Ip-Collarada. Evidencia de dos fases tectónicas de deformación.

Después de comer el *pic-nic* junto a una fuente cristalina, vistazo a los abundantes olistolitos en la prolongación de la megacapa vista el primer día al Norte de San Pedro de Siresa.

Estudio de las turbiditas sobre ejemplos de secuencia unitaria tipo Bouma. Algunos criterios de análisis de cuencas de tipo flysch.

**Día 7.** Valle de Aragüés del Puerto. Levantamiento estructural en el flysch de dos tramos de corte de diferente estilo de pliegues. Por la tarde en Hecho construcción a escala 1/2.000 de los cortes con previsión de la profundidad de un supuesto objetivo.

**Día 8.** Acompañados por el profesor Baretino, subida hasta el collado Foratón desde el final de la carretera de Lizara (400 m de desnivel). Croquización sobre foto aérea, vista con estereoscopio de bolsillo, de los principales rasgos de la cartografía por unidades litoestratigráficas en los flancos de las montañas de Agüerri, Bisaurin y Bernera en Cretáceo y base del Terciario.

El buen tiempo nos obsequia con el mejor día del Campamento.

**Día 9.** Traslado a Morillo de Tou, junto al río Cinca al sur de Ainsa, pasando por Ordesa y por Buerba a Escalona. Primer vistazo de presentación a las unidades alóctonas: Cotiella, Monte Perdido-Boltaña y Gavarnie.

A última hora de la tarde charla con diapositivas por el profesor Daniel Baretino en el aula de Casa Cambra, sobre la metodología de valoración natural del territorio y su análisis de riesgos a efectos de la ordenación del mismo. Ejemplos de los resultados del proyecto-piloto auspiciado por el ITGE en una parte del Pirineo Central.

**Día 10.** Descanso a discreción.

**Día 11.** Remontando el río Ara. Flanco oeste del anticlinal de Boltaña con su

discordancia progresiva dentro del Eoceno medio-superior marino.

Pliegues de eje vertical cerca de Jánovas. Reflexiones sobre la dinámica de formación del anticlinal de Boltaña.

Comida de *pic-nic* en San Nicolás de Bujaruelo. Por la tarde reconocimiento de un cabalgamiento de edad alpina dentro del Paleozoico.

Por la tarde, en Morillo, charla por el profesor Ríos sobre el proceso de formación del Pirineo y su estructura actual, a la luz del perfil ECORS, a través de su parte central.

**Día 12.** Sábado. Valle de Pineta. Antes de llegar a Bielsa en el Bunt de la parte trasera basal del manto de corrimiento, análisis de miniestructuras y reflexión sobre su significado en el contexto regional. Subida (200 m) al circo de La Larri: espectacular ventana tectónica del manto (Unidad de Gavarnie) donde se asoma el autóctono de Gavarnie.

**Día 13.** Domingo. Andadura por la cuerda divisoria, límite del actual "Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido", entre el cañón de Añisclo y el rincón de Escuaín. Estudio y reflexiones sobre la estructuración del plegamiento tectónico visible en el flanco del macizo de Monte Perdido, en la parte alta del cañón de Añisclo.

**Día 14.** Traslado a Benasque realizando algunas paradas en las series estratigráficas del Cretáceo en el río Esera. Discordancia de la brecha de Campo.

**Día 15.** Introducción a la alta cadena en el valle de Benasque. Devoniano volcado al Norte de Cerler. Indicios de dos fases hercínicas de deformación. Escombrera de la mina de Cerler.

Subida en telesilla al pico Cerler y panorámica circular de los principales rasgos fisiográficos. A última hora de la tarde: charla introductoria al ciclo Hercínico. Planteamiento del ejercicio del día siguiente.

**Día 16.** Transporte hasta el collado de Gelada (2075 m), divisorio entre los valles del Noguera Ribagorzana y del Noguera de Tor. Ascensión (400 m) por

la cuerda al N de dicho collado para hacer el corte estructural del Devoniano metamórfico plegado. Posicionamiento por altímetro. Por la tarde, en Benasque, dibujo del corte.

**Día 17.** Descendemos a las cotas de la cuenca de Graus-Tremp. Visita a las facies transicionales, fluviales y litorales de Roda y Arén, modelos antiguos de gran interés.

Por la tarde, conferencia del profesor Charlet sobre las facies del macizo gra-

nítico de La Maladeta, sus relaciones mutuas y con el metamorfismo de contacto, que se visitarán al día siguiente.

**Día 18.** En compañía del profesor Charlet recorrido por afloramientos de metamorfismo de contacto del macizo de La Maladeta. Subida por la Renclusa a la parte norte del macizo granítico.

**Día 19.** Sábado. Alto río Isábena. Serie del Devoniano tipo Baliera. Interferencia cartográfica de pliegues y control

de las miniestructuras correspondientes.

**Día 20.** Domingo. Por la mañana, visita al Jurásico con dolomías del corte de Bonansa, como las productoras de gas en la cuenca de Aquitania. A continuación reconocimiento del anticlinal sinforme de Las Paules ("*tête plongeante*") de la zona de los Noguerras. Por la tarde, recogida del material. Cena final.

**Día 21.** Salida de Benasque.

## NOTICIAS

### Nombramientos del Profesor Dr. A. Arribas Moreno

Recientemente, el Profesor Dr. Don Antonio Arribas Moreno ha sido distinguido con el nombramiento de **Socio de Honor** por la Asociación Nacional de Ingenieros de Minas de España, y como *International Exchange Lecturer* por la *Society of Economic Geologists*, SEG. Ambas distinciones como reconocimiento a su contribución al estudio de los yacimientos minerales y al conocimiento sobre el origen de los mismos.

El Dr. Arribas es actualmente Profesor ad Honorem en el Departamento de Ingeniería Geológica, de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid; Vicepresidente Regional para Europa de la SEG; y consultor de la Unión Europea y de importantes empresas mineras.

En 1950 se doctoró por la Universidad

Complutense de Madrid, pasando a trabajar en el antiguo Servicio Geológico de Plazas y Provincias Africanas hasta 1957, y en la antigua Junta de Energía Nuclear como director del Laboratorio de Mineralogía, hasta 1965. En este último año obtuvo la Cátedra de Mineralogía de la Universidad de Salamanca, donde ha desempeñado los cargos de Decano de la facultad de Ciencias (1972 a 1976), Director del Departamento de Geología y Mineralogía (1980 a 1988) y Director del Instituto de Geología Aplicada (1975 a 1988). Tras su jubilación en 1989, fué nombrado Consultor de la Comisión Europea para la industria minera.

El Dr. Arribas ha representado a España en numerosas Comisiones y Congresos como Vocal de la Comisión Nacional de

Geología, y ha estudiado los principales yacimientos minerales de Europa, América, Africa, Australia, Japón, Filipinas, China y Mongolia.

Ha sido Profesor invitado de las Universidades de Michigan (1962), Heidelberg (1968), Wisconsin (1974), Chile (1983), La Plata (1984), Río de Janeiro (1985), Okoyama (1986) y Adelaide (1987).

Es autor de 136 trabajos de carácter científico y ha dirigido 45 Tesis Doctorales.

Desde estas páginas felicitamos al Dr. Arribas, asiduo colaborador desde hace muchos años del Boletín Geológico y Minero.

### Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos

El **Ilustre Colegio Oficial de Geólogos** acaba de publicar una interesante novedad editorial titulada **"Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos"**. El libro repasa de manera sistemática los riesgos geológicos generados por el asbesto, radón, minerales reactivos, terremotos, volcanes, deslizamientos, subsidencia, inundaciones y procesos costeros y es una versión adaptada a la situación de los riesgos geológicos en España del Libro norteamericano "The Citizens' Guide to Geological Hazards". Contiene más de 170 ilustraciones en color, amplias referencias bibliográficas de libros, artículos y videos, tablas de

datos, índice y diversos apéndices informativos. También resume el papel que juegan los profesionales de la geología en el estudio y mitigación de estos riesgos y analiza el sistema español de cobertura de los riesgos catastróficos. La guía está redactada de forma muy amena y se ha prescindido en lo posible de un lenguaje excesivamente técnico por lo que es apta para cualquier tipo de lector. Recomendada especialmente para propietarios de viviendas, arquitectos, mediadores de seguros, legisladores, urbanistas, políticos, ingenieros, inmobiliarias, bancos hipotecarios, abogados, economistas y geólogos.

En la traducción y adaptación del texto han colaborado J. L. Barrera, R. Capote, J. J. Durán, M. Ferrer, L. I. González de Vallejo, F. Quiralte y M. Hernández. La edición ha corrido a cargo de L. Suárez y M. Regueiro.

**Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España. L. Suárez y M. Regueiro Editores. Madrid, 1997. ISBN 84-920097-3-X. 208 pp.**

### Actas de la Primera Sesión Científica sobre Patrimonio Minero-Metalúrgico

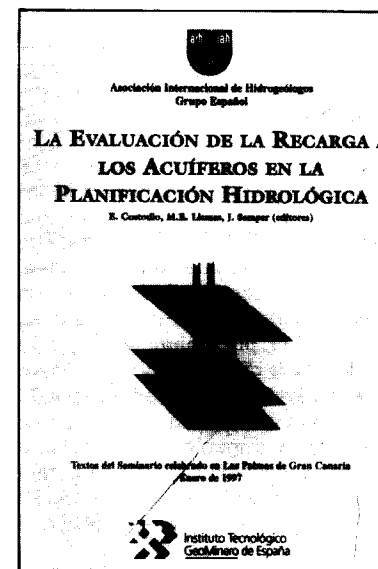
La Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero que tiene como misiones principales las de promover, difundir y coordinar las actividades encaminadas al estudio, inventario, protección, conservación y restauración del Patrimonio Geológico-Minero, ha celebrado recientemente la primera sesión científica de la Sociedad, eligiendo como sede de la misma, la ciudad de Almadén. Como resultado de ello ahora nos llega la publicación "Actas de la Primera Sesión Científica sobre Patrimonio Minero-Metalúrgico",

que coordinada por Luis Mansilla Plaza y Roberto C. Fernández Barba, y editada por ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha, recoge las Ponencias y Comunicaciones presentadas, que repartidas en las diversas secciones ocupan más de las trescientas páginas de que consta el volumen, finalizando este con unas interesantes conclusiones recogidas de la mesa redonda que tuvo lugar al final de la Sesión, en la que los autores debatieron sobre diversos temas como Ley del Patrimonio unida a la problemática de los expolios y la

necesidad de protección del Patrimonio Minero-Metalúrgico, medidas para incentivar las zonas mineras deprimidas y el problema medioambiental.

**Actas de la Primera Sesión Científica sobre Patrimonio Minero-Metalúrgico. Colección "Ciencia y Técnica" Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha. Cuenca, 1997. ISBN 84-89492-82-4. 318 pp.**

## ULTIMAS PUBLICACIONES DEL ITGE



### LA EVALUACION DE LA RECARGA A LOS ACUIFEROS EN LA PLANIFICACION HIDROLOGICA

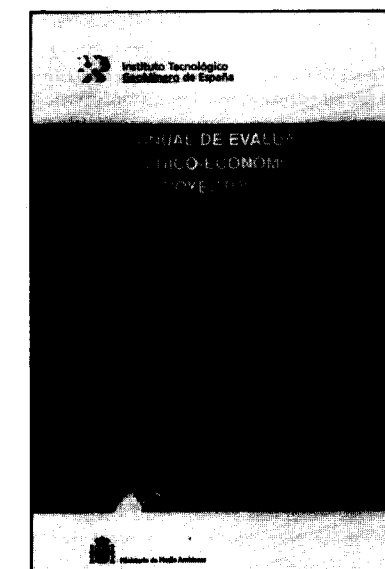
La recarga natural a los acuíferos comprende la que produce la lluvia a través del suelo, la que se produce en cauces de torrentes y ríos, la que procede de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas y las que son consecuencia inevitable de las acciones antrópicas, tales como las que proceden de excedentes de riego, fugas de redes de abastecimiento, saneamiento y regadío e infiltraciones de embalses, balsas y depósitos. Se excluyen la recarga inducida, estimulada y artificial. La recarga es un término básico del balance de agua y del transporte de masa y calor y es el que normalmente es más difícil de evaluar y medir. El presente texto es el resultado de una reunión en la que un grupo español de científicos, expertos y profesionales de la hidrología subterránea y de la gestión y planificación del agua subterránea ha discutido el estado de la ciencia y la técnica de la recarga natural de acuíferos bajo la perspectiva de la gestión y planificación de los recursos de agua subterránea. Se incluyen diez temas básicos, las aportaciones de dos paneles de expertos y un conjunto de ponencias a modo de ejemplos reales. El lector encontrará métodos, ideas y ejemplos para evaluar la recarga natural y estimar el error de las evaluaciones, así como su influencia en la gestión y planificación de los recursos de agua subterránea.

Su precio es de 5.000 pts. + I.V.A.

### MANUAL DE EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE PROYECTOS MINEROS DE INVERSION

Realizado en colaboración con más de una decena de especialistas en las diversas materias tratadas, este trabajo pretende, además de construir un libro de consulta en el ejercicio de la profesión, ofrecer una relación exhaustiva de todas las consideraciones necesarias, y de los parámetros que es preciso fijar para afrontar las decisiones en las diversas etapas del desarrollo de un proyecto minero, teniendo en cuenta las dificultades que se presentan en la actualidad, debido al complejo mundo industrial de nuestros días y a la dura competencia con que se enfrenta la minería ante la abundante oferta de materias primas. Agotada la primera edición en poco tiempo, se ha abordado una amplia revisión del texto original, actualizándolo y corrigiéndolo en cuantos aspectos ha sido necesario. Con esta renovación el Manual vuelve a situarse en su posición anterior, que permite considerarlo como uno de los mejores tratados de esta especialidad. En esta segunda edición, como en la primera, el texto va acompañado de un disquette que modeliza gran parte de las explicaciones presentadas.

Su precio es de 7.000 pts. + I.V.A.

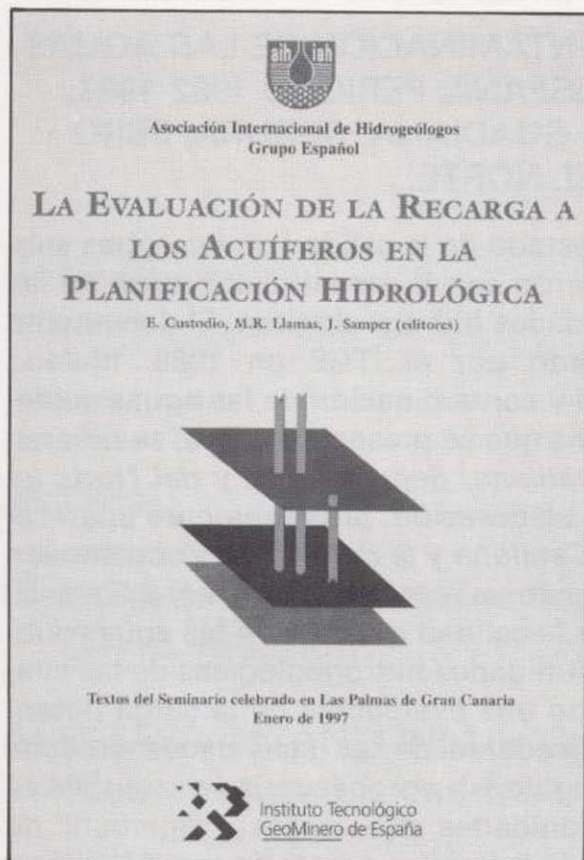


### REIMPRESION DE 12 HOJAS Y MEMORIAS MAGMA

El ITGE ha hecho una nueva reimpresión de Hojas y Memorias Geológicas a Escala 1:50.000 (serie MAGNA), cuyas existencias habían quedado agotadas. Las ahora realizadas son las siguientes: 31 (Ribadesella), 50 (Cangas de Narcea), 105 (Riaño), 363 (Manresa), 508 (Cercedilla), 535 (Algete), 545 (Morella), 606 (Chinchón), 640 (Segorbe), 664 (Enguadanos), 696 (Burjasot) y 720 (Requena).

Su precio es de 2.500 pts. + I.V.A.

## ULTIMAS PUBLICACIONES DEL ITGE



### LA EVALUACION DE LA RECARGA A LOS ACUIFEROS EN LA PLANIFICACION HIDROLOGICA

La recarga natural a los acuíferos comprende la que produce la lluvia a través del suelo, la que se produce en cauces de torrentes y ríos, la que procede de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas y las que son consecuencia inevitable de las acciones antrópicas, tales como las que proceden de excedentes de riego, fugas de redes de abastecimiento, saneamiento y regadío e infiltraciones de embalses, balsas y depósitos. Se excluyen la recarga inducida, estimulada y artificial. La recarga es un término básico del balance de agua y del transporte de masa y calor y es el que normalmente es más difícil de evaluar y medir. El presente texto es el resultado de una reunión en la que un grupo español de científicos, expertos y profesionales de la hidrología subterránea y de la gestión y planificación del agua subterránea ha discutido el estado de la ciencia y la técnica de la recarga natural de acuíferos bajo la perspectiva de la gestión y planificación de los recursos de agua subterránea. Se incluyen diez temas básicos, las aportaciones de dos paneles de expertos y un conjunto de ponencias a modo de ejemplos reales. El lector encontrará métodos, ideas y ejemplos para evaluar la recarga natural y estimar el error de las evaluaciones, así como su influencia en la gestión y planificación de los recursos de agua subterránea.

**Su precio es de 5.000 pts. + I.V.A.**

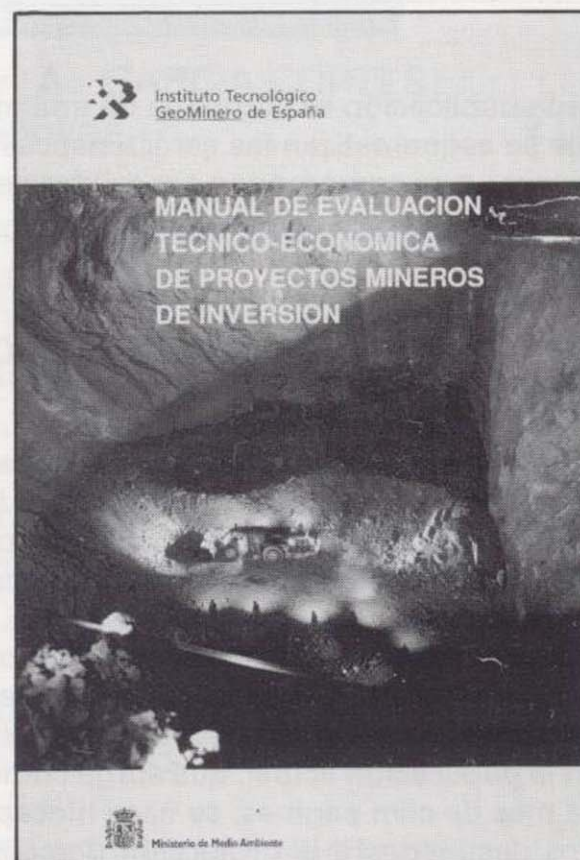
### MANUAL DE EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE PROYECTOS MINEROS DE INVERSION

Realizado en colaboración con más de una decena de especialistas en las diversas materias tratadas, este trabajo pretende, además de construir un libro de consulta en el ejercicio de la profesión, ofrecer una relación exhaustiva de todas las consideraciones necesarias, y de los parámetros que es preciso fijar para afrontar las decisiones en las diversas etapas del desarrollo de un proyecto minero, teniendo en cuenta las dificultades que se presentan en la actualidad, debido al complejo mundo industrial de nuestros días y a la dura competencia con que se enfrenta la minería ante la abundante oferta de materias primas.

Agotada la primera edición en poco tiempo, se ha abordado una amplia revisión del texto original, actualizándolo y corrigiéndolo en cuantos aspectos ha sido necesario. Con esta renovación el Manual vuelve a situarse en su posición anterior, que permite considerarlo como uno de los mejores tratados de esta especialidad.

En esta segunda edición, como en la primera, el texto va acompañado de un disquete que modeliza gran parte de las explicaciones presentadas.

**Su precio es de 7.000 pts. + I.V.A.**



### REIMPRESION DE 12 HOJAS Y MEMORIAS MAGMA

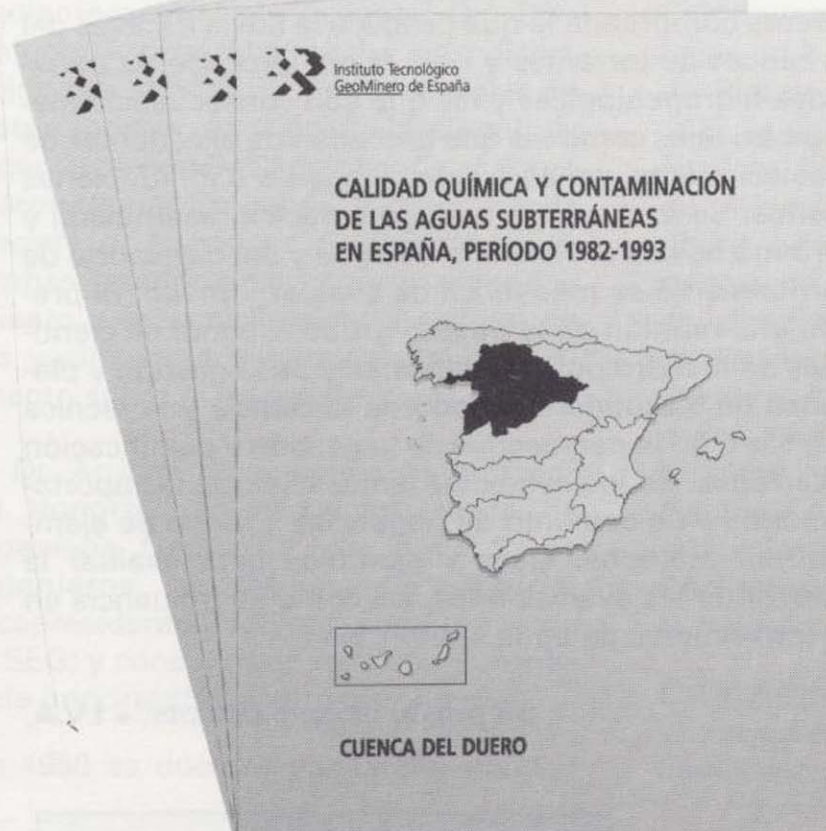
El ITGE ha hecho una nueva reimpresión de Hojas y Memorias Geológicas a Escala 1:50.000 (serie MAGNA), cuyas existencias habían quedado agotadas.

Las ahora realizadas son las siguientes: 31 (Ribadesella), 50 (Cangas de Narcea), 105 (Riaño), 363 (Manresa), 508 (Cercedilla), 535 (Algete), 545 (Morella), 606 (Chinchón), 640 (Segorbe), 664 (Enguñados), 696 (Burjasot) y 720 (Requena).

**Su precio es de 2.500 pts. + I.V.A.**

## ULTIMAS PUBLICACIONES DEL ITGE

### CALIDAD QUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESPAÑA, PERIODO 1982-1993. CUENCAS DEL DUERO, GUADIANA, SEGURA, EBRO Y DEL NORTE.



Esta publicación muestra el estado de la calidad de las aguas subterráneas en España, de acuerdo con la actual distribución de las cuencas hidrográficas en unidades hidrogeológicas. El documento actualiza uno anterior editado por el ITGE en 1985, titulado "Informe de Síntesis. Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España". Los títulos que se presentan ahora, se refieren a las cuencas del *Duero*, *Guadiana*, *Segura*, *Ebro* y *del Norte* (el resto de las cuencas está en elaboración, próximamente aparecerán las *Cuencas Internas de Cataluña y la del Júcar*), y constituyen una parte del estudio realizado a nivel nacional, en el que se expone la situación actual de la calidad química de las aguas subterráneas en cada una de las unidades hidrogeológicas de las citadas cuencas, recoge asimismo una evaluación de la carga potencialmente contaminante, procedente de las actividades urbanas (residuos sólidos y vertidos líquidos), agropecuarias e industriales establecidas dentro de las unidades que pueden repercutir de forma negativa en la calidad de las aguas subterráneas. Asimismo se describe el grado de afección de la intrusión marina sobre las unidades costeras y de la incidencia de los nitratos sobre las aguas subterráneas, al ser dos de los problemas que afectan en mayor medida a las aguas subterráneas en España.

Cada publicación se compone de una memoria descriptiva y una colección de 4 mapas de la cuenca correspondiente en los que se esquematizan las características químicas de las aguas y las cargas potencialmente contaminantes. Además, en las cuencas que comprenden zonas litorales se añade un mapa resumen de la situación respecto a la intrusión marina.

**Su precio es de 2.000 pts. + I.V.A.**

### GUÍA PARA LA ELABORACION DE PERIMETROS DE PROTECCION DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES

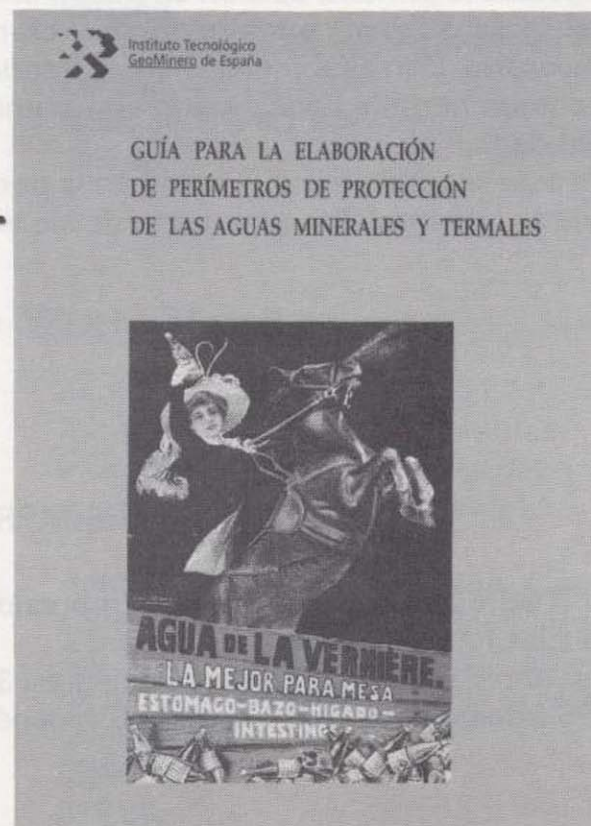
La mejor manera de garantizar la calidad de las aguas subterráneas es, sin lugar a dudas, prevenir la contaminación de los acuíferos y evitar de esta manera que las sustancias extrañas puedan acceder al agua. Entre las medidas de carácter preventivo destaca el establecimiento de perímetros de protección, cuya metodología de elaboración apenas estaba descrita en la literatura técnica escrita en castellano, hasta que en 1991 el ITGE elaboró la publicación titulada "Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas" en la que se describe de forma detallada las bases teóricas y prácticas para el diseño de los perímetros de protección.

En la publicación actual, que surge como un complemento a la anterior, a lo largo de más de cien páginas, se hace hincapie en las particularidades de los parámetros destinados a la protección de captaciones de aguas minerales y termales, describiéndose en primer lugar el marco legal y administrativo con la legislación vigente. Posteriormente se describen los estudios previos necesarios para poder aplicar la metodología explicada en los capítulos siguientes. La protección cualitativa es tratada extensamente, tanto en lo relativo a los criterios de delimitación de los perímetros como en las metodologías específicas para medios porosos y cársticos o fisurados.

Se dedica una especial atención a algunas técnicas especiales como es el empleo de trazadores o la datación del agua mediante isótopos de gran interés cuando se aborda el estudio de sistemas de flujo complejos.

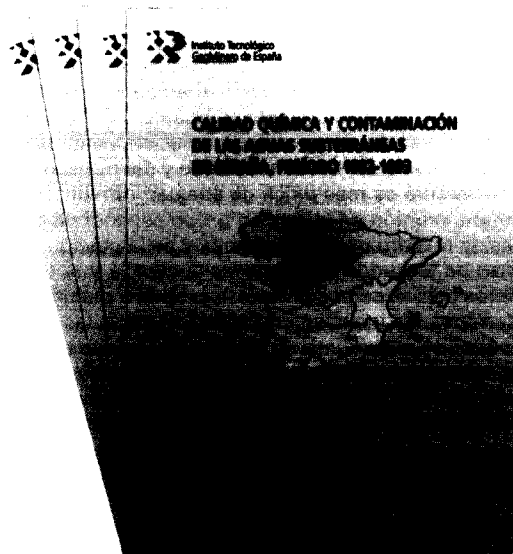
Finalmente se presenta el control técnico y administrativo a que están sujetos los perímetros de protección, y se concluye la obra con un modelo de informe y la bibliografía.

**Su precio es de 3.000 pts. + I.V.A.**



## ULTIMAS PUBLICACIONES DEL ITGE

CALIDAD QUIMICA Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS  
SUBTERRANEAS EN ESPAÑA, PERIODO 1982-1993.  
CUENCAS DEL DUERO, GUADIANA, SEGURA, EBRO Y  
DEL NORTE.



Esta publicación muestra el estado de la calidad de las aguas subterráneas en España, de acuerdo con la actual distribución de las cuencas hidrográficas en unidades hidrogeológicas. El documento actualiza uno anterior editado por el ITGE en 1985, titulado "Informe de Síntesis. Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España". Los títulos que se presentan ahora, se refieren a las cuencas del *Duero*, *Guadiana*, *Segura*, *Ebro* y *del Norte* (el resto de las cuencas está en elaboración, próximamente aparecerán las *Cuencas Internas de Cataluña* y *la del Júcar*), y constituyen una parte del estudio realizado a nivel nacional, en el que se expone la situación actual de la calidad química de las aguas subterráneas en cada una de las unidades hidrogeológicas de las citadas cuencas, recoge asimismo una evaluación de la carga potencialmente contaminante, procedente de las actividades urbanas (residuos sólidos y vertidos líquidos), agropecuarias e industriales establecidas dentro de las unidades que pueden repercutir de forma negativa en la calidad de las aguas subterráneas. Asimismo se describe el grado de afección de la intrusión marina sobre las unidades costeras y de la incidencia de los nitratos sobre las aguas subterráneas, al ser dos de los problemas que afectan en mayor medida a las aguas subterráneas en España.

Cada publicación se compone de una memoria descriptiva y una colección de 4 mapas de la cuenca correspondiente en los que se esquematizan las características químicas de las aguas y las cargas potencialmente contaminantes. Además, en las cuencas que comprenden zonas litorales se añade un mapa resumen de la situación respecto a la intrusión marina.

Su precio es de 2.000 pts. + I.V.A.

GUIA PARA LA ELABORACION DE PERIMETROS DE PROTECCION DE LAS AGUAS  
MINERALES Y TERMALES

La mejor manera de garantizar la calidad de las aguas subterráneas es, sin lugar a dudas, prevenir la contaminación de los acuíferos y evitar de esta manera que las sustancias extrañas puedan acceder al agua. Entre las medidas de carácter preventivo destaca el establecimiento de perímetros de protección, cuya metodología de elaboración apenas estaba descrita en la literatura técnica escrita en castellano, hasta que en 1991 el ITGE elaboró la publicación titulada "Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas" en la que se describe de forma detallada las bases teóricas y prácticas para el diseño de los perímetros de protección.

En la publicación actual, que surge como un complemento a la anterior, a lo largo de más de cien páginas, se hace hincapie en las particularidades de los parámetros destinados a la protección de captaciones de aguas minerales y termales, describiéndose en primer lugar el marco legal y administrativo con la legislación vigente. Posteriormente se describen los estudios previos necesarios para poder aplicar la metodología explicada en los capítulos siguientes. La protección cualitativa es tratada extensamente, tanto en lo relativo a los criterios de delimitación de los perímetros como en las metodologías específicas para medios porosos y cársticos o fisurados.

Se dedica una especial atención a algunas técnicas especiales como es el empleo de trazadores o la datación del agua mediante isótopos de gran interés cuando se aborda el estudio de sistemas de flujo complejos.

Finalmente se presenta el control técnico y administrativo a que están sujetos los perímetros de protección, y se concluye la obra con un modelo de informe y la bibliografía.

Su precio es de 3.000 pts. + I.V.A.

## INDICE DE MATERIAS

Tomo 108

	Páginas
<b>GEOLOGIA</b>	
J. BERNARD: Catálogo de los bivalvos del Lías español depositados en el Museo Geominero (ITGE, Madrid). . . . .	3
A. ARRIBAS y M. ANTON: Los Carnívoros de los yacimientos pliocenos de Las Higuieruelas y Piedrabuena (Ciudad Real, España). . . . .	111
V. SANCHEZ CELA: La estructura circular de Azuara (Zaragoza). Origen endógeno versus impacto. . . . .	121
E. GONZALEZ GARCIA, A. RUIZ PEREA, L. GAVETE CORVINOS y A. GARCIA CORTES: Simulación numérica en Geología Marina mediante el código Geoline. . . . .	219
I. RABANO y A. ARRIBAS: Los ejemplares tipo y figurados de las colecciones paleontológicas del Museo Geominero. I. Invertebrados e icnofósiles paleozoicos . . . . .	229
A. APARICIO, C. RISSO, J. G. VIRAMONTE, M. MENEGATTI e I. PETRINOVIC: El volcanismo de Isla Decepción (Península Antártica). . . . .	235
S. REGUANT y M. A. LAMOLDA: Consideraciones sobre el impacto del Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG) en el desarrollo reciente de las Ciencias Geológicas. . . . .	339
M <sup>a</sup> A. BUSTILLO, J. REY, A. DELGADO y P. A. RUIZ ORTIZ: Silicificaciones jurásicas en calizas oolíticas: génesis y significado paleogeográfico (Vélez Blanco, Subbético Interno). . . . .	351
R. M. MARTINEZ GONZALEZ, M. LAGO SAN JOSE, J. I. VALENZUELA RIOS, R. VAQUER NAVARRO, R. SALAS y R. DUMITRESCU: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos. . . . .	367
J. P. RODRIGUEZ ARANDA y J. P. CALVO: Desarrollo de paleokarstificación en facies yesíferas del Mioceno de la Cuenca de Madrid. Implicaciones en el análisis evolutivo de sucesiones lacustres evaporíticas. . . . .	377
R. SALAS y J. GUIMERA: Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de rift jurásica superior-cretácica inferior (Cordillera Ibérica oriental). . . . .	393
A. RODRIGO y M. J. COMAS-RENGIFO: Catálogo de los braquiópodos españoles del jurásico inferior depositados en el Museo Geominero (ITGE, MADRID). . . . .	503

	<u>Páginas</u>
<b>MINERIA</b>	
J. DEL VALLE DE LERSUNDI MENDIZABAL: El Tránsito del Terciario marino al continental en la cuenca del Ebro. ....	29
M. HEREDIA y J. M. BALTUILLE: Las posibilidades mineras de Cuba en el sector de las Rocas Ornamentales. ....	547
<b>AGUAS SUBTERRANEAS</b>	
J. BAREA, J. LOPEZ MARTINEZ y J. J. DURAN VALSERO: Geomorfología y evolución del karst en el macizo de Tamajón (Sistema Central). ....	45
C. J. GAVILAN MORENO y J. M. MURILLO DIAZ: Metodología para la optimización de instalaciones de recarga superficial: Dimensionado de filtros de fondo. Aplicación a las instalaciones del río Oja. ....	129
L. REDONDO y J. REY: Acuíferos en granitos fracturados: Un ejemplo al suroeste de Bailén (Provincia de Jaén). ....	139
J. L. GARCIA-AROSTEGUI, M. C. BUESO, J. CRUZ-SANJULIAN, J. M. ANGULO, F. J. ALONSO y J. BENAVENTE: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico. ....	259
<b>GEOQUIMICA</b>	
C. ENCABO CHECA, V. CALA RIVERO y A. GUTIERREZ MAROTO: Evaluación de la dispersión de metales pesados en los suelos del entorno de una mina, mediante el método de especiación secuencial química. ....	57
<b>GEOESTADISTICA</b>	
M. BALBAS, M. J. BALBAS, R. BENITO, E. CHACON, J. M. ESTEBARANZ, J. C. LOSADA y F. J. OCARIZ: Interpretación de diagráfias mediante redes neuronales. ....	271
M. BALBAS, M. J. BALBAS, E. CHACON y F. J. OCARIZ: Simulación de heterogeneidades de fracturación mediante procesos de gibbs. ....	279
<b>INGENIERIA GEOAMBIENTAL</b>	
A. GUTIERREZ MAROTO, J. NAVARRETE y R. JIMENEZ BALLESTA: Concentraciones de metales pesados en la vegetación autóctona desarrollada sobre los suelos del entorno de una mina abandonada (Sistema Ibérico, Bubierca-Zaragoza). ....	69

	<u>Páginas</u>
M. FERRER GIJON, J. M. LOPEZ GARCIA, R. M. MATEOS RUIZ, R. MORALES GARCIA y A. RODRIGUEZ PEREA: Análisis de los desprendimientos rocosos que afectan a la cala de Banyalbufar (Mallorca). ....	147
A. LOMOSCHITZ MORA-FIGUEROA y J. COROMINAS DULCET: Actividad histórica y características de los movimientos de ladera de Rosiana, Gran Canaria. ....	553
<b>ROCAS INDUSTRIALES Y ORNAMENTALES</b>	
M. REGUEIRO Y GONZALEZ-BARROS y J. M. QUEREDA RODRIGUEZ-NAVARRO: La piedra de cantería en España. II. Comunidades de Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra. ....	75
J. P. MORAL CARDONA, J. M. GUTIERREZ MAS, A. J. GARCIA GUERRERO, A. SANCHEZ BELLON, J. J. MUÑOZ PEREZ y M. A. CABALLERO: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz. ....	159
<b>ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS</b>	
A. APARICIO, R. GARCIA y J. M. BRELL: El metamorfismo de bajo y muy bajo grado de los materiales carboníferos del área hercínica de Sierra Morena. ....	171
A. LA IGLESIA, M. J. LISO y M. A. RODRIGUEZ: Caracterización mineralógica de la eritrina de Burguillos del Cerro (Badajoz). ....	185
J. S. COZAR, A. IBARRA y A. PEREZ: Síntesis de berilo dopado con Cromo, a partir de berilo natural de origen español. ....	285
D. ARCOS y A. SOLER: Reconcentración metamórfica de oro en zonas de cizalla en Las Bordas de Conflent (Pirineos Centrales). ....	403
J. M. MOLINA: Bauxitas kársticas en España. Antecedentes y principales resultados obtenidos por el Grupo de Trabajo español del proyecto PICG nº 287 (Bauxitas kársticas del Tethys). ....	415
A. SANCHEZ ANGUITA, J. F. MOLINA, F. GERVILLA, P. FENOLL HACH-ALI y R. D. ACEVEDO: Relación entre metamorfismo y mineralización en las rocas básicas y ultrabásicas de Mina Salamanca y Los Gateados (Provincia de Mendoza, Argentina). ....	427
A. SOLER, E. CARDELLACH, D. ARCOS, J. DELGADO y D. AYORA: Evolución de los fluidos metamórficos asociados a la formación de las mineralizaciones auríferas en el Hercínico de los Pirineos. ....	439
M. POZO, J. CASAS y J. A. MARTIN RUBI: Caracterización y origen de ceolitas en facies lacustres-palustres con arcillas magnésicas de la cuenca de Madrid. ....	569



	<u>Páginas</u>
<b>GEOLOGIA AMBIENTAL</b>	
J. L. GOY, C. ZAZO y J. CUERDA: Evolución de las áreas margino-litorales de la costa de Mallorca (I. Baleares) durante el Último y Presente Interglacial: Nivel del mar Holoceno y Clima. ....	455
A. RODRIGUEZ RAMIREZ, J. RODRIGUEZ VIDAL, L. CACERES, L. CLEMENTE, M. CASTAÑO, G. BELLUOMINI, L. MANFRA y S. IMPROTA: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ....	465
J. SERRA, G. RIERA, J. ARGULLOS y L. PARENTE MAIA. El transporte eólico en el Delta del Ebro: evaluación y contribución al modelado litoral. ....	477
C. ZAZO, C. HILLAIRE-MARCEL, J. L. GOY, B. GHALEB y M. HOYOS. Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 ka: (Canarias Orientales, España). ....	487
<b>INFORMACION</b>	
L. M. <sup>a</sup> RIOS, J. M. CHARLET y F. BODEGA: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1996". ....	103
Noticias (Número 1). ....	106
F. J. AYALA-CARCEDO: Medio físico y desarrollo en España. Una perspectiva histórica. ....	189
A. DIEZ HERRERO: La colección de minerales, rocas y fósiles de la Academia de Artillería de Segovia. ....	207
O. PUCHE y M. AYARZAGÜENA: Ingenieros de minas arqueólogos en el siglo XIX. La huella de Prado. Homenaje a Casiano de Prado (1797-1866) en el bicentenario de su nacimiento. ....	295
R. CASTROVIEJO: Minería para el desarrollo. ....	317
Notas bibliográficas (Número 3). ....	323
J. ORDAZ: Aproximación a la petrología en España entre 1918 y 1936. ....	585
S. RIOS ARAGÜES: Sobre el potencial de los recursos minerales de Aragón. ....	591
L. M. <sup>a</sup> RIOS, D. BARETTINO, J. M. CHARLET y F. BODEGA: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLIII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1997". ....	595
Noticias (Número 6). ....	599

## INDICE DE AUTORES

Tomo 108

	<u>Páginas</u>
ACEVEDO, R. D.; SANCHEZ ANGUITA, A.; MOLINA, J. F.; GERVILLA, F. y FENOLL HACH-ALI, P.: Relación entre metamorfismo y mineralización en las rocas básicas y ultrabásicas de Mina Salamanca y Los Gateados (Provincia de Mendoza, Argentina). ....	427
ALONSO, F. J.; GARCIA-AROSTEGUI, J. L.; BUESO, M. C.; CRUZ-SANJULIAN, J.; ANGULO, J. M. y BENAVENTE, J.: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico. ....	259
ANGULO, J. M.; GARCIA-AROSTEGUI, J. L.; BUESO, M. C.; CRUZ-SANJULIAN, J.; ALONSO, F. J. y BENAVENTE, J.: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico. ....	259
ANTON, M. y ARRIBAS, A.: Los Carnívoros de los yacimientos pliocenos de Las Higuieruelas y Piedrabuena (Ciudad Real, España). ....	111
APARICIO, A.; RISSO, C.; VIRAMONTE, J. G.; MENEGATTI, M. y PETRINOVIC, I.: El volcanismo de Isla Decepción (Península Antártica). ....	235
APARICIO, A.; GARCIA, R. y BRELL, J. M.: El metamorfismo de bajo y muy bajo grado de los materiales carboníferos del área hercínica de Sierra Morena. ....	171
ARCOS, D. y SOLER, A.: Reconcentración metamórfica de oro en zonas de cizalla en Las Bordas de Conflent (Pirineos Centrales). ....	403
ARCOS, D.; SOLER, A.; CARDELLACH, E.; DELGADO, J. y AYORA, D.: Evolución de los fluidos metamórficos asociados a la formación de las mineralizaciones auríferas en el Hercínico de los Pirineos. ....	439
ARGULLOS, J.; SERRA, J.; RIERA, G. y PARENTE MAIA, L.: El transporte eólico en el Delta del Ebro: evaluación y contribución al modelado litoral. ....	477
ARRIBAS, A. y ANTON, M.: Los Carnívoros de los yacimientos pliocenos de Las Higuieruelas y Piedrabuena (Ciudad Real, España). ....	111
ARRIBAS A. y RABANO, I.: Los ejemplares tipo y figurados de las colecciones paleontológicas del Museo Geominero. I. Invertebrados e icnofósiles paleozoicos ....	229
AYALA-CARCEDO, F. J.: Medio físico y desarrollo en España. Una perspectiva histórica. ....	189
AYARZAGÜENA, M. y PUCHE, O.: Ingenieros de minas arqueólogos en el siglo XIX. La huella de Prado. Homenaje a Casiano de Prado (1797-1866) en el bicentenario de su nacimiento. ....	295

	<u>Páginas</u>
AYORA, D.; SOLER, A.; CARDELLACH, E.; ARCOS, D. y DELGADO, J.: Evolución de los fluidos metamórficos asociados a la formación de las mineralizaciones auríferas en el Hercínico de los Pirineos. ....	439
BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; BENITO, R.; CHACON, E.; ESTEBARANZ, J. M.; LOSADA, J. C. y OCARIZ, F. J.: Interpretación de diagrfías mediante redes neuronales. ....	271
BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; CHACON, E. y OCARIZ, F. J.: Simulación de heterogeneidades de fracturación mediante procesos de gibbs. ....	279
BALBAS, M. J.; BALBAS, M.; BENITO, R.; CHACON, E.; ESTEBARANZ, J. M.; LOSADA, J. C. y OCARIZ, F. J.: Interpretación de diagrfías mediante redes neuronales. ....	271
BALBAS, M. J.; BALBAS, M.; CHACON, E. y OCARIZ, F. J.: Simulación de heterogeneidades de fracturación mediante procesos de gibbs. ....	279
BALTUILLE J. M. y HEREDIA, M.: Las posibilidades mineras de Cuba en el sector de las Rocas Ornamentales. ....	547
BAREA, J.; LOPEZ MARTINEZ, J. y DURAN VALSERO, J. J.: Geomorfología y evolución del karst en el macizo de Tamajón (Sistema Central). ....	45
BARETTINO, D.; RIOS, L. M. <sup>ª</sup> ; CHARLET, J. M. y BODEGA, F.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLIII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1997". ....	595
BELLUOMINI, G.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CACERES, L.; CLEMENTE, L.; CASTAÑO, M.; MANFRA, L. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ....	465
BENAVENTE, J.; GARCIA-AROSTEGUI, J. L.; BUESO, M. C.; CRUZ-SANJULIAN, J.; ANGULO, J. M. y ALONSO, F. J.: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico. ....	259
BENITO, R.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; CHACON, E.; ESTEBARANZ, J. M.; LOSADA, J. C. y OCARIZ, F. J.: Interpretación de diagrfías mediante redes neuronales. ....	271
BERNARD, J.: Catálogo de los bivalvos del Lías español depositados en el Museo Geominero (ITGE, Madrid). ....	3
BODEGA, F.; RIOS, L. M. <sup>ª</sup> ; BARETTINO, D. y CHARLET, J. M.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLIII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1997". ....	595
BODEGA, F.; RIOS, L. M. <sup>ª</sup> y CHARLET, J. M.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1996". ....	103

	<u>Páginas</u>
BRELL, J. M.; APARICIO, A. y GARCIA, R.: El metamorfismo de bajo y muy bajo grado de los materiales carboníferos del área hercínica de Sierra Morena. ....	171
BUESO, M. C.; GARCIA-AROSTEGUI, J. L.; CRUZ-SANJULIAN, J.; ANGULO, J. M.; ALONSO, F. J. y BENAVENTE, J.: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico. ....	259
BUSTILLO, M. <sup>ª</sup> A.; REY, J.; DELGADO, A. y RUIZ ORTIZ, P. A.: Silicificaciones jurásicas en calizas oolíticas: génesis y significado paleogeográfico (Vélez Blanco, Subbético Interno). ....	351
CABALLERO, M. A.; MORAL CARDONA, J. P.; GUTIERREZ MAS, J. M.; GARCIA GUERRERO, A. J.; SANCHEZ BELLON, A. y MUÑOZ PEREZ, J. J.: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz. ....	159
CACERES, L.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CLEMENTE, L.; CASTAÑO, M.; BELLUOMINI, G.; MANFRA, L. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ....	465
CALA RIVERO, V.; ENCABO CHECA, C. y GUTIERREZ MAROTO, A.: Evaluación de la dispersión de metales pesados en los suelos del entorno de una mina, mediante el método de especiación secuencial química. ....	57
CALVO, J. P. y RODRIGUEZ ARANDA J. P.: Desarrollo de paleokarstificación en facies yesíferas del Mioceno de la Cuenca de Madrid. Implicaciones en el análisis evolutivo de sucesiones lacustres evaporíticas. ....	377
CARDELLACH, E.; SOLER, A.; ARCOS, D.; DELGADO, J. y AYORA, D.: Evolución de los fluidos metamórficos asociados a la formación de las mineralizaciones auríferas en el Hercínico de los Pirineos. ....	439
CASAS, J.; POZO, M. y MARTIN RUBI, J. A.: Caracterización y origen de ceolitas en facies lacustres-palustres con arcillas magnésicas de la cuenca de Madrid. ....	569
CASTAÑO, M.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CACERES, L.; CLEMENTE, L.; BELLUOMINI, G.; MANFRA, L. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ....	465
CASTROVIEJO, R.: Minería para el desarrollo. ....	317
CHACON, E.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; BENITO, R.; ESTEBARANZ, J. M.; LOSADA, J. C. y OCARIZ, F. J.: Interpretación de diagrfías mediante redes neuronales. ....	271
CHACON, E.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; y OCARIZ, F. J.: Simulación de heterogeneidades de fracturación mediante procesos de gibbs. ....	279
CHARLET, J. M.; RIOS, L. M. <sup>ª</sup> ; BARETTINO, D. y BODEGA, F.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLIII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1997". ....	595

	<u>Páginas</u>
CHARLET, J. M.; RIOS, L. M. <sup>a</sup> y BODEGA, F.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1996".	103
CLEMENTE, L.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CACERES, L.; CASTAÑO, M.; BELLUOMINI, G.; MANFRA, L. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad.	465
COMAS-RENGIFO, M. J. y RODRIGO, A.: Catálogo de los braquiópodos españoles del jurásico inferior depositados en el Museo Geominero (ITGE, MADRID).	503
COROMINAS DULCET, J. y LOMOSCHITZ MORA-FIGUEROA, A.: Actividad histórica y características de los movimientos de ladera de Rosiana, Gran Canaria.	553
COZAR, J. S.; IBARRA, A. y PEREZ, A.: Síntesis de berilo dopado con Cromo, a partir de berilo natural de origen español.	285
CRUZ-SANJULIAN, J.; GARCIA-AROSTEGUI, J. L.; BUESO, M. C.; ANGULO, J. M.; ALONSO, F. J. y BENAVENTE, J.: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico.	259
CUERDA, J.; GOY, J. L. y ZAZO, C.: Evolución de las áreas margino-litorales de la costa de Mallorca (I. Baleares) durante el Ultimo y Presente Interglacial: Nivel del mar Holoceno y Clima.	455
DELGADO, A.; BUSTILLO, M. <sup>a</sup> A.; REY, J. y RUIZ ORTIZ, P. A.: Silicificaciones jurásicas en calizas oolíticas: génesis y significado paleogeográfico (Vélez Blanco, Subbético Interno).	351
DELGADO, J.; SOLER, A.; CARDELLACH, E.; ARCOS, D. y AYORA, D.: Evolución de los fluidos metamórficos asociados a la formación de las mineralizaciones auríferas en el Hercínico de los Pirineos.	439
DEL VALLE DE LERSUNDI MENDIZABAL, J.: El Tránsito del Terciario marino al continental en la cuenca del Ebro.	29
DIEZ HERRERO, A.: La colección de minerales, rocas y fósiles de la Academia de Artillería de Segovia.	207
DUMITRESCU, R.; MARTINEZ GONZALEZ, R. M.; LAGO SAN JOSE, M.; VALENZUELA RIOS, J. I.; VAQUER NAVARRO, R. y SALAS, R.: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos.	367
DURAN VALSERO, J. J.; BAREA, J.; LOPEZ MARTINEZ, J.: Geomorfología y evolución del karst en el macizo de Tamajón (Sistema Central).	45
ENCABO CHECA, C.; CALA RIVERO, V. y GUTIERREZ MAROTO, A.: Evaluación de la dispersión de metales pesados en los suelos del entorno de una mina, mediante el método de especiación secuencial química.	57

	<u>Páginas</u>
ESTEBARANZ, J. M.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; BENITO, R.; CHACON, E.; LOSADA, J. C. y OCARIZ, F. J.: Interpretación de diagrfias mediante redes neuronales.	271
FENOLL HACH-ALI, P.; SANCHEZ ANGUITA, A.; MOLINA, J. F.; GERVILLA, F. y ACEVEDO, R. D.: Relación entre metamorfismo y mineralización en las rocas básicas y ultrabásicas de Mina Salamanca y Los Gateados (Provincia de Mendoza, Argentina).	427
FERRER GIJON, M.; LOPEZ GARCIA, J. M.; MATEOS RUIZ, R. M.; MORALES GARCIA, R. y RODRIGUEZ PEREA, A.: Análisis de los desprendimientos rocosos que afectan a la cala de Banyalbufar (Mallorca).	147
GARCIA-AROSTEGUI, J. L.; BUESO, M. C.; CRUZ-SANJULIAN, J.; ANGULO, J. M.; ALONSO, F. J. y BENAVENTE, J.: Modelización estocástica de acuífero del Río Vélez (Málaga): Aplicación al diseño de redes de control del nivel piezométrico.	259
GARCIA CORTES, A.; GONZALEZ GARCIA, E.; RUIZ PEREA, A. y GAVETE CORVINOS L.: Simulación numérica en Geología Marina mediante el código Geoline.	219
GARCIA GUERRERO, A. J.; MORAL CARDONA, J. P.; GUTIERREZ MAS, J. M.; SANCHEZ BELLON, A.; MUÑOZ PEREZ, J. J. y CABALLERO, M. A.: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz.	159
GARCIA, R.; APARICIO, A. y BRELL, J. M.: El metamorfismo de bajo y muy bajo grado de los materiales carboníferos del área hercínica de Sierra Morena.	171
GAVETE CORVINOS L.; GONZALEZ GARCIA, E.; RUIZ PEREA, A. y GARCIA CORTES, A.: Simulación numérica en Geología Marina mediante el código Geoline.	219
GAVILAN MORENO, C. J. y MURILLO DIAZ, J. M.: Metodología para la optimización de instalaciones de recarga superficial: Dimensionado de filtros de fondo. Aplicación a las instalaciones del río Oja.	129
GERVILLA, F.; SANCHEZ ANGUITA, A.; MOLINA, J. F.; FENOLL HACH-ALI, P. y ACEVEDO, R. D.: Relación entre metamorfismo y mineralización en las rocas básicas y ultrabásicas de Mina Salamanca y Los Gateados (Provincia de Mendoza, Argentina).	427
GHALEB, B.; ZAZO, C.; HILLAIRE-MARCEL, C.; GOY, J. L. y HOYOS, M.: Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 ka: (Canarias Orientales, España).	487
GONZALEZ GARCIA, E.; RUIZ PEREA, A.; GAVETE CORVINOS L. y GARCIA CORTES, A.: Simulación numérica en Geología Marina mediante el código Geoline.	219
GOY, J. L.; ZAZO, C. y CUERDA, J.: Evolución de las áreas margino-litorales de la costa de Mallorca (I. Baleares) durante el Ultimo y Presente Interglacial: Nivel del mar Holoceno y Clima.	455
GOY, J. L.; ZAZO, C.; HILLAIRE-MARCEL, C.; GHALEB, B. y HOYOS, M.: Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 ka: (Canarias Orientales, España).	487

	<u>Páginas</u>
GUIMERA, J. y SALAS, R.: Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de rift jurásica superior-cretácica inferior (Cordillera Ibérica oriental). ...	393
GUTIERREZ MAROTO, A.; ENCABO CHECA, C. y CALA RIVERO, V.: Evaluación de la dispersión de metales pesados en los suelos del entorno de una mina, mediante el método de especiación secuencial química. ...	57
GUTIERREZ MAROTO, A.; NAVARRETE, J. y JIMENEZ BALLESTA, R.: Concentraciones de metales pesados en la vegetación autóctona desarrollada sobre los suelos del entorno de una mina abandonada (Sistema Ibérico, Bubberca-Zaragoza). ...	69
GUTIERREZ MAS, J. M.; MORAL CARDONA, J. P.; GARCIA GUERRERO, A. J.; SANCHEZ BELLON, A.; MUÑOZ PEREZ, J. J. y CABALLERO, M. A.: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz. ...	159
HEREDIA, M. y BALTUILLE J. M.: Las posibilidades mineras de Cuba en el sector de las Rocas Ornamentales. ...	457
HILLAIRE-MARCEL, C.; ZAZO, C.; GOY, J. L.; GHALEB, B. y HOYOS, M.: Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 ka: (Canarias Orientales, España). ...	487
HOYOS, M.; ZAZO, C.; HILLAIRE-MARCEL, C.; GOY, J. L. y GHALEB, B.: Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 ka: (Canarias Orientales, España). ...	487
IBARRA, A.; COZAR, J. S. y PEREZ, A.: Síntesis de berilo dopado con Cromo, a partir de berilo natural de origen español. ...	285
IMPROTA, S.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CACERES, L.; CLEMENTE, L.; CASTAÑO, M.; BELLUOMINI, G. y MANFRA, L.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ...	465
JIMENEZ BALLESTA, R.; GUTIERREZ MAROTO, A. y NAVARRETE, J.: Concentraciones de metales pesados en la vegetación autóctona desarrollada sobre los suelos del entorno de una mina abandonada (Sistema Ibérico, Bubberca-Zaragoza). ...	69
LAGO SAN JOSE, M.; MARTINEZ GONZALEZ, R. M.; VALENZUELA RIOS, J. I.; VAQUER NAVARRO, R.; SALAS, R. y DUMITRESCU, R.: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos. ...	367
LA IGLESIA, A.; LISO, M. J. y RODRIGUEZ, M. A.: Caracterización mineralógica de la eritrina de Burguillos del Cerro (Badajoz). ...	185
LAMOLDA, M. A. y REGUANT, S.: Consideraciones sobre el impacto del Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG) en el desarrollo reciente de las Ciencias Geológicas. ...	339
LISO, M. J.; LA IGLESIA, A. y RODRIGUEZ, M. A.: Caracterización mineralógica de la eritrina de Burguillos del Cerro (Badajoz). ...	185
LOMOSCHITZ MORA-FIGUEROA, A. y COROMINAS DULCET, J.: Actividad histórica y características de los movimientos de ladera de Rosiana, Gran Canaria. ...	553

	<u>Páginas</u>
LOPEZ GARCIA, J. M.; FERRER GIJON, M.; MATEOS RUIZ, R. M.; MORALES GARCIA, R. y RODRIGUEZ PEREA, A.: Análisis de los desprendimientos rocosos que afectan a la cala de Banyalbufar (Mallorca). ...	147
LOPEZ MARTINEZ, J.; BAREA, J. y DURAN VALSERO, J. J.: Geomorfología y evolución del karst en el macizo de Tamajón (Sistema Central). ...	45
LOSADA, J. C.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; BENITO, R.; CHACON, E.; ESTEBARANZ, J. M. y OCARIZ, F. J.: Interpretación de diagrfias mediante redes neuronales. ...	271
MANFRA, L.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CACERES, L.; CLEMENTE, L.; CASTAÑO, M.; BELLUOMINI, G. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ...	465
MARTINEZ GONZALEZ, R. M.; LAGO SAN JOSE, M.; VALENZUELA RIOS, J. I.; VAQUER NAVARRO, R.; SALAS, R. y DUMITRESCU, R.: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos. ...	367
MARTIN RUBI, J. A.; POZO, M. y CASAS, J.: Caracterización y origen de ceolitas en facies lacustres-palustres con arcillas magnésicas de la cuenca de Madrid. ...	569
MATEOS RUIZ, R. M.; FERRER GIJON, M.; LOPEZ GARCIA, J. M.; MORALES GARCIA, R. y RODRIGUEZ PEREA, A.: Análisis de los desprendimientos rocosos que afectan a la cala de Banyalbufar (Mallorca). ...	147
MENEGATTI, M.; APARICIO, A.; RISSO, C.; VIRAMONTE, J. G. y PETRINOVIC, I.: El volcanismo de Isla Decepción (Península Antártica). ...	235
MOLINA, J. M.: Bauxitas kársticas en España. Antecedentes y principales resultados obtenidos por el Grupo de Trabajo español del proyecto PICG nº 287 (Bauxitas kársticas del Tethys). ...	415
MOLINA, J. F.; SANCHEZ ANGUIA, A.; GERVILLA, F.; FENOLL HACH-ALI, P. y ACEVEDO, R. D.: Relación entre metamorfismo y mineralización en las rocas básicas y ultrabásicas de Mina Salamanca y Los Gateados (Provincia de Mendoza, Argentina). ...	427
MORAL CARDONA, J. P.; GUTIERREZ MAS, J. M.; GARCIA GUERRERO, A. J.; SANCHEZ BELLON, A.; MUÑOZ PEREZ, J. J. y CABALLERO, M. A.: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz. ...	159
MORALES GARCIA, R.; FERRER GIJON, M.; LOPEZ GARCIA, J. M.; MATEOS RUIZ, R. M. y RODRIGUEZ PEREA, A.: Análisis de los desprendimientos rocosos que afectan a la cala de Banyalbufar (Mallorca). ...	147
MUÑOZ PEREZ, J. J.; MORAL CARDONA, J. P.; GUTIERREZ MAS, J. M.; GARCIA GUERRERO, A. J.; SANCHEZ BELLON, A. y CABALLERO, M. A.: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz. ...	159

	<u>Páginas</u>
MURILLO DIAZ, J. M. y GAVILAN MORENO, C. J.: Metodología para la optimización de instalaciones de recarga superficial: Dimensionado de filtros de fondo. Aplicación a las instalaciones del río Oja. ....	129
NAVARRETE, J.; GUTIERREZ MAROTO, A. y JIMENEZ BALLESTA, R.: Concentraciones de metales pesados en la vegetación autóctona desarrollada sobre los suelos del entorno de una mina abandonada (Sistema Ibérico, Buhierca-Zaragoza). ....	69
OCARIZ, F. J.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J.; BENITO, R.; CHACON, E.; ESTEBARANZ, J. M. y LOSADA, J. C.: Interpretación de diagrfias mediante redes neuronales. ....	271
OCARIZ, F. J.; BALBAS, M.; BALBAS, M. J. y CHACON, E.: Simulación de heterogeneidades de fracturación mediante procesos de gibbs. ....	279
ORDAZ, J.: Aproximación a la petrología en España entre 1918 y 1936. ....	585
PARENTE MAIA, L.; SERRA, J.; RIERA, G. y ARGULLOS, J.: El transporte eólico en el Delta del Ebro: evaluación y contribución al modelado litoral. ....	477
PEREZ, A.; COZAR, J. S. e IBARRA, A.: Síntesis de berilo dopado con Cromo, a partir de berilo natural de origen español. ....	285
PETRINOVIC, I.; APARICIO, A.; RISSO, C.; VIRAMONTE, J. G. y MENEGATTI, M.: El volcanismo de Isla Decepción (Península Antártica). ....	235
POZO, M.; CASAS, J. y MARTIN RUBI, J. A.: Caracterización y origen de ceolitas en facies lacustres-palustres con arcillas magnéticas de la cuenca de Madrid. ....	569
PUCHE, O y AYARZAGÜENA, M.: Ingenieros de minas arqueólogos en el siglo XIX. La huella de Prado. Homenaje a Casiano de Prado (1797-1866) en el bicentenario de su nacimiento. ....	295
QUEREDA RODRIGUEZ-NAVARRO, J. M. y REGUEIRO Y GONZALEZ-BARROS, M.: La piedra de cantería en España. II. Comunidades de Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra. ....	75
RABANO, I. y ARRIBAS A.: Los ejemplares tipo y figurados de las colecciones paleontológicas del Museo Geominero. I. Invertebrados e icnofósiles paleozoicos ....	229
REDONDO, L. y REY, J.: Acuíferos en granitos fracturados: Un ejemplo al suroeste de Bailén (Provincia de Jaén). ....	139
REGUANT, S. y LAMOLDA, M. A.: Consideraciones sobre el impacto del Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG) en el desarrollo reciente de las Ciencias Geológicas. ....	339
REGUEIRO Y GONZALEZ-BARROS, M. y QUEREDA RODRIGUEZ-NAVARRO, J. M.: La piedra de cantería en España. II. Comunidades de Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra. ....	75

	<u>Páginas</u>
REY, J.; BUSTILLO, M. <sup>a</sup> A.; DELGADO, A. y RUIZ ORTIZ, P. A.: Silicificaciones jurásicas en calizas oolíticas: génesis y significado paleogeográfico (Vélez Blanco, Subbético Interno). ....	351
REY, J. y REDONDO, L.: Acuíferos en granitos fracturados: Un ejemplo al suroeste de Bailén (Provincia de Jaén). ....	139
RIERA, G.; SERRA, J.; ARGULLOS, J. y PARENTE MAIA, L.: El transporte eólico en el Delta del Ebro: evaluación y contribución al modelado litoral. ....	477
RIOS ARAGÜES, S.: Sobre el potencial de los recursos minerales de Aragón. ....	591
RIOS, L. M. <sup>a</sup> ; BARETTINO, D.; CHARLET, J. M. y BODEGA, F.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLIII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1997". ....	595
RIOS, L. M. <sup>a</sup> ; CHARLET, J. M. y BODEGA, F.: Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XLII Campamento para Prácticas de Geología "Pirineo Central 1996". ....	103
RODRIGO, A. y COMAS-RENGIFO, M. J.: Catálogo de los braquiópodos españoles del jurásico inferior depositados en el Museo Geominero (ITGE, MADRID). ....	503
RODRIGUEZ ARANDA J. P. y CALVO, J. P.: Desarrollo de paleokarstificación en facies yesíferas del Mioceno de la Cuenca de Madrid. Implicaciones en el análisis evolutivo de sucesiones lacustres evaporíticas. ....	377
RODRIGUEZ, M. A.; LA IGLESIA, A. y LISO, M. J.: Caracterización mineralógica de la eritrina de Burguillos del Cerro (Badajoz). ....	185
RODRIGUEZ PEREA, A.; FERRER GIJON, M.; LOPEZ GARCIA, J. M.; MATEOS RUIZ, R. M. y MORALES GARCIA, R.: Análisis de los desprendimientos rocosos que afectan a la cala de Banyalbufar (Mallorca). ....	147
RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; CACERES, L.; CLEMENTE, L.; CASTAÑO, M.; BELLUOMINI, G.; MANFRA, L. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ....	465
RODRIGUEZ VIDAL, J.; RODRIGUEZ RAMIREZ, A.; CACERES, L.; CLEMENTE, L.; CASTAÑO, M.; BELLUOMINI, G.; MANFRA, L. e IMPROTA, S.: Evolución de la costa atlántica onubense (SO España) desde el máximo flandriense a la actualidad. ....	465
RISSO, C.; APARICIO, A.; VIRAMONTE, J. G.; MENEGATTI, M. y PETRINOVIC, I.: El volcanismo de Isla Decepción (Península Antártica). ....	235
RUIZ ORTIZ, P. A.; BUSTILLO, M. <sup>a</sup> A.; REY, J. y DELGADO, A.: Silicificaciones jurásicas en calizas oolíticas: génesis y significado paleogeográfico (Vélez Blanco, Subbético Interno). ....	351
RUIZ PEREA, A.; GONZALEZ GARCIA, E.; GAVETE CORVINOS L. y GARCIA CORTES, A.: Simulación numérica en Geología Marina mediante el código Geoline. ....	219

	<u>Páginas</u>
SANCHEZ ANGUIA, A.; MOLINA, J. F.; GERVILLA, F.; FENOLL HACH-ALI, P. y ACEVEDO, R. D.: Relación entre metamorfismo y mineralización en las rocas básicas y ultrabásicas de Mina Salamanca y Los Gateados (Provincia de Mendoza, Argentina). ... ..	427
SANCHEZ BELLON, A.; MORAL CARDONA, J. P.; GUTIERREZ MAS, J. M.; GARCIA GUERRERO, A. J.; MUÑOZ PEREZ, J. J. y CABALLERO, M. A.: Explotaciones de minerales y rocas industriales en los neógenos de la zona occidental de la provincia de Cádiz. ...	159
SANCHEZ CELA, V.: La estructura circular de Azuara (Zaragoza). Origen endógeno versus impacto. ... ..	121
SALAS, R. y GUIMERA, J.: Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de rift jurásica superior-cretácica inferior (Cordillera Ibérica oriental).	393
SALAS, R.; MARTINEZ GONZALEZ, R. M.; LAGO SAN JOSE, M.; VALENZUELA RIOS, J. I.; VAQUER NAVARRO, R. y DUMITRESCU, R.: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos. ... ..	367
SERRA, J.; RIERA, G.; ARGULLOS, J. y PARENTE MAIA, L.: El transporte eólico en el Delta del Ebro: evaluación y contribución al modelado litoral. ... ..	477
SOLER, A.; CARDELLACH, E.; ARCOS, D.; DELGADO, J. y AYORA, D.: Evolución de los fluidos metamórficos asociados a la formación de las mineralizaciones auríferas en el Hercínico de los Pirineos. ... ..	439
SOLER, A. y ARCOS, D.: Reconcentración metamórfica de oro en zonas de cizalla en Las Bordas de Conflent (Pirineos Centrales). ... ..	403
VALENZUELA RIOS, J. I.; MARTINEZ GONZALEZ, R. M.; LAGO SAN JOSE, M.; VAQUER NAVARRO, R.; SALAS, R. y DUMITRESCU, R.: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos. ... ..	367
VAQUER NAVARRO, R.; MARTINEZ GONZALEZ, R. M.; LAGO SAN JOSE, M.; VALENZUELA RIOS, J. I.; SALAS, R. y DUMITRESCU, R.: El volcanismo triásico y jurásico del Sector SE de la Cadena Ibérica y su relación con los estadios de rift mesozoicos. ... ..	367
VIRAMONTE, J. G.; APARICIO, A.; RISSO, C.; MENEGATTI, M. y PETRINOVIC, I.: El volcanismo de Isla Decepción (Península Antártica). ... ..	235
ZAZO, C.; GOY, J. L. y CUERDA, J.: Evolución de las áreas margino-litorales de la costa de Mallorca (I. Baleares) durante el Ultimo y Presente Interglacial: Nivel del mar Holoceno y Clima. ... ..	455
ZAZO, C.; HILLAIRE-MARCEL, C.; GOY, J. L.; GHALEB, B. y HOYOS, M.: Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 ka: (Canarias Orientales, España). ... ..	487

## NORMAS DE PUBLICACION PARA LOS AUTORES

Los trabajos inéditos que se reciban para su publicación en el BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO serán revisados por un Comité editorial que decidirá si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

### *Texto.*

El texto, que será completo (tablas, figuras, fotografías, etc), con pruebas en papel, irá acompañado de la correspondiente grabación en disquete, señalando en el mismo el programa y versión utilizados. Este texto se considerará definitivo. En él serán marcadas las fechas de recepción y aceptación.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, tablas y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse, si es posible. En los originales de las mismas se reseñará el título del trabajo, así como el nombre de los autores.

Todos los trabajos en lengua española irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español. Al final de los mismos, y en párrafo aparte, se incluirán las palabras clave, reservándose el último lugar para la localización geográfica, si la hubiere.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original y figuras.

### *Idiomas.*

Excepcionalmente podrán publicarse trabajos en otros idiomas (preferiblemente inglés o francés), siempre que abarquen temas sobre España y sean de autores extranjeros.

### *Referencias.*

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

### *Parte gráfica.*

La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras, tablas y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Las figuras serán originales y nunca copiativos, delineadas con tinta china sobre papel vegetal. Las tablas, bien presentadas para su reproducción fotográfica. Las fotografías serán positivos en blanco y negro sobre papel brillo y excepcionalmente en color (positivo en brillo o transparencia).

### *Pruebas.*

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificación alguna, adición o supresión al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de diez días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

### *Tiradas aparte.*

Se asignan 30 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

La Redacción del BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

**Toda la correspondencia referente a las publicaciones  
deberá dirigirse a:**

**Leopoldo Aparicio Ladrón de Guevara  
Jefe del Servicio de Publicaciones  
Instituto Tecnológico Geominero de España  
Ríos Rosas, 23. 28003-Madrid**

# INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

## Finalidad:

*Investigación, Desarrollo Tecnológico y Asistencia técnica en Geología, Minería  
Agua subterráneas, y Disciplinas conexas*



## GEOLOGIA

MAPA GEOLOGICO NACIONAL (MAGNA)  
ESTUDIOS GEOLOGICOS Y CARTOGRAFIA TEMATICA  
GEOLOGIA MARINA



## RECURSOS MINERALES

EXPLORACION MINERA E INVESTIGACION DE YACIMIENTOS  
METALOGENIA Y CARTOGRAFIA METALOGENETICA  
EVALUACION DE RESERVAS E INVENTARIO DE RECURSOS  
PROCESOS, TECNOLOGIA Y ECONOMIA MINERAS  
NORMATIVA Y SEGURIDAD MINERA



## AGUAS SUBTERRANEAS

CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA  
PROTECCION DE RECURSOS HIDROGEOLOGICOS  
EVALUACION Y CONTROL DE ACUIFEROS SUBTERRANEOS  
RECURSOS GEOTERMICOS



## INGENIERIA GEOAMBIENTAL

RIESGOS GEOLOGICOS  
RESTAURACION DEL MEDIO AMBIENTE MINERO  
GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA  
ESTUDIOS MEDIOAMBIENTALES



## LABORATORIOS Y ENSAYOS

ANALISIS QUIMICOS Y MINERALOGICOS  
GEOQUIMICA BASICA Y APLICADA  
GEOFISICA Y TELEDETECCION APLICADA  
ENSAYOS MINERALURGICOS Y GEOTECNICOS  
CARACTERIZACION DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES  
SONDEOS MECANICOS Y ENSAYOS DE BOMBEO



## INFORMACION, DOCUMENTACION Y BANCO DE DATOS

FONDOS DOCUMENTALES Y BASES DE DATOS  
LITOTECA  
SISTEMAS DE INFORMACION Y COMUNICACIONES



## SERVICIO DE PUBLICACIONES

CARTOGRAFIA TEMATICA A DIVERSAS ESCALAS  
PUBLICACIONES SOBRE GEOLOGIA, MINERIA Y CIENCIAS CONEXAS  
«BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO»  
«REVISTA ESPAÑOLA DE MICROPALAEONTOLOGIA»



## MUSEO GEOMINERO

PALEONTOLOGIA Y MINERALOGIA  
CATALOGACION Y GESTION DE COLECCIONES GEOLOGICAS  
EXPOSICIONES: TEMPORALES Y PERMANENTES  
DIVULGACION CIENTIFICA

### Sede Central:

C/Ríos Rosas, 23 - 28003 MADRID  
☎: 91/349 57 00. Fax: 91/349 57 62

### Centro de Laboratorios:

C/La Calera, 1 - 28760 TRES CANTOS (MADRID)  
☎: 803 22 00