

L 15 3-1

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

4-1

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO  
DE ESPAÑA

-----  
**101-102**  
=====

SEPTIEMBRE-OCTUBRE

M A D R I D

1 9 6 7

**El Instituto Geológico y Minero 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 Geológico y Minero de  
España.

Queda hecho el depósito que marca la Ley

---

#### EXPLICACION DE LA PORTADA

Anticlinal de Paredes. Calizas Cenomanenses. Km. 13,500 de la carretera  
Tarancón-Cuenca. Dirección N-NE.

*(Foto Francisco Mingarro Martín)*

Deposito Legal M. 1.882-1958

---

TALLERES GRÁFICOS VDA. DE C. BERMEJO.—J. GARCÍA MORATO, 122. TEL. 2330619—MADRID

JUAN ROSELL SANUY (\*) y LUIS VIA BOADA (\*\*)

## ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE BECEITE (TERUEL.)

### RESUMEN

La zona estudiada corresponde al extremo S de la Cordillera Costera Catalana en contacto ya con la depresión del Ebro, y casi en el centro de la misma está enclavado el pueblo de Beceite.

Estratigráficamente incluye niveles comprendidos desde el Trias medio hasta el Terciario, posiblemente medio. El nivel más bajo que aflora es el Muschelkalk superior, de naturaleza calizo-dolomítica; le sigue el Keuper arcilloso, yesoso; luego las dolomías y calizas del Liásico-Jurásico, las calizas y margas del Cretáceo, y finalmente las margas, areniscas y conglomerados del Terciario, cuya datación exacta, debido a la ausencia de restos fósiles, no ha sido todavía dilucidada.

Tectónicamente la integran tres pliegues anticlinales tumbados, formados por materiales secundarios que cabalgan sobre sendos sinclinales disimétricos de materiales terciarios, en su mayoría pinzados.

Geomorfológicamente está constituida por unos relieves estructurales cortados por las «clusas» de los ríos Uldemó, Matarraña y Pena.

### INTRODUCCIÓN

El contenido de este trabajo constituye una aportación al conocimiento de la Geología de la terminación meridional de la Cordillera Costera Catalana en su contacto con la depresión del Ebro. Si bien esta terminación era ya conocida en términos generales (Mallada, 1890; Ashauer-Teichmüller, 1935; Llopis, 1947), una cartografía de detalle y un estudio detenido de su estratigrafía y tectónica pueden representar un notable progreso en el estudio geológico de este sector, particularmente interesante por encontrarse muy cerca de la convergencia de la Cordillera Ibérica con la Cordillera Costera Catalana.

La zona estudiada comprende los alrededores del pueblo de Beceite y abarca un pequeño rectángulo de una superficie aproximada de 26 Km<sup>2</sup>,

(\*) Profesor de la Universidad de Barcelona.

(\*\*) Profesor de Ciencias y Director del Museo Geológico del Seminario de Barcelona.

compartido entre las cuatro Hojas del Instituto Geográfico y Catastral: 495, Castellserás; 496, Horta de S. Juan; 521, Beceite, y 520, Peñarroya de Tastavins.

Mientras la estratigrafía de esta región es de una gran sencillez, su interpretación tectónica es compleja, por lo que ha sido necesario establecer una cartografía detallada a escala 1/25.000.

#### ESTRATIGRAFÍA

En líneas generales la estratigrafía que abarca el presente estudio es ya algo conocida. No obstante, la escala a que se han llevado a cabo los trabajos de cartografía ha permitido obtener series estratigráficas detalladas de cada nivel geológico.

Los materiales que forman el substrato de esta zona pertenecen al secundario y terciario en su mayor parte, y en los valles de los ríos abundan los depósitos aluviales y travertínicos cuaternarios.

El secundario es margoso, calizo y dolomítico. Está integrado por materiales correspondientes a los sistemas Triásico, Jurásico y Cretáceo. El terciario está formado por margas, areniscas y conglomerados de facies continental; la falta de elementos paleontológicos impide su datación exacta.

Estratigráficamente el nivel más bajo que aflora es el Triás medio y pertenece al Muschelkalk superior. Está formado por unas calizas dolomíticas de coloración gris-ocre. Sobre él descansa el Triás superior, Keuper, que como en el resto de los Catalánides es de carácter arcilloso, con yesos y carniolas.

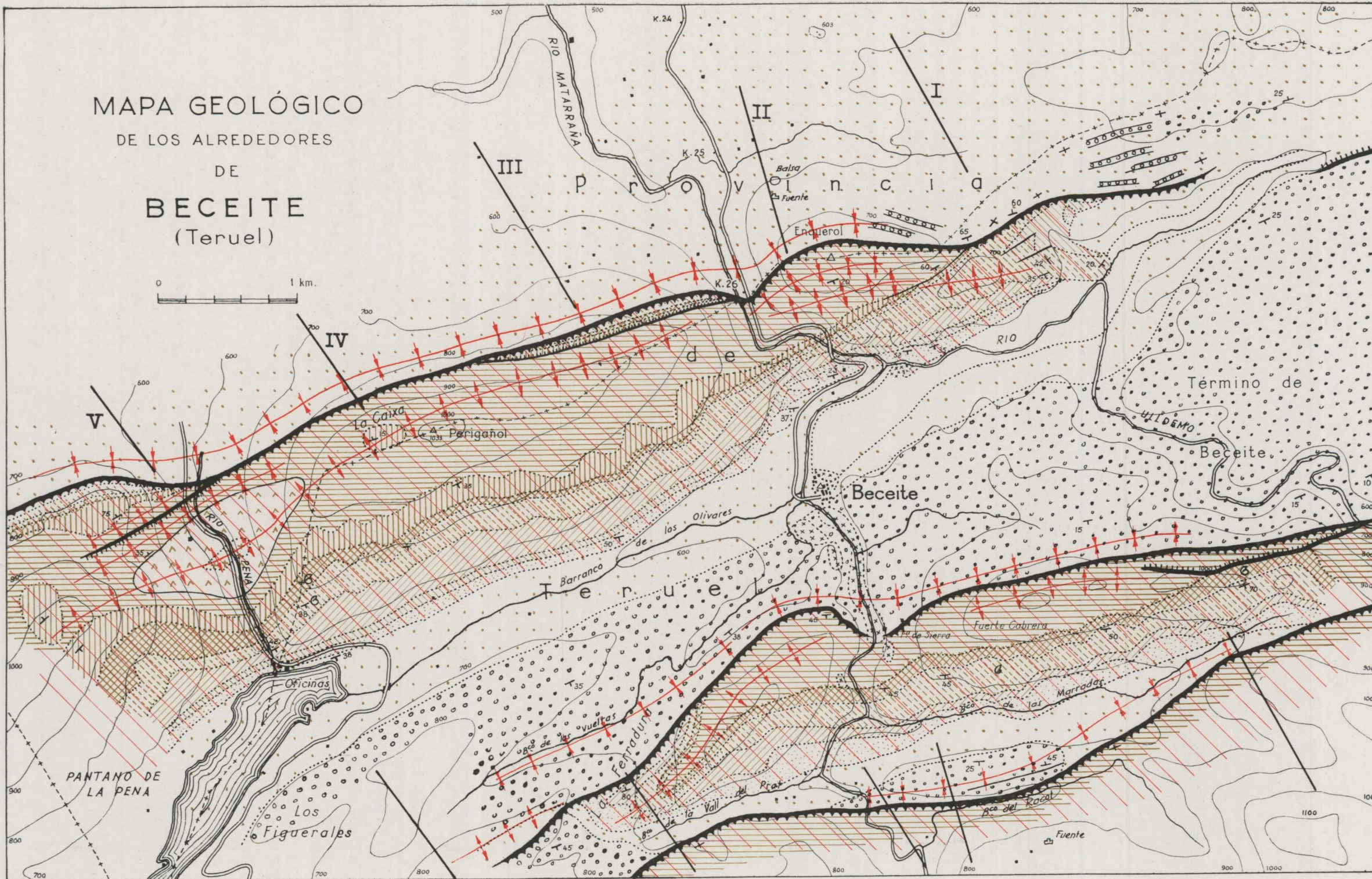
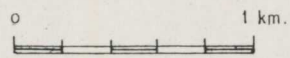
Sobre las arcillas del Keuper hay un paquete dolomítico de gran potencia que abarcaría la sedimentación correspondiente al final del Keuper y a los niveles de la base del Lías. Y sobre éstos viene una estrecha capa caliza cuya posición estratigráfica tampoco ha podido esclarecerse, dado que en ella no se han encontrado fósiles.

Las primeras capas de las series del secundario datadas paleontológicamente son las correspondientes al Lías medio, al Charmutiense.

En su conjunto, el Lías está formado por calizas y margas con gran profusión de braquiópodos y crinoideos y, en mucha menor cantidad, contiene también restos de cefalópodos, lamelibranquios y gasterópodos.

La serie jurásica, que yace normalmente sobre el Lías, está integrada por un complejo calizo y calizo-margoso con gran abundancia de fósiles, en especial cefalópodos y esponjas. A pesar de su reducido espesor, la riqueza paleontológica de sus capas ha permitido la separación en niveles. De la determinación de los fósiles se deduce que aquí el Jurásico abarca los siguientes pisos: Bajociense, Batoniense, Caloviense y Oxfordiense.

# MAPA GEOLÓGICO DE LOS ALREDEDORES DE BECEITE (Teruel)



- |             |  |                           |
|-------------|--|---------------------------|
| Cuaternario |  | Travertinos               |
|             |  | Depósitos aluviales       |
| Terciario   |  | Conglomerados             |
|             |  | Margas y areniscas        |
| Cretácico   |  | Calizas cristalinas       |
|             |  | Margas bauxitíferas       |
| Jurásico    |  | Dolomias infracretácicas  |
|             |  | Calizas margosas          |
| Liásico     |  | Calizas margosas          |
|             |  | Calizas azoicas amarillas |
| Keuper      |  | Dolomias infraliásicas    |
|             |  | Margas, yesos y carnioles |
| Muschelkalk |  | Calizas dolomíticas       |
|             |  | Relieves mesozoicos       |
|             |  | cenozoicos                |
|             |  | Cabalgamiento             |
|             |  | Falla                     |
|             |  | Sinclinal                 |
|             |  | Anticlinal                |
|             |  | Buzamiento                |
|             |  | Fosiles                   |

Sobre el Jurásico hay otro nivel dolomítico en el sector estudiado, menos potente que el infraliásico y que posiblemente comprendería los niveles más altos de la serie jurásica.

El Cretáceo en su base posee unas margas bauxitíferas, objeto de explotación minera, y sobre ellas unas capas calizas con restos fósiles problemáticos, cuya difícilísima determinación imposibilita la atribución de estas margas y calizas a un nivel determinado.

El terciario, estudiado ya con mucho menor detalle, está compuesto por unas margas rojizas en la base, las cuales van pasando, en la parte alta, a areniscas y luego a conglomerados. No se ha encontrado fósil alguno y por lo tanto no se ha podido precisar el nivel o niveles a los cuales pertenecen.

Los materiales cuaternarios quedan limitados al relleno de los cauces de los ríos, a depósitos travertínicos y a pequeñísimos retazos de derrubios de pendiente situados en las laderas de las montañas.

### *Triásico*

Los materiales triásicos afloran tan solo en el núcleo del anticlinal excavado por el río Pena, al N. del embalse que lleva el mismo nombre.

La parte más inferior del afloramiento es un pequeño retazo de calizas dolomíticas algo tableadas que hemos atribuido, dada su posición estratigráfica, a las capas más altas del Muschelkalk superior.

Sobre estas calizas dolomíticas yacen las arcillas irisadas del Keuper. Son frecuentes las intercalaciones de carniolas y de pequeños bancos de calizas margosas tableadas. En la parte superior afloran capas de espesor variable de yesos que han sido motivo de explotación. Estos materiales, dada su elevada plasticidad, se encuentran muy replegados, lo que dificulta la obtención de cortes estratigráficos de detalle.

### *Dolomías supradiásicas*

Las dolomías son las rocas que, dentro de los macizos secundarios, alcanzan mayor extensión en la cartografía. Todos los núcleos anticlinales y frentes de cabalgamiento están formados por esta clase de roca.

Estas dolomías son de grano grueso, muy cristalinas, grises, deleznales, y por disolución cárstica dan lugar a un relieve carcomido que adopta frecuentemente formas columnares muy caprichosas. Este tipo de relieve dificulta en gran manera la observación de los buzamientos.

Hacia el techo las dolomías van haciéndose más calizas hasta conver-

tirse en una caliza cristalina, blanquecina, sin restos fósiles, que se ha incluido en la parte basal liásica.

### *Liásico*

El Lias está integrado en líneas generales por un nivel calizo basal, un segundo nivel calizo-arenoso con gran abundancia de fósiles, y un tercer nivel margoso que corona la serie.

Si bien en total posee una potencia reducida (como máximo 100 m.), aflora en los tres anticlinales estudiados.

Presenta en sus dos niveles superiores gran abundancia de fósiles, en especial braquiópodos, cronóideos, algunos lamelibranquios y escasos cefalópodos.

Las calizas basales son algo dolomíticas, de coloración gris blanquecina y azoica. Las hemos colocado en la base del Lias y arbitrariamente, pues, como se ha dicho antes, no es un nivel característico. Probablemente la dolomitización del nivel o niveles inferiores, hacia el S., ha afectado también a estas calizas, ya que en el anticlinal de La Ferradura las calizas arenosas yacen directamente sobre el complejo dolomítico supratríásico.

Las calizas arenosas son de color gris azulado con pátina amarillento-rojiza. Incluyen gran cantidad de fósiles, lo que permite su datación exacta. Se han reconocido las siguientes especies:

#### *Charmuticense.*

*Terebratula punctata* Sow.

#### *Tourciense.*

*Harpoceras bifrons* Brug.

*Rhynchonella batalleri* Dubar.

*Rhynchonella* cfr. *curviceps* Quenst.

*Rhynchonella bouchardi* Dav.

*Rhynchonella bouchardi* var. *calva* Dubar.

*Rhynchonella bouchardi* var. *rustica* Dubar.

*Rhynchonella subconcinna* Dav.

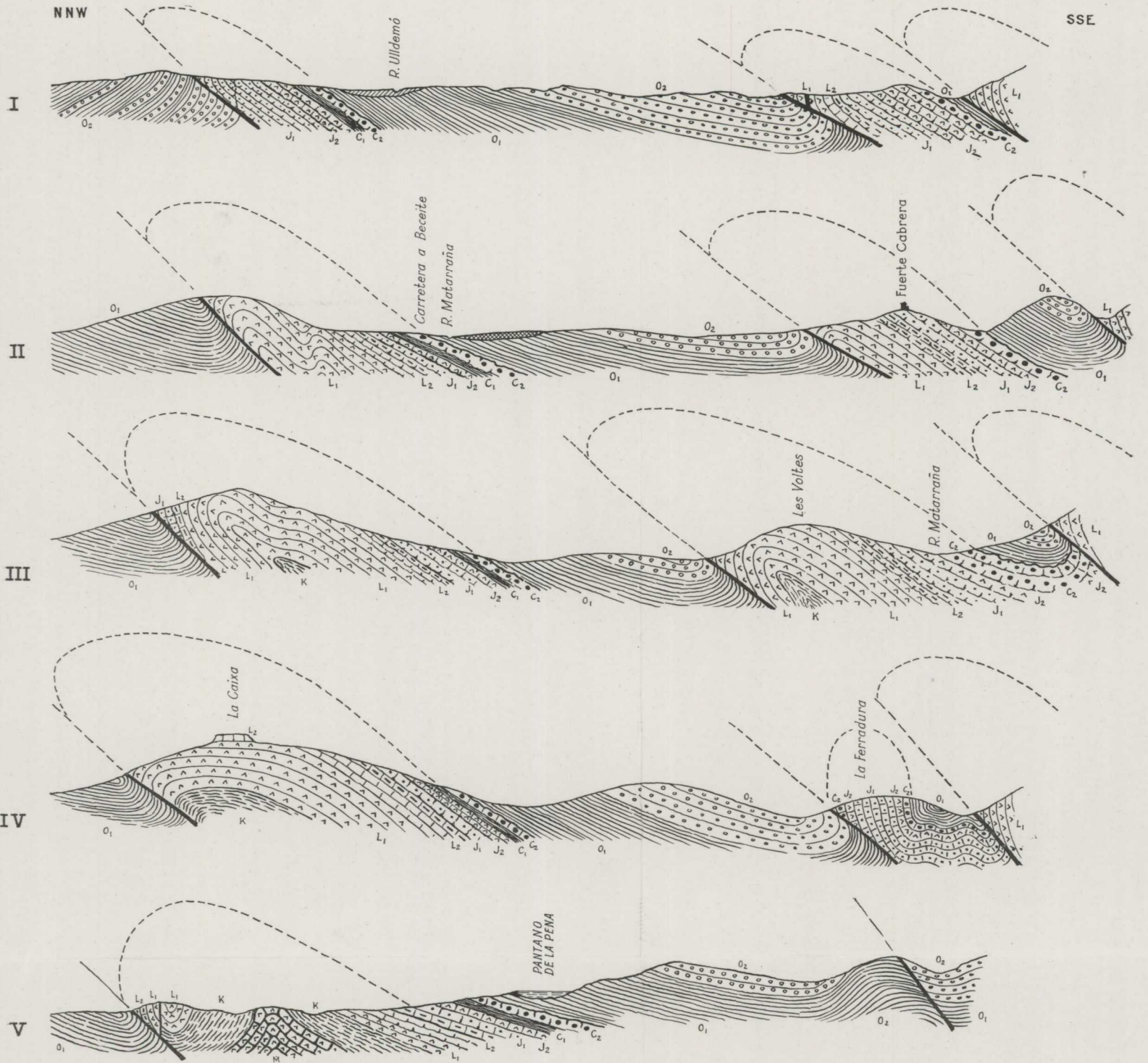
*Terebratula decipiens* Desl.

*Terebratula decipiens* var. *vari* Roll.

*Terebratula davidsoni* Haine.

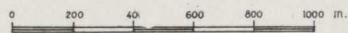
*Terebratula jauberti* Desl.

# CORTES GEOLÓGICOS DE LOS ALREDEDORES DE BECEITE (TERUEL)



## SIGNOS CONVENCIONALES

MUCHELKALK		M Calizas dolomíticas			
KEUPER		K Margas irisadas, yesos y concholos	CRETACICO		C <sub>1</sub> Margas bauxitíferas
LIASICO	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 5px;">{</div> <div style="margin-right: 5px;">L<sub>1</sub></div> </div> <div style="margin-right: 5px;">{</div> <div style="margin-right: 5px;">L<sub>2</sub></div>				



*Terebratula punctata* var. *iata* Dubar.  
*Terebratula subpunctata* var. *hispanica* Dubar.  
*Terebratula* cfr. *stepheni* Dav.  
*Zeilleria lycetti* Dav.

El nivel margoso superior se encuentra en todas las estructuras. Es de coloración gris amarillenta e incluye gran cantidad de fósiles. Contiene con gran profusión *Rhynchonella bouchardi* Dav. y podría tratarse de un Toarciense superior o de un Aalenense inferior.

#### Jurásico

Los materiales jurásicos están formados por unas calizas, ya compactas, ya margosas, que abarcan el Bajociense, Batoniense, Caloviense y Oxfordiense. Las diferencias litológicas entre estos niveles son insensibles y por lo tanto es imposible separarlos en la cartografía. No obstante, las calizas y calizas margosas incluyen fósiles pertenecientes a los cuatro pisos citados.

Las calizas margosas basales, que descansan sobre las margas liásicas, presentan las siguientes formas fósiles:

#### Bajociense.

*Cancellophycus scoparius* Thioll.  
*Stephanoceras humphresianum* Sow.  
*Teloceras blagdeni* d'Orb.  
*Cadomites linguiferus* d'Orb.  
*Perisphinctes martinsi* d'Orb.  
*Parkinsonia planulata* Quenst.  
*Normannites orbignyi* Buck.  
*Otoites sauzei* d'Orb.  
*Oppelia subradiata* Sow.  
*Nautilus biangulatus* d'Orb.

#### Batoniense.

*Posidonomya alpina* A. Gras.  
*Oppelia fusca* Quenst.  
*Zigzagoceras zig-zag* d'Orb.  
*Morphoceras polymorphum* d'Orb.  
*Wagnericeras arbustigerum* d'Orb.

Sobre estas calizas margosas descansa un lecho calizo bastante compacto y algo dolomítico. En el mismo abundan las esponjas, aunque incluye también ammonites:



*Caioviense.*

*Hecticoceras* sp.  
*Macrocephalites* sp.  
*Cosmoceras ornatum* Schl.  
*Perisphinctes furcula* Neum.

*Oxfordiense.*

*Tremadictyon* cfr. *reticulatum* Gold.  
*Ochetoceras canaliculatum* (v. Buch) Opper sp.  
*Perisphinctes pseudolictor* Choffat.  
*Perisphinctes progeron* de Lor.

El nivel más alto del Jurásico son unas margas algo ferruginosas con fósiles recristalizados. Debido a la mala conservación de los fósiles no puede precisarse a qué nivel pertenecen, pero probablemente corresponden a la parte más alta de los sedimentos jurásicos (? Kimeridgiense marino?). Localmente estas calizas cristalinas son dolomíticas, pasando incluso a dolomías típicas, con geodas de calcita. En las cercanías del embalse de la Pena estas dolomías suprajurásicas son granudas, amarillentas y muy deleznable, por lo que podrían confundirse con una arenisca.

*Cretáceo*

La presencia del Cretáceo en esta zona N. de los macizos secundarios del Maestrazgo ha sido motivo de discusión por varios autores. Ashauer y Teichmüller (1935) encontraron unos niveles cuya posición estratigráfica se halla por encima del Jurásico y que colocaron en el Cretáceo superior.

Nosotros hemos encontrado también estos niveles con restos fosilíferos. En algunas ocasiones parecen una verdadera lumaquela de rudistidos, pero debido a su fuerte recristalización no pueden determinarse y por lo tanto es imposible delimitar el nivel al cual pertenecen.

Por lo general este hipotético Cretáceo superior descansa normalmente sobre los últimos estratos jurásicos, aunque en el contacto entre ambos hay un nivel de erosión desarrollado sobre los tramos póstumos de la sedimentación jurásica.

La base cretácica están integrada por unas margas ya rojizas, ya amarillentas-grisáceas, muy aluminosas y que son objeto de explotación minera a lo largo de sus afloramientos, aprovechándose como material refractario. En ellas no hemos encontrado fósiles.

Sobre tales margas bauxitíferas hay unas calizas marmóreas, cristalinas, que en multitud de ocasiones presentan gran cantidad de rudistidos recrista-

lizados, cuya forma externa recuerda a los Hippurites. Además hemos encontrado algunos lamelibranquios, gasterópodos y algas, todos ellos indeterminables.

## TECTÓNICA

## I. Generalidades

La zona objeto de nuestro estudio se sitúa entre el límite S de la Cordillera Costera Catalana y la depresión del Ebro, aunque por sus características generales debe considerarse como la terminación meridional de los Catalánides.

Tectónicamente se caracteriza por la presencia de tres pliegues anticlinales de tipo alpino de dirección NE-SO, con vergencia hacia el NO, formados por materiales del Keuper, principalmente por sus niveles de yesos y arcillas.

Tales plegamientos, tan desarrollados en la zona estudiada, tienden a desaparecer hacia el SE donde afloran, en potencia considerable, las calizas del Cretáceo inferior y medio. La presencia de estas calizas determina un cambio en el estilo tectónico debido a la dureza de las mismas. Su resistencia al plegamiento provoca la fractura y dan lugar a un sistema de fallas ortogonales, o sea, a una tectónica en bloques, de estilo germánico.

Los pliegues anticlinales a que nos hemos referido, siempre con vergencia NO, están en contacto por falla con los materiales terciarios por su flanco NO. Mientras los flancos SE poseen un buzamiento que varía alrededor de los 50°, los flancos NO han sido laminados en la mayoría de los casos, dejando a veces restos de una serie normal, con los estratos completamente verticales o invertidos.

En líneas generales se trata de anticlinales de calizas y dolomías mesozoicas. Al acercarse a la zona de cabalgamiento sobre el terciario, dichos materiales jurásico-cretácicos se pliegan y se originan una serie de pliegues marginales en los cuales, en multitud de ocasiones, al ser rebasado el índice de plasticidad se producen fracturas de pequeño salto, paralelas al frente del cabalgamiento.

Todo el complejo podemos considerarlo dividido, para su descripción, en las siguientes unidades estructurales:

*Unidad tectónica de Enquerol - La Caixa - Embalse de la Pena*

Constituye el primer plegue secundario limítrofe entre la depresión del Ebro y la terminación meridional de la Cordillera Costera Catalana. Su eje, con la dirección NE-SO que es la dominante de los pliegues de los Catalánides, está hundido por el NE y a 1 Km. escaso de Enquerol, los materiales secundarios se colocan debajo de los conglomerados areniscas y margas del Terciario. En su conjunto dibujaba esta zona una terminación periclinal enmas-

carada por pequeñas fracturas que pueden seguirse incluso dentro de los materiales terciarios. Por el SO el eje está levantado y gracias a la erosión del río Matarraña pueden observarse los materiales del Trías medio y superior (foto núm. 1). La plasticidad de estos últimos ha jugado un papel muy importante en la tectónica de esta zona.

La «Caixa», verdadera caja situada sobre el eje anticlinal, es un pequeño testigo del Lías inferior que ha prevalecido a la erosión y corresponde a



Foto núm. 1.—Núcleo del anticlinal Enquerol-La Caixa-Embalse de la Pena. Materiales del Keuper coronados por las dolomías infraliásicas

unos estratos pseudohorizontales, único resto de la cobertura liásica que destaca fuertemente en el relieve (foto núm. 2). El eje anticlinal corre en la mayor parte de su trazado por las dolomías infraliásicas.

a) *Flanco invertido.*

Como se ha dicho anteriormente, el flanco NO de este anticlinal tumbado cabalga sobre la serie terciaria. Los buzamientos, siempre muy acusados, son muy irregulares y oscilan entre 50° y la verticalidad. Al acercarnos a la

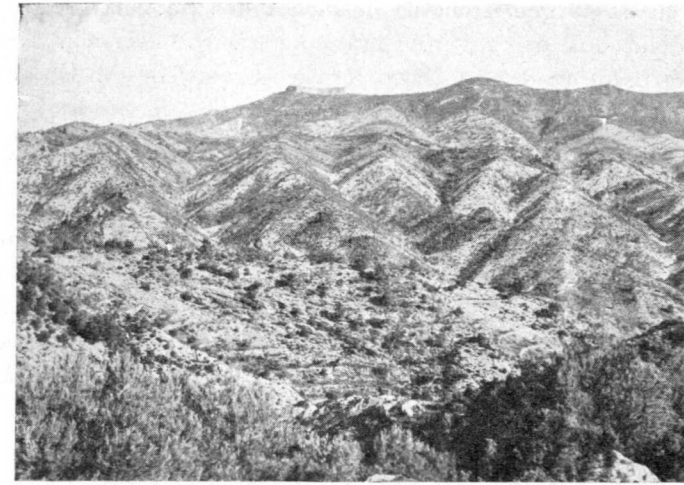


Foto núm. 2.—La «Caixa» y los «chevrons» del flanco normal del anticlinal de Enquerol-La Caixa-Embalse de la Pena

zona de cabalgamiento puede observarse que la serie secundaria se repliega fuertemente en unos casos y se fractura con trituración considerable en otros; en los cortes abiertos por los cauces de los ríos Ulldemó, Matarraña y Pena pueden verse varios de estos repliegues secundarios, de ejes paralelos a la dirección tectónica dominante (foto núm. 3). Al NO de Beceite y del embalse

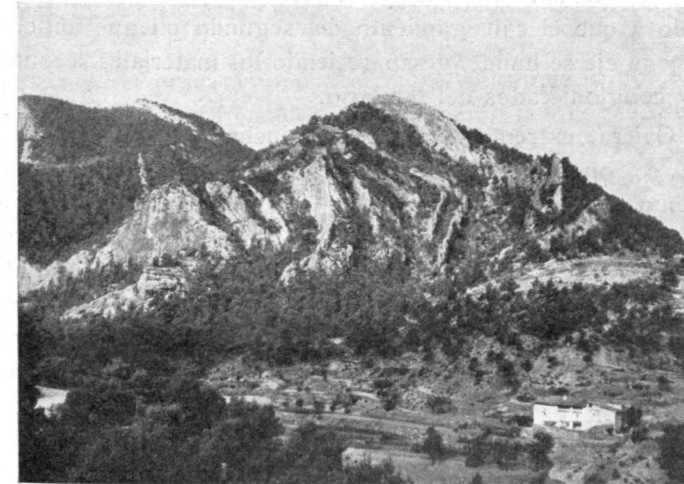


Foto número 3.—Frente de cabalgamiento de las dolomías infraliásicas y calizas liásico-jurásicas sobre el terciario margoso en el margen izquierdo del río Pena, al norte del embalse y a la salida del congosto

de la Pena, en la margen izquierda de dichos dos ríos, hay restos muy tectonizados y pinzados de la serie jurásico-cretácica invertida. Exceptuando estos dos retazos de material Liásico-Jurásico-Cretácico, son las dolomías infraliásicas las que cabalgan sobre el terciario.

b) *Flanco normal.*

El contacto entre los materiales secundarios y terciarios es normal por el flanco SE. Los buzamientos, mucho más atenuados que en el flanco invertido, oscilan entre los 20° y 50°. Debido a la escasez de vegetación las capas que forman este flanco pueden seguirse perfectamente con la fotografía aérea, pues su morfología típica en «chevrons» destaca grandemente en el relieve.

c) *Zona de precabalgamiento.*

Paralelo al anticlinal anterior corre el sinclinal de Beceite-Embalse de la Pena. Es disimétrico, pues mientras el flanco NO está formado por las margas y areniscas de la base del terciario (en las que se enclavan los campos de cultivo del pueblo de Beceite), el flanco SE lo forman los conglomerados de la parte alta de la serie terciaria, que se encuentran en contacto cabalgante bajo los materiales secundarios que forman el segundo pliegue anticlinal de la zona.

El eje sinclinal se halla situado en las cercanías del cabalgamiento, siendo hacia el NE un sinclinal tumbado que hacia el SO se convierte en normal. Ello es debido a que el cabalgamiento del segundo pliegue anticlinal pierde importancia, y su eje se hunde, desapareciendo los materiales secundarios bajo las margas y conglomerados del terciario.

En Peña Galera, extremo NE. de este sinclinal, se observa la presencia de dos niveles de conglomerados, uno inferior sintectónico y otro superior postectónico, como ya Llopis (1947) había comprobado en zonas situadas al NO de la estudiada. El nivel sintectónico está fuertemente afectado por las «olas» de plegamiento, mientras el postectónico yace horizontalmente sobre el anterior y fosiliza los materiales ya replegados. El tránsito entre uno y otro nivel es insensible, o sea, que nos hallamos frente a un claro ejemplo de discordancia progresiva (fotos núms. 4 y 7).

*Unidad tectónica de Fuerte Cabrera - La Ferradura*

Esta segunda unidad presenta también la dirección NE-SO. El anticlinal posee vergencia NO, y está tumbado y cabalga por el flanco NO sobre los materiales terciarios de la unidad Enquerol-La Caixa-Embalse de la Pena.



Foto núm. 4.—Materiales terciarios del sinclinal de Beceite, población que aparece a la izquierda

Al fondo-derecha de la fotografía destaca la gran masa de conglomerados de Peña Galera

En la zona limítrofe de las dos unidades, los materiales secundarios del flanco invertido del anticlinal forman varios repliegues y pequeñas fallas. Uno de tales repliegues resalta fuertemente en el relieve y recibe el nombre popular de la «Ferradura», por su parecido con una herradura (fotos números 5 y 6).

A diferencia de la primera unidad el eje está levantado por el flanco NE y ligeramente hundido, terminando periclinalmente por el SO, donde el anticlinal sigue hacia el SO aflorando solamente las margas y areniscas del terciario inferior. El cabalgamiento se realiza en este caso entre los conglomerados superiores y las margas basales del terciario. Más hacia el S este cabalgamiento pierde su efectividad.

a. *Flanco invertido.*

Como queda dicho, este anticlinal tumbado cabalga, por su flanco NW sobre los materiales terciarios del sinclinal Beceite-Embalse de la Pena. Hacia el E los buzamientos son muy acusados, pues en multitud de ocasiones las capas llegan a colocarse verticales. Hacia el O, en cambio, los buzamientos oscilan alrededor de los 45° encontrándose la serie en posición invertida. En las cercanías del frente de cabalgamiento son muy frecuentes los repliegues de detalle y las microfracturas, de dirección paralela a la línea principal de plegamiento. Una de estas fallas, la de mayor importancia,

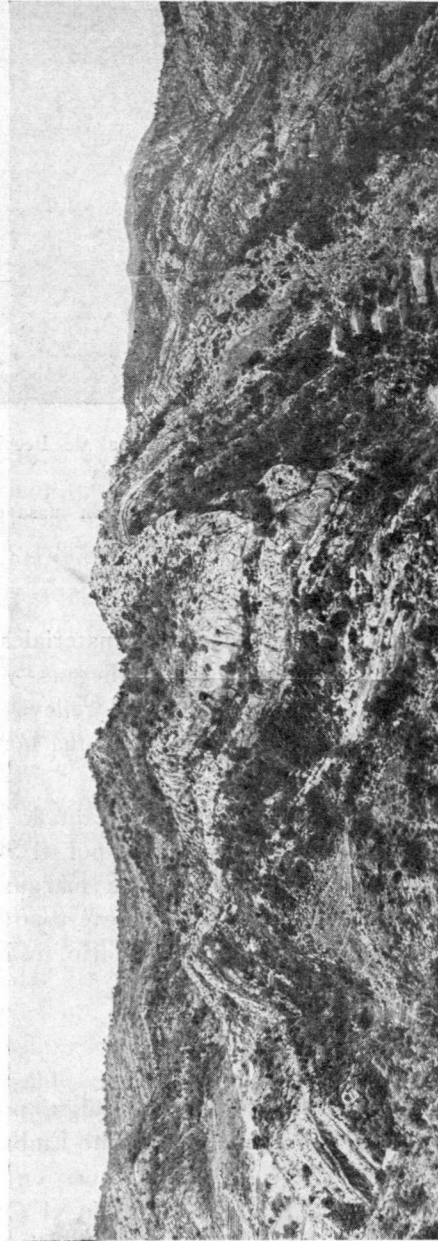


Foto núm. 5.—Vista frontal de la «Ferradura», último repliegue de la correspondiente unidad, cabalgando sobre el terciario del sinclinal de Beceite

ha podido cartografiarse gracias a que su trazado se sigue con facilidad en algo más de 1 Km. en la parte NE del pliegue principal, ya en el valle del río Ulldemó.

La misma falla, hacia el SO, donde los empujes tectónicos fueron quizás más suaves, se convierte en un repliegue anticlinal cuyo eje queda cortado por el frente principal de cabalgamiento.

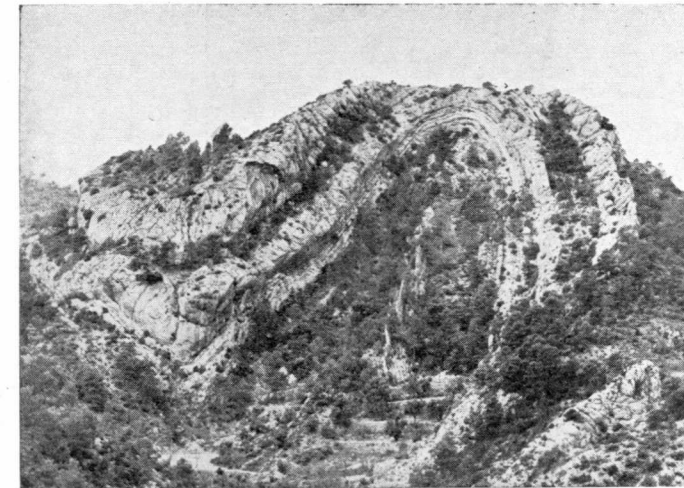


Foto núm. 6.—Visión frontal de la «Ferradura», último repliegue de la correspondiente unidad, cabalgando sobre el terciario del sinclinal de Beceite

En la mayor parte del frente las dolomías cabalgan sobre los conglomerados terciarios, y solamente en la terminación periclinal de La Ferradura pueden observarse restos de la serie superior invertida.

b. *Flanco normal.*

Los materiales del secundario se colocan bajo los del terciario en el flanco SE, separados ambos por un nivel de erosión; el contacto es, por tanto, normal. Los buzamientos oscilan entre 45° y 70°. Al igual que en la primera unidad tectónica, las capas que forman este flanco dan un típico relieve en «chevrons».

c. *Zona de precabalgamiento.*

Limita la zona estudiada un sinclinal pinzado sobre el cual se han abierto, aprovechando la menor resistencia de las margas del terciario inferior, los

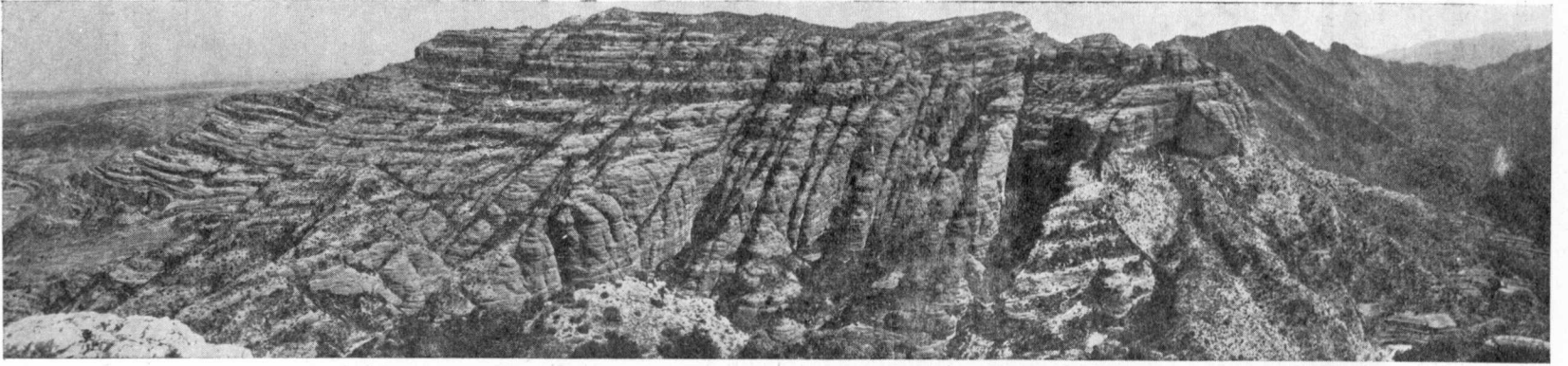


Foto núm. 7.—Cantiles conglomeráticos terciarios de Peña Galera que forman la pared derecha del barranco del Ulldemó antes de entrar en el llano de Beceite. Por la derecha aparecen fuertemente cabalgados por los materiales liásico-jurásico de la segunda unidad tectónica

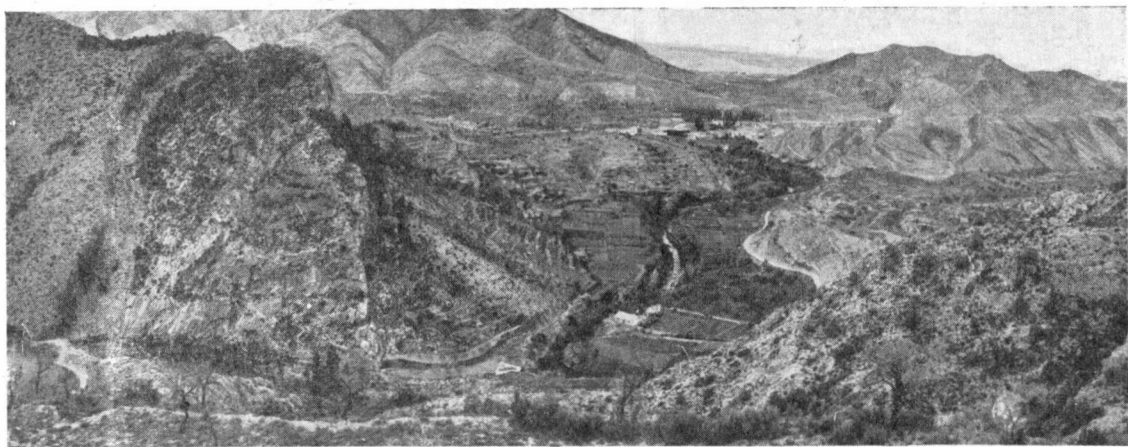


Foto núm. 8.—«Cluse» del Matarranya. Vista tomada desde Fuerte Cabrera. En primer término el anticlinal de la segunda unidad tectónica; llano terciario de Beceite en segundo término; unidad de Enquerol-La Caixa-Embalse de la Pena en tercer término, y al fondo el terciario de la depresión del Ebro.

barrancos de «Les Merrades» y el de la Vall del Prat, afluentes opuestos del río Matarraña.

En el primero de estos barrancos la zona de los conglomerados superiores queda limitada a un pequeño retazo enclavado en el frente de otro cabalgamiento del secundario sobre el terciario, que constituye una tercera unidad tectónica, de características similares a las dos anteriores.

Llopis (1947) al hablar de la terminación meridional de los Catalánides esboza ya la morfología de esta zona.

Está formada, en términos generales, por una serie de relieves estructurales integrados por zonas anticlinales modeladas sobre materiales mesozoicos y otros sinclinales sobre terciarios.

Tales relieves se ven atravesados en la zona estudiada por los valles de los ríos Ulldemó, Matarraña y Pena, dando unas verdaderas «cluses» SSE-NNO que nos muestran unos magníficos cortes, en especial en el Matarraña y en las inmediaciones del embalse del río Fena, donde la erosión ha desmantelado la cobertura jurásico-cretácica del anticlinal y afloran en el núcleo los materiales plásticos del Keuper (foto núm. 8).

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALMELA, A., RÍOS, J.: *Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro. 3) Condiciones estratigráficas y tectónicas sobre el Bajo Aragón y el Maestrazgo*. Instituto Geológico y Minero de España. Libro Jubilar (1849-1949), t. II, pp. 333-379. 1 map. geol. Madrid, 1951.
- ASHAUER, H., TEICHMÜLLER, R.: *Die variszische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens*. «Abh. Gess. Wiss. Göttingen Math. Kl.», 3 F., H. 16, pp. 16-98, 48 fig., 3 lám. Berlin, 1925. (Trad. al español por J. M. Ríos en «Publ. Extranj. sobre Geología de España», vol. III, núm. IX, Madrid, 1946.)
- FALLOT, P.: *Sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin de l'Ebre et des montagnes du littoral méditerranéen entre Tortosa et Castellón (Espagne)*. «C. R. S. Ac. Sc.», t. 182, p. 226, París, 1926.
- FALLOT, P., BATALLER, J. R.: *Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo*. «Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona», 3.ª época, vol. XX, núm. 8, pp. 227-367, 45 fig., VII lám., 2 lám. map. Barcelona, 1927.
- HÄHNE, C.: *Ein Geologischer Führer durch den nördlichen Teil des südaragonesisch-katalonischen Mittelgebirges zwischen Ebro- und Martínfluss und seine Vorländer (Spanien)*. «Géol. de la Méditerr. Occid.», vol. III, núm. 13, pp. 1-52, 15 fig., 3 lám. Barcelona, 1933 (1934).
- LLOPIS LLADÓ, N.: *Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides*. Barcelona, Inst. «Lucas Mallada», 1947, 372 p., 40 fig., 18 lám. pleg., 22 lám. fot.
- MALLADA, L.: *Reconocimiento geológico y geográfico de la provincia de Tarragona*. «Bol. Com. Map. Geol. España», t. XVI, pp. 1-175, 7 fig., 1 map. geol. Madrid, 1889 (1890).
- VILANOVA, J.: *Ensayos de descripción geognóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma*. Madrid, Junta General de Estadística, 1863, 312 p., 45 fig., 10 lám., 1 map. geol.

Recibido el 22-XII-1965.

JOAQUIN MONTORIOL-POUS y MANUEL FONT-ALTABA

## ESTUDIO DEL YACIMIENTO DE FLUORITA «MINA BERTA» (SAN CUGAT DEL VALLES, BARCELONA)

### VI. MINERALOGENESIS (\*)

#### RESUMEN

En la mineralogénesis del yacimiento «Berta» podemos distinguir cinco fases: 1) *Formación de los filones de milonita*, gracias a movimientos tectónicos que afectaron soluciones de continuidad E20-35N. 2) *Deposición de la calcita*. El origen del Ca<sup>++</sup> hay que buscarlo en la caolinización de los feldespatos cálcicos y el del CO<sub>3</sub> en aportes meteorícos. La localización de los depósitos vino determinada por el juego de las presiones parciales del CO<sub>2</sub>. 3) *Formación de los sulfuros primarios*. Debido a su insolubilidad se depositaron en una primera fase de temperatura elevada (375-400° C). Los depósitos de CO<sub>3</sub>Ca formados en la fase anterior actuaron como trampa al modificar localmente las condiciones físico-químicas. 4) *Génesis de la fluorita*. Se formó a temperatura inferior (280-300° C) y por reemplazamiento en la calcita. Se produjeron aportes simultáneos de FNa y F<sub>2</sub>Ca: en el primer caso el reemplazamiento tuvo lugar según la reacción 2 FNa + CO<sub>3</sub>Ca → F<sub>2</sub>Ca + CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub>; en el segundo se establecieron los equilibrios simultáneos CO<sub>3</sub>Ca ↔ CO<sub>3</sub><sup>-</sup> + Ca<sup>++</sup> y F<sub>2</sub>Ca ↔ 2 F<sup>-</sup> + Ca<sup>++</sup>, cristalizando la fluorita debido a su menor solubilidad. 5) *Formación de los minerales supergénicos*. En ella ha jugado un importante papel intermedio el SO<sub>4</sub>Fe y el SO<sub>4</sub>Cu, formados por alteración de la pirita y la calcopirita.

En cuanto al aporte de los cationes y aniones necesarios para la formación de los minerales del yacimiento, las investigaciones realizadas ponen de manifiesto que no es necesario recurrir a hipotéticos aportes provenientes de zonas desconocidas, sino que todos ellos han sido suministrados por el propio granito monzonítico durante las fases de movilidad tectónica. Parte de la energía mecánica se degradó en energía calorífica produciéndose la vaporización del agua contenida en la roca (1,62 por 100), la cual produjo la movilización del F (0,036 por 100), del SO<sub>2</sub> (1,05 por 100) y de los diferentes cationes (todos los necesarios han sido detectados espectrográficamente en el granito; recordar que el Ca, el único verdaderamente importante en el yacimiento, proviene de la caolinización de los feldespatos cálcicos durante una fase previa). El fluido así formado ascendió siguiendo la caída del gradiente de presión. Etimológicamente, el mecanismo descrito podría llamarse hidrotermal, pero, para evitar confusionismos con el sentido clásico de la denominación hidrotermal, proponemos denominar a este mecanismo *proceso tectohidrotermal*.

(\*) Este trabajo forma parte de la tesis doctoral del primero de los que suscriben

## R É S U M É

Dans la minéralogénèse du gîte Berta on peut distinguer cinq phases. 1) *Formation des filons de milonite*, due aux mouvements tectoniques des fissures E20-35N. 2) *Déposition de la calcite*. On doit chercher l'origine du  $\text{Ca}^{++}$  dans la kaolinisation des feldspaths calciques et celui du  $\text{CO}_3^{=}$  dans les apports météoriques. La localisation des dépôts a été commandée par le jeu des pressions partielles du  $\text{CO}_2$ . 3) *Formation des sulfures primaires*. Par leur insolubilité se sont déposés dans une première phase à haute température (375-400° C). Les dépôts de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  ont joué le rôle de piège en modifiant localement les conditions physico-chimiques. 4) *Genèse de la fluorite*. Elle s'est formée à des températures inférieures (280-300° C) et par remplacement de la calcite. Il y a eu des apports simultanés de NaF et  $\text{CaF}_2$ ; dans le premier cas le remplacement a eu lieu au moyen de la réaction  $2\text{NaF} + \text{CaCO}_3 = \text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ; dans le second se sont établis les équilibres  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + \text{CO}_3^{=}$  et  $\text{CaF}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + 2\text{F}^-$ , en cristallisant la fluorite par sa plus grande insolubilité. 5) *Formation des minéraux supergéniques*. Dans elle ont joué un important rôle le  $\text{FeSO}_4$  et le  $\text{CuSO}_4$  qui se sont formés par alteration de la pyrite et la calchopyrite.

Pour ce qui concerne l'apport des cations et des anions nécessaires pour les minéraux du gîte, nos investigations ont prouvé qu'il n'y a pas lieu d'avoir recours à des hypothétiques apports provenant des régions inconnues, mais qu'ils ont été tous fournis par le granite monzonitique au cours des phases de mobilité tectonique. Une part de l'énergie mécanique s'est transformée en énergie calorifique en produisant la vaporization de l'eau contenue dans le granite (1,62 par 100), laquelle libéra le F (0,036 par 100), le  $\text{SO}_2$  (1,05 par 100) et les cations nécessaires (qui ont été détectés spectrographiquement dans la roche; se souvenir que le Ca, le seul qui a une réelle importance dans le gîte, fut libéré par la kaolinisation des feldspaths dans une première phase). Le fluide ainsi formé monta suivant la chute du gradient de pression.

Étymologiquement, le mécanisme décrit pourrait se nommer hydrothermal, mais, pour éviter la confusion avec le sens classique de la dénomination hydrothermal, nous proposons le nommer *tectohydrothermal*.

## I N T R O D U C C I Ó N

En nuestras anteriores comunicaciones sobre el yacimiento «Berta» llevamos a cabo el estudio mineralógico del mismo mediante la aplicación de las siguientes técnicas: roentgenografía (1), espectrografía (2, 3), fotoluminiscencia por excitación con radiación UV y con radiación X (4), decoloración térmica, análisis térmico diferencial (5) y decrepitometría (6, 7); se estudió asimismo la estructura de las mineralizaciones (7). Por otra parte, los minerales más importantes —calcita y fluorita— fueron objeto de trabajos monográficos (8, 9), publicándose asimismo los resultados obtenidos con las demás especies minerales (10, 11). Algunos de los resultados fueron comparados con los obtenidos en otros yacimientos españoles (12, 13).

En el presente trabajo se expondrán nuestras conclusiones en cuanto a la mineralogénesis del yacimiento, constituyendo, por lo tanto, el resultado lógico de todos los datos adquiridos mediante la aplicación de las diferentes téc-

nicas de laboratorio y las observaciones de campo llevadas a cabo. Con ello daremos fin a nuestras comunicaciones sobre «Mina Berta».

Antes de finalizar esta breve introducción, debemos dejar constancia de nuestro agradecimiento a todos aquellos que han contribuido a facilitar nuestra labor durante la serie de trabajos que hemos realizado sobre el yacimiento «Berta»: al Dr. D. Alfredo San Miguel Arribas, Catedrático de Petrología de la Universidad de Barcelona y Conservador del Museo Municipal de Geología de la ciudad, quien nos dio toda clase de facilidades para estudiar los ejemplares procedentes del yacimiento, tanto en los laboratorios del Museo como en los de su Cátedra; a D. Luis Mas, Director del Museo de la Ciudad de Sabadell, por haber facilitado nuestro trabajo en la importante colección monográfica sobre «Mina Berta»; al Dr. D. Jaime Truyols Santonja, Director de la citada colección; al Dr. D. José M.<sup>a</sup> Codina Vidal, Director del Servicio de Espectrografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona, quien facilitó en todo momento los trabajos en los laboratorios del Servicio y de su Cátedra; al Dr. D. Juan M.<sup>a</sup> Coronas Ribera, en los laboratorios de cuya Cátedra llevamos a cabo las determinaciones por análisis térmico diferencial; al Dr. D. Andrés Pujol Sanjuán, por su colaboración en la aplicación de la citada técnica; al Dr. D. José F. de Villalta, quien nos facilitó algunos de los más interesantes ejemplares estudiados; a D. Juan Andrés Rovira, poseedor de la más importante colección monográfica sobre el yacimiento, que no sólo prestó para su estudio algunos ejemplares, sino que nos comunicó datos de gran interés; a D. José Folch Girona, propietario de una extraordinaria colección mineralógica; a D. Ramón Brumós, en cuya colección pudimos estudiar algunos interesantes ejemplares, y a D. José Monné, que nos proporcionó algunos ejemplares procedentes de su colección particular. Debemos citar muy especialmente a la empresa A. B. E. I. S. A., propietaria de «Mina Berta», por haber colaborado desinteresadamente al desarrollo de las investigaciones, permitiéndonos, en todo momento y sin restricción alguna, el libre acceso a cualquier parte de la explotación.

## I. ESTUDIO DE LA ROCA ENCAJANTE

Antes de entrar en detalles sobre la mineralogénesis, será preciso tratar de la masa rocosa en la cual se desarrollan las bolsas de fluorita, ya que su conocimiento resulta indispensable para el estudio genético. La naturaleza petrológica de la zona situada entre las poblaciones de Papiol y San Cugat del Vallés, ha sido objeto de investigaciones por parte de numerosos autores (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20). Nos limitaremos aquí a estudiar única y exclusivamente aquellos materiales que se encuentran en íntima relación con el yacimiento de fluorita; o sea, la roca de naturaleza granítica en la cual se desa-

rollan los filones de milonita, y la propia milonita que constituye la transición entre la primera y las mineralizaciones.

A fin de evitar cualquier posible influencia de la meteorización, las muestras fueron tomadas en profundidad, aprovechando la red de galerías de la explotación minera y mediante perforaciones de 1,5 m. a partir de la pared. Todas ellas resultaron uniformes, tanto en el caso del granito como en el de la milonita.

#### a) Granito

##### 1. Composición modal.

Las primitivas técnicas para determinar la composición mineralógica de una roca fueron extraordinariamente rudimentarias (21, 22, 23). Es por ello que hasta la introducción de la técnica del desplazamiento continuo (24), con sus sucesivos perfeccionamientos (25, 26, 27) que condujeron a la platina integradora automática para varias especies minerales (28), no se llegó a resultados satisfactorios. Finalmente, la introducción de la técnica del desplazamiento discontinuo (29) y el haberse sentado las bases para una clasificación apoyada en la composición mineralógica (30), dieron un definitivo impulso al método.

El contador de puntos, aparato empleado en el desplazamiento discontinuo, ha alcanzado una notable perfección (31, 32, 33). Nosotros hemos utilizado un contador Swift and Son de las siguientes características:

Longitud del salto .....	1,6 mm.
Separación lineal .....	3 (1/3) mm.

Operando con el contador, el error standard, al medir la composición mineralógica de una sola preparación, viene dado por

$$E = \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$

siendo  $n$  el número total de puntos contados y  $p$  el tanto por ciento de un mineral dado. Las aplicaciones numéricas y el control práctico (34) han puesto de manifiesto que para 1.000 puntos,  $E_n \ll 1,6$  por 100. Siendo un error perfectamente despreciable, hemos contado 1.000 puntos en cada preparación.

El error analítico viene dado por

$$E_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_i^2} = E$$

en la que  $E_n$  es el error standard y  $E_i$  las diferencias promedio tipo de un mismo mineral en diferentes preparaciones. Este valor depende fundamental-

mente del tamaño del grano. Es por ello que procedimos a la medición del índice de Chayes:

$$I. C. \approx 30.$$

Utilizando las tablas del mismo autor se determina que, para tal índice, con 4 preparaciones tendremos  $E_n \ll 2,45$  por 100. No siendo necesaria para nuestra investigación una mayor precisión, se ha operado con 4 preparaciones, midiéndose 1.000 puntos en cada una de ellas.

La composición mineralógica modal obtenida aparece indicada en la tabla I.

TABLA I

Cuarzo .....	20,44 por 100
Ortoclasa .....	28,61 »
Plagioclasas .....	38,40 »
Biotita .....	11,18 »
Moscovita .....	1,40 »
TOTAL .....	100,03 »

(En la biotita se incluye el conjunto biotita + clorita.)

Como para calcular los diferentes índices, se necesitan conocer las diferentes cantidades de feldespato potásico, sódico y cálcico, hemos procedido a determinar el porcentaje de albita y anortita en las plagioclasas. Tal determinación se ha basado en la medición del ángulo de los ejes ópticos, empleándose para ello la platina universal de Fedorow. Se han obtenido, referidos al total de la roca, los valores de la tabla II.

TABLA II

Albita total .....	30,72 por 100
Albita con 5% an .....	6,14 »
Anortita .....	7,68 »

Con los datos anteriores se calculó el índice de saturación, SAT = 23; el índice de coloración, COL = 13; el índice feldespático, FELDS = 47, y el índice potásico, POT = 82. Valores que corresponden a una roca medianamente cuarcíca, leucocrata, monzonítica y potásica. Su situación puede apreciarse en la figura 1. Se trata, por lo tanto, de un granito monzonítico.



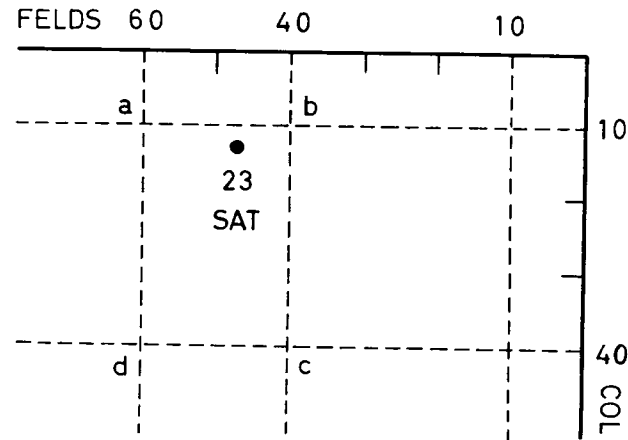


Fig. 1.—Situación del granito del yacimiento «Berta» en el diagrama COL/FELDS. «a-b-c-d», área de los granitos monzoníticos.

## 2. Composición en óxidos.

El análisis químico cuantitativo fue realizado a fin de llevar a cabo comparaciones de interés mineralogénico entre el granito y la milonita. La determinación cuantitativa de los diferentes óxidos se efectuó, en todos los casos en que ello es posible, por complexometría (35). Como elemento quelante (36) se utilizó exclusivamente el AEDT (ácido etilendiaminotetracético) (37, 38, 39), valorándose con tal procedimiento  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ . El  $\text{TiO}_2$  fue determinado por colorimetría;  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , mediante espectrofotometría;  $\text{SO}_2$ , por precipitación con  $\text{Cl}_2\text{Ba}$ . El  $\text{SiO}_2$  se calculó por diferencia y el  $\text{H}_2\text{O}$  por pérdida al fuego. Se obtuvieron los resultados expuestos en la tabla III.

TABLA III

$\text{SiO}_2$ .....	64,60 por 100
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	17,37 »
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	3,55 »
$\text{CaO}$ .....	2,00 »
$\text{MgO}$ .....	0,63 »
$\text{TiO}_2$ .....	0,42 »
$\text{K}_2\text{O}$ .....	4,70 »
$\text{Na}_2\text{O}$ .....	3,50 »
$\text{SO}_2$ .....	1,05 »
$\text{H}_2\text{O}$ .....	1,62 »
TOTAL .....	99,44 »

## 3. Contenido en flúor.

La determinación del contenido en flúor del granito monzonítico ha resultado de suma importancia para la interpretación mineralogénica.

El radio iónico del ion  $\text{F}^-$  es de 1,33 Å, o sea que es muy semejante al del  $\text{O}^=$  (1,32 Å) e idéntico al del  $\text{OH}^-$  (1,33 Å). Es por ello que el flúor se encuentra siempre presente en aquellos silicatos que contienen grupos  $\text{OH}^-$  en sus estructuras (52).

No siendo detectable el flúor por el método espectrográfico del arco voltaico (3, 40, 41), procedimos a su determinación cuantitativa por vía química, disgregando previamente con  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ . La valoración se efectuó con  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ , de concentración conocida, utilizándose como indicador circonio-alizarina ( $4\text{F}^- + \text{Th}^{4+} = \text{ThF}_4$ ).

Se obtuvo el siguiente resultado promedio: 0,036 por 100 (41).

### b) Milonita

#### 1. Composición modal.

Hemos utilizado el mismo contador de puntos empleado con el granito, obteniendo los resultados contenidos en la tabla IV.

TABLA IV

Cuarzo .....	56,00 por 100
Sericita .....	38,03 »
Calcita .....	3,72 »
Ortoclasa .....	1,63 »
TOTAL .....	99,98 »

#### 2. Composición en óxidos.

El análisis cuantitativo se ha llevado a cabo con los mismos métodos utilizados en el caso del granito, obteniéndose los resultados de la tabla V.

### c) Relaciones entre el granito monzonítico y la milonita

Para dilucidar dichas relaciones son especialmente interesantes las siguientes características de la milonita.

a) Forma filones que atraviesan la masa granítica. Constituye los límites

de las bolsadas de fluorita (o de fluorita + calcita) del yacimiento; tanto las salvandas como los límites superior e inferior.

b) La típica estructura cataclástica del cuarzo en ciertas zonas, así como las maclas polisintéticas según (0112) que presenta la calcita, son índice de presiones. Lo es asimismo la extinción ondulada que presenta el cuarzo.

TABLA V

SiO <sub>2</sub> .....	69.74 por 100
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	10.62 »
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.82 »
CaO .....	5.18 »
MgO .....	1.14 »
TiO <sub>2</sub> .....	0.55 »
K <sub>2</sub> O .....	3.00 »
Na <sub>2</sub> O .....	0.13 »
SO <sub>2</sub> .....	0.79 »
H <sub>2</sub> O .....	4.92 »
TOTAL .....	99.89 »

c) El 93,63 por 100 del volumen de la misma aparece constituido por cuarzo y sericita. La sericita, como es sabido, es un mineral secundario que procede de la alteración de los silicatos, principalmente de los feldespatos. Ello cuadra con el hecho que no se encuentra la menor traza de plagioclasas y que la ortoclasa aparece reducida a un 1,63 por 100.

d) La existencia de un 3,72 por 100 de calcita en una roca no sedimentaria, debe provenir de la caolinización de la anortita u otros feldespatos cálcicos.

Es por ello que la milonita aparece como un verdadero producto de metamorfización del granito monzonítico, producido por superficies de discontinuidad que han entrado en movimiento dando lugar a una trituración, la cual, al facilitar los fenómenos de superficie, ha permitido los mecanismos de sericitación, caolinización u otras transformaciones mineralógicas.

La variación de los porcentajes de óxidos entre ambas rocas resulta muy ilustrativo. Para ponerla de manifiesto hemos dispuesto los resultados de manera semejante a un diagrama de Harker (fig. 2).

Los óxidos de los metales alcalinos, muy móviles, sufren un notable descenso que llega a su casi desaparición en el caso del Na. Por el contrario, los de los alcalino-térreos aumentan considerablemente, en particular el Ca. El Fe permanece casi estacionario. El descenso de la alúmina es debido a su arrastre en forma coloidal.

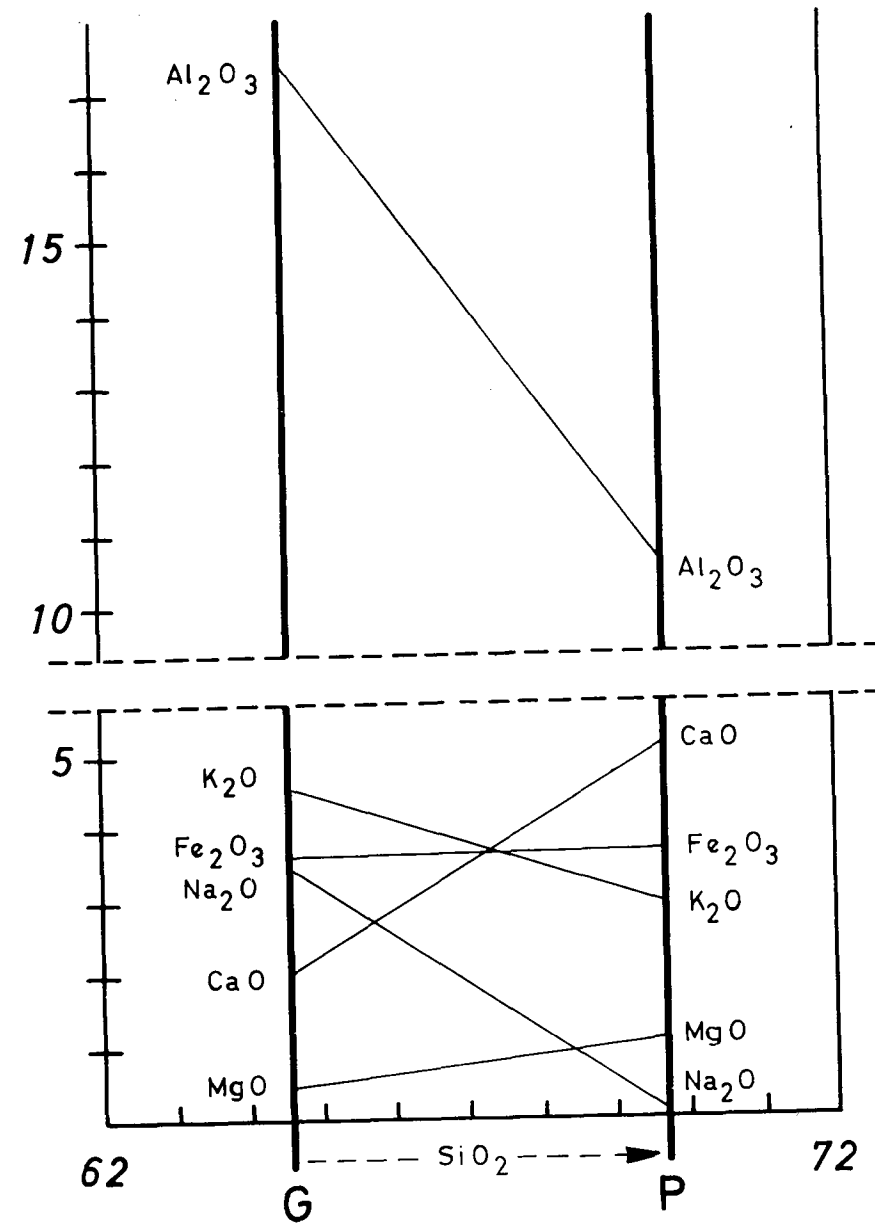


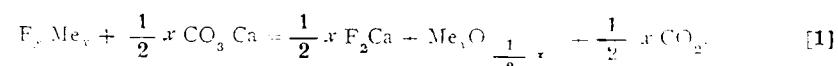
Fig. 2.—Variación de los porcentajes de óxidos entre el granito monzonítico (G) y la milonita (P).

Si observamos las diferentes pendientes de variación, vemos una semejanza entre las que lo hacen en uno o en otro sentido (resultan casi idénticas en el caso de  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$ ). En la alúmina, la pendiente de 53° indica una variación no muy diferente y en sentido contrario a la de la sílice.

De todo ello se infiere que la transformación ha producido, en general, una eliminación de óxidos, lo cual habría dado lugar a una disminución de masa, preferentemente en las zonas de máxima trituración en donde los procesos fueron más intensos.

## II. MINERALOGÉNESIS DE LA FLUORITA

En lo que se refiere al origen de la fluorita, la casi totalidad de los autores se inclinan por una de estas dos hipótesis (42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49): a) Deposición a partir de soluciones hidrotermales; b) Reemplazamiento de la calcita por acción de soluciones hidrotermales. Los aportes de tipo hidrotermal llevarían en disolución al propio fluoruro cálcico o bien al  $\text{F}^-$  de alguna otra manera. En el segundo caso, el reemplazamiento se basa en la siguiente reacción de la calcita con los fluoruros metálicos (50, 51),

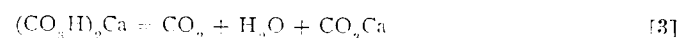


El estudio de la disposición de las masas minerales en el yacimiento, pone de manifiesto que en «Mina Berta» el fluoruro cálcico se ha formado por reemplazamiento de la calcita, o sea que el mecanismo ha ocurrido según la segunda de las mencionadas hipótesis. Ello implica la preexistencia de depósitos de calcita, por lo cual comenzaremos tratando del origen de ésta.

### 1. Génesis de la calcita

El origen de la calcita se halla en íntima relación con el de la milonita que constituye, sin excepción, los límites de las bolsadas de mineral (7). Tal como se ha indicado en l. c. la transformación ha tenido lugar gracias a una intensa cataclasis y a los fenómenos físico-químicos subsiguientes.

Tal mecanismo es, además, directamente responsable de la formación de los primeros depósitos de calcita; en efecto, su origen hay que buscarlo en la caolinización de la anortita u otras pagioclasas con Ca. La transformación tiene lugar según



Pero la reacción 3 es reversible, desplazándose en el sentido bicarbonato cuando la presión parcial del anhídrido carbónico es elevada, y en el sentido carbonato cuando la presión parcial del anhídrido carbónico es baja. Es por ello que la calcita, prácticamente insoluble, se depositará en aquellos lugares en que se favorezca el desprendimiento del anhídrido carbónico.

Mientras el agua meteórica descienda por espacios exigüos, la presión parcial del  $\text{CO}_2$  será elevada, disminuyendo cuando se encuentre con espacios de mayores magnitudes. De esta manera los primeros depósitos de calcita tendrán lugar precisamente en las oquedades aptas para contenerla, ya que en ellas se dan las condiciones necesarias para que se produzca el mecanismo.

La aparición de oquedades en la milonita viene favorecida por la pérdida de volumen que tiene lugar durante su mecanismo formativo (ver. l. c.), pero la localización de los depósitos de carbonato cálcico tiene lugar generalmente en espacios vacíos producidos mecánicamente. Tales espacios se localizan preferentemente en aquellos puntos en que los planos de diaclasa que han entrado en movimiento presentan irregularidades locales o sufren cambios en el valor de su buzamiento (53, 54), lo cual explica la correlación buzamiento-potencia que ya pusimos de manifiesto en el yacimiento (7).

El mecanismo descrito dio lugar a la formación de las primeras masas de carbonato cálcico, pero luego, alrededor de los núcleos creados por los primeros depósitos, la milonita fue reemplazada lentamente por nuevas masas de calcita.

Puede observarse en el yacimiento un fenómeno que ya habíamos puesto de manifiesto en la mineralogénesis de los depósitos de calcita que tienen lugar en las cavidades cársticas. Dicho fenómeno consiste en que la distribución de las mineralizaciones en función de la profundidad aparece en zonas alternantes de precipitación y de movilización (55, 56, 57, 58). Es probable que ello sea la causa de las escasas mineralizaciones que presenta la planta número 2, en relación con la abundancia que ofrece la planta número 1. El fenómeno guarda asimismo relación con el hecho que la bolsada número 12 (planta número 2) presente grandes núcleos de milonita no afectados por el reemplazamiento (7).

### 2. Génesis de la fluorita

Según hemos indicado anteriormente, el reemplazamiento de la calcita por fluorita se basa en la reacción de la primera con los fluoruros metálicos; ello implica que el fluido hidrotermal responsable de la sustitución debe aportar  $\text{F}_x\text{Me}_y$ . Uno de los reemplazamientos posibles ocurre con el FNa, reacción fácil de llevar a cabo experimentalmente (59, 60):



Se trata de una reacción reversible que, en virtud del principio de Le Chatelier, se desplazará en el sentido fluorita cuando la presión aumente y en el sentido calcita cuando la presión disminuya.

En la tabla III y el apartado 1.a.2., puede verse que los iones necesarios para el mecanismo ( $F^-$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ) se hallan en el granito monzonítico, no ya en cantidades espectrográficas, sino en porcentajes perfectamente determinables por los métodos químicos ordinarios. Es por ello que, en un principio y siempre que los demás hechos de observación vengan en su apoyo, creemos que no es necesario ir a buscar el origen de las mineralizaciones fuera del ámbito en que se desarrollan; lo cual implica una diferencia fundamental respecto al clásico concepto de aporte hidrotermal.

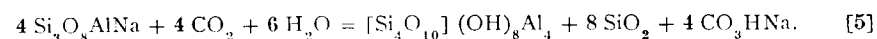
Si comparamos el volumen de las mineralizaciones con el volumen del granito monzonítico convertido en milonita, vemos que la relación presenta un valor extraordinariamente bajo. Ello pone de manifiesto que los porcentajes de elementos necesarios detectados en el granito son más que suficientes para explicar el origen de las bolsadas discontinuas de fluoruro cálcico.

La movilización tuvo lugar al entrar en movimiento, por segunda vez, las superficies de discontinuidad E20-35N (7), que cuartejan la masa granítica. La fracción de energía mecánica degradada en energía calórica (la temperatura de formación de la fluorita detectada por decrepitemetría (61, 62) es de 280°-300°) (6, 9, 12), produjo la vaporización del agua contenida en el granito (tabla III), la cual arrastró los elementos activados por la energía suministrada al sistema. Para evitar confusión con el sentido clásico de la denominación hidrotermal, proponemos denominar a este mecanismo *proceso tecto-hidrotermal*.

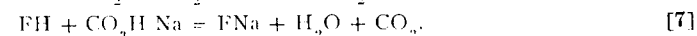
Al ascender por la solución de continuidad (gracias a la caída del gradiente de presión) el fluido tectohidrotermal se encontró con las masas de calcita predeposadas por el mecanismo indicado en II.1, las cuales constituyeron una trampa que dio lugar al mecanismo de reemplazamiento.

Como es natural, hay que considerar un gradiente de temperatura decreciendo desde la zona de movilización hasta la zona del reemplazamiento; caso de existir calcita en zonas más profundas, la masa no sustituida se hubiera convertido en mármol.

En un principio supusimos que el reemplazamiento había tenido lugar exclusivamente según la ecuación [4]. El  $Na^+$  sería aportado como bicarbonato sódico proveniente de la anortita u otra plagioclasa:



Simultáneamente, el flúor activado, el agua vaporizada y el bicarbonato sódico, darían lugar al fluoruro sódico.



Finalmente, el FNa arrastrado produciría la sustitución en la calcita (según la ecuación [4]).

No obstante, si bien el anterior mecanismo ha contribuido a la génesis de los depósitos del yacimiento, hemos llegado a la conclusión que él sólo no puede haber dado lugar al reemplazamiento.

Recordemos que los procesos de reemplazamiento tienen lugar según la llamada ley de los volúmenes iguales, por lo cual tendremos que

$$x \frac{V_{F_2Ca}}{Z_{F_2Ca}} = y \frac{V_{CO_3Ca}}{Z_{CO_3Ca}} \quad [8]$$

Teniendo en cuenta los valores de

$$V_{F_2Ca} = a^3_0 = 5,45^3 = 162,176$$

$$Z_{F_2Ca} = 4$$

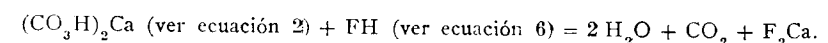
$$V_{CO_3Ca} = a^3_{rh} \left[ \sqrt{1 - 3 \cos^2 \alpha + 2 \cos^3 \alpha} \right] = 6,36^3 \left[ \sqrt{1 - 3 \cos^2 46^\circ 06' + 2 \cos^3 46^\circ 06'} \right] = 121,684$$

$$Z_{CO_3Ca} = 2$$

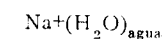
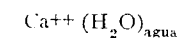
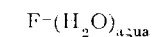
con los que la ecuación 8 quedará planteada

$$40,544 x = 60,842 y \quad [9]$$

vemos que  $x > y$ , lo cual obliga a considerar, además de la acción del FNa, una sustitución directa del  $CO_3Ca$  por  $F_2Ca$ . Por otra parte, es evidente que las ecuaciones 5, 6 y 7, que parten de la albita, deben ocurrir paralelamente partiendo de la anortita contenida en el granito:



Así pues, en conjunto, el fluido tectohidrotermal, en fase líquida, pero a  $t > 100^\circ C$ , aportará:



a los que debemos añadir  $CO_3^-(H_2O)_{agua}$  en el momento en que entra en contacto con los depósitos preformados de  $CO_3Ca$ . Prescindiendo del  $Na^+$ , del que ya hemos tratado, se establecerán los siguientes equilibrios:



Ahora bien, la sustitución de calcita por fluorita tendrá lugar siempre que la curva de solubilidad en función de la presión (para la temperatura de formación registrada experimentalmente) del  $F_2Ca$  caiga por debajo de la del  $CO_3Ca$ . Hemos consultado amplia bibliografía, y los únicos datos de interés directo para nuestro caso son los siguientes (71, 72):

$F_2Ca$ :  $t = 350^\circ C$ ;  $P = 200$  bar; solubilidad = 6,9 mg/l

$CO_3Ca$ :  $t = 374^\circ C$ ;  $P = 221$  bar; solubilidad = 390 mg/l

Como puede observarse, a temperaturas semejantes y no muy apartadas de las de formación de la fluorita (280-300° C) y a presiones asimismo poco diferentes, las solubilidades de la calcita y de la fluorita presentan una enorme diferencia que justifica plenamente la sustitución de la primera por la segunda.

Se poseen además abundantes datos correspondientes a temperaturas y presiones bajas, y en todos los casos la solubilidad de la fluorita es muy inferior a la de la calcita, por lo cual, dado lo regular de las curvas, es evidente que la solubilidad del  $F_2Ca$  será siempre muy inferior.

Así pues, los depósitos de fluorita obedecen a una acción conjunta de dos mecanismos diferentes: a) sustitución de la calcita por la acción del fluoruro sódico; b) sustitución del carbonato cálcico por el propio fluoruro cálcico.

Ello explica perfectamente el que se cumpla la ley de los volúmenes iguales, la cual, a la inversa, viene a ser una nueva prueba en favor de los mecanismos físico-químicos considerados.

### III. MINERALOGÉNESIS DE LOS MINERALES PRIMARIOS

De las restantes 42 especies minerales detectadas en el yacimiento (1), son primarias solamente las cinco siguientes: baritina, calcopirita, pirita, galena y esfalerita. Para la formación de tales minerales se precisan únicamente cinco cationes: Fe, Cu, Zn, Ba, Pb; y un solo elemento para el anión: S (la presencia de sulfuros en los depósitos de fluorita es muy corriente) (63, 64, 65, 66). Todos los cationes se hallan presentes en el granito monzonítico (2, 41), el cual posee, además, el 1,05 por 100 de  $SO_2$  (tabla III).

Teniendo en cuenta que la relación entre el volumen de las mineralizaciones y el volumen del granito monzonítico convertido en milonita, tiene aquí un valor insignificante (mucho más que en el caso de la fluorita, ya que el volumen de los sulfuros es reducidísimo), tampoco hay que recurrir a aportes provenientes de zonas desconocidas, sino a un proceso de tipo tectohidrotermal (ver II.2).

(Cabe indicar que si hubiera tenido lugar el fenómeno contrario, o sea que la presencia de los cationes en el granito fuera debida a una difusión a

partir de las mineralizaciones, su cantidad en la roca encajante sería función inversa de la distancia a las mismas, cosa que no ocurre. Por otra parte, no se encontrarían en la masa granítica distante de los depósitos minerales).

El estudio de la temperatura de formación se ha llevado sólo a cabo con la galena, por ser el único mineral primario que presenta alguna importancia. Al igual que en el caso de la fluorita, la temperatura detectada decrepitológicamente (6, 11), obedece a la parte de energía mecánica degradada en energía calórica. Las curvas decrepitológicas presentan dos inflexiones, una a 270°-285° C y otra a 375°-400° C. Si comparamos tales curvas con las de la fluorita (9), vemos que la temperatura de cristalización de ésta coincide con la primera inflexión que acusa la galena: lo cual pone de manifiesto que la temperatura de 375°-400° C corresponde a la cristalización de la galena y la temperatura de 280°-295° C a recristalizaciones ocurridas durante la formación de la fluorita. Así pues, la génesis de la galena (y por ende la de los demás minerales primarios) es anterior a la de la fluorita, cosa perfectamente normal dada la insolubilidad de los sulfuros metálicos que pudieron cristalizar durante una fase de mineralización a temperatura elevada.

Al llegar el fluido tectohidrotermal a la zona en donde se había depositado la calcita (II.1), las diferentes condiciones físico-químicas reinantes produjeron una disminución de la movilidad del conjunto y, en consecuencia, se produjo su depósito en forma de compuestos sulfurados (insolubles): galena, calcopirita, pirita y esfalerita. (La baritina pertenece probablemente a esta fase, pero, por no encontrarse masas de ella en la actualidad, no hemos podido llevar a cabo ninguna determinación).

### IV. MINERALES SUPERGÉNICOS

La extraordinaria paragénesis de «Mina Berta» es debida a la gran variedad de especies supergénicas. Como ya indicamos en otra ocasión (1), no creemos que se trate de un caso excepcional, cuanto menos en aquellos yacimientos que aparecen total o parcialmente desarrollados en la zona de oxidación, y es muy posible que la mayoría de ellos, caso de ser explorados con la minuciosidad del criadero en estudio, dieran un resultado semejante.

Las transformaciones ocurridas, en las que jugaron un importante papel intermedio el sulfato férrico y el sulfato cúprico formados a expensas de la pirita y la calcopirita, fueron expuestas en otra publicación (11), por lo que no insistiremos sobre las mismas.

Con una sola excepción, los cationes que entran en la composición química de las especies supergénicas son los mismos que corresponden a las fórmulas empíricas de las especies primarias; la excepción la constituyen los minerales de plata: plata nativa, querargirita, argentita, proustita y pirargirita. Todos ellos se han formado a expensas de la galena argentífera (10).

El hecho que el catión Ag no haya sido puesto de manifiesto en el granito monzonítico es perfectamente lógico, si tenemos en cuenta que las cantidades halladas de los citados minerales sólo alcanzan algunos pocos gramos, y que por lo tanto la plata no representa un papel diferente al de los demás cationes de impureza detectados en las diversas especies mineralógicas.

## V. VISION DE CONJUNTO

### 1. Fases de la mineralización

Resumiendo cuanto se ha expuesto en los apartados anteriores, la mineralogénesis del yacimiento «Berta» puede esquematizarse según las fases siguientes:

A) Movimiento tectónico que pone en juego las soluciones de continuidad E20-35N, dando lugar a una intensa cataclasis y a los subsiguientes mecanismos físico-químicos facilitados por los fenómenos de superficie: *Formación de la milonita.*

B) Caolinización de las plagioclasas cálcicas y aporte de  $\text{CO}_2$  por las aguas meteóricas de infiltración. Juego de las presiones parciales del  $\text{CO}_2$ : *Formación de la calcita.*

C) Nueva fase tectónica que pone otra vez en movimiento las soluciones de continuidad indicadas en A). Parte de la energía mecánica se degrada en energía calórica (fase tectónica enérgica - temperatura elevada). Vaporización del agua y movilización del S, del F y de los distintos Me. El fluido tectohidrotermal así formado asciende gracias a la caída de gradiente de presión y al encontrarse con el  $\text{CO}_2\text{Ca}$  formado en la fase B), éste actúa como trampa al variar las condiciones físico-químicas, provocando la cristalización de los sulfuros metálicos, muy insolubles. Debido a la elevada temperatura no cristalizan los fluoruros u otros minerales: *Formación de los sulfuros primarios.*

D) Las soluciones de continuidad E20-35N entran en juego por última vez. El movimiento es menos enérgico que en la fase anterior, y por lo tanto es menor asimismo la cantidad de energía calórica. Movilización del F del granito monzonítico, que es arrastrado por el fluido tectohidrotermal que asciende siguiendo la caída del gradiente de presión. Al alcanzar los depósitos de calcita, tiene lugar la sustitución de ésta por fluorita. En la sustitución interviene en parte el FNa y en parte el propio  $\text{F}_2\text{Ca}$ , según ponen de manifiesto la ley de los volúmenes iguales y los cálculos que hemos realizado en II.2: *Formación de la fluorita.*

E) Habiendo quedado las mineralizaciones en la zona de oxidación, tienen lugar gran cantidad de transformaciones secundarias, en las que juegan un importante papel intermedio el  $\text{SO}_4\text{Fe}$  y el  $\text{SO}_4\text{Cu}$  formados a expensas de la pirita y la calcopirita: *Formación de los minerales supergénicos.*

## 2. Edad de la mineralización

La serie de procesos que hemos citado deben ser relativamente recientes. Coincidiendo la dirección de los filones de milonita y de las bolsadas de mineralización (7) con la dirección general de las fallas que han contribuido, en parte, a la individualización de la depresión del Vallés-Penedés (68, 69, 70), creemos probable que se trate de un fenómeno satélite y que la génesis de la milonita y, en consecuencia, todo el mecanismo formativo del yacimiento «Berta», quede comprendido dentro del Mioceno y parte del Plioceno.

Sección de Mineralogía general y Cristalografía  
Instituto «Jaime Almera»  
C. S. de I. C.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) MONTORIOL-POUS, J. y FONT-ALTABA, M.: «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 73, 127 (1964).
- (2) — — SAN MIGUEL, A. and FONT-ALTABA, M.: «Min. Soc. Am., 3th Gen. Meeting I. M. A., special paper, 1, 278 (1963).
- (3) — — — y FONT-ALTABA, M.: «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 74, 61 (1964).
- (4) — — «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 77, 23 (1965).
- (5) — — «1th Int. Thermal An. Conf.», 5, 9, 212 (1965).
- (6) — — «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 78, 145 (1965).
- (7) — — «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 80, 193 (1965).
- (8) — — «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», G., 61, 201 (1963).
- (9) — — «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», G., 62, 229 (1964).
- (10) — — «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», G., 63, 35 (1965).
- (11) — — «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», G., 63, 155 (1965).
- (12) FONT-ALTABA, M., MONTORIOL-POUS, J. and AMIGÓ, J. M.: «4th Gen. Meeting I. M. A.», papers (1964).
- (13) COY-YLL, R.; TRAVERÍA-CROS, A.; AMIGÓ, J. M.; MONTORIOL-POUS, J. y FONT-ALTABA, M.: «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», G., 64, 265 (1966).
- (14) ALMERA, J.: «Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona», región 1.ª (1891).
- (15) YARZA, ADÁN DE: *Rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.* «Mem. Ac. Cien. Art. Barcelona» (1898).
- (16) — — «Bull. Soc. Geol. France» (1903).
- (17) SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Catálogo de las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.* «But. Inst. Geol. Top. Barcelona» (1929).
- (18) INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa geológico de España a 1:50,000*, Hoja núm. 420 (1930).
- (19) SOLÉ SABARÍA, L.: «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», 32, 461 (1932).
- (20) MARCET RIBA, J.: «Mem. Ac. Cien. Art. Barcelona», 3, 23, 8 (1933).
- (21) DELESSE, A.: «Ann. Min.», 13, 379 (1948).

- (22) SORBY, H. C.: «Phil. Mag.», 11, 20 (1856).
- (23) SOLLAS, W. J.: «Trans. Roy. Irish Ac. Dublin», 29, 427 (1889).
- (24) ROSIWAŁ, A.: *Ueber geometrische Gesteinsanalysen usw.* «Ver. der K. K. Geolog. Reichsanstalt», Wien, 143 (1898).
- (25) SHAND, S. J.: «Journ. Geol.», 24, 394 (1921).
- (26) WENTWORTH, C. J.: «Journ. Geol.», 31, 228 (1923).
- (27) DOLLAR, A. T. J.: «Miner. Mag.», 24, 577 (1937).
- (28) HURBULT, C.: «Amer. Journ. Sci.», 237, 253 (1939).
- (29) GLAGOLEV, A. A.: *Sur les méthodes géométriques d'analyse minéralogique quantitative des roches.* «Trans. Inst. Econ. Min. Moscow», V, 59.
- (30) TRÖGER, W. E.: *Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine.* «Ver. Deutschen Mineralogischen Gesellschaft» (1935).
- (31) CHAYES, F.: «Amer. Min.», 34, 1 (1949).
- (32) — — «Amer. Min.», 40, 126 (1955).
- (33) — — *Petrographic modal analysis.* «John Wiley», New York (1956).
- (34) JUNG, J. et BROUSSE, R.: *Clasificación modal des roches eruptives.* «Masson et Cie.», Paris (1959).
- (35) SCHWARZENBACH, G.: *Die Komplextometrische Titration.* «Die Chemische Analyse», Bd. 45. «Ferdinand Enke Ver.», Stuttgart (1957).
- (36) SMITH, R. L.: *The sequestration of Metals.* «Chapman and Hall Ltd.», London (1959).
- (37) WELCHER, F. J.: *The analytical uses of Ethylenediamine tetraacetic acid.* «D. Van Nostrand Co. Inc.», New York (1959).
- (38) FLASCHKA, H.: *EDTA Titrations.* «Pergamon Press», London (1959).
- (39) BERMEO, F. y PRIETO, A.: *Aplicaciones analíticas del AEDT y análogos.* «Sec. Pub. Un. Santiago de Compostela» (1960).
- (40) MONTORIOL-POUS, J.: *Estudio del yacimiento de fluorita Mina Berta de San Cugat del Vallés (Barcelona).* Tesis, «Pub. Univ. Barcelona» (1963).
- (41) — — *Contribución al conocimiento mineralógico y mineralogénico del yacimiento de fluorita de San Cugat del Vallés (Barcelona).* «Pub. Excma. Dip. Barcelona, Inst. Inv. Geol.», monografías, 1 (1965).
- (42) STEVEN, T. A.: «Bull. U. S. Geol. Surv.», 1082-F, 323 (1960).
- (43) CURRIER, L. V.: «Econ. Geol.», 32, 364 (1937).
- (44) BASTIN, E. S.: «III. Geol. Surv.», 58 (1931).
- (45) COLBERTALDO, D. e LANDI, G.: «Ist. Lombardo, Acc. Sci. Lett., Rend. Sc.», A, 96, 11 (1962).
- (46) OJEDA RIVERA, J.: «Con. Rec. no renovables», 61 (1961).
- (47) ALSTINE, R. E. VAN: «Econ. Geol.», 39, 109 (1944).
- (48) GUILLERMAN, E.: «Econ. Geol.», 43, 509 (1948).
- (49) GILLSON, J. L.: «A. I. M. E. Tech. Pub.», 1783 (1945).
- (50) GOLDSCHMIDT, V. M.: «Vid. Skr. Mat. nat. kl. Cristiania», 11, 212 (1911).
- (51) RAMBERG, H.: *The origin of metamorphic and metasomatic Rocks.* «Univ. Chicago Press» (1952).
- (52) RANKAMA, K. y SAHAMA, TH. G.: *Geoquímica.* «Aguilar», Madrid (1954).
- (53) LOVERING, T. A.: «U. S. Geol. Surv.», 178, 107 (1935).
- (54) TEMPLE, A. W.: «Trans. R. Soc. Edinburgh», 63, 1, 85 (1955-56).
- (55) MONTORIOL-POUS, J.: «Rass. Sp. Italiana», 3, 4, 118 (1954).
- (56) — — «Rass. Sp. Italiana», 6, 3, 103 (1957).
- (57) — — «Speleon» 14, 1-4, 3 (1963).
- (58) — — et ERASO, A.: «Symp. Int. Sp.» M5 Ra. Sp. It. (1961).
- (59) BISCHOP, G.: «Chem. Geol.», 2, 91 (1864).

- (60) ROTH, J.: «Chem. Geol.» (1879).
- (61) SCOTT, H. S.: «Econ. Geol.», 43, 637 (1948).
- (62) PEACH, P. A.: «Amer. Min.», 34, 413 (1949).
- (63) GODDARD, N.: «Col. Sci. Proc.», 15.1, 45 (1946).
- (64) GROGAN, R. M.: «Econ. Geol.», 44, 606 (1949).
- (65) LYON, R. J. P. and SCOTT, B.: «Trans. Inst. Mining and Metall.», 66, 273 (1957).
- (66) HARDING, G. C. and TRACE, R. D.: «Bull. U. S. Geol. Surv.», 1042-46, 699 (1959).
- (67) BATEMAN, A. M.: *Economic mineral deposits.* «John Wiley and Sons», New York (1951).
- (68) LLOPIS LLADÓ, N.: *Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los catalánides.* «Pub. C. S. de I. C.» (1947).
- (69) FONTBOTÉ, J. M.: «Arrahona», Con. Int., 29 (1952).
- (70) — — «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», T. homenaje a Hernández Pacheco, 281 (1952).
- (71) STRÜBEL, G.: «Diplomarbeit», Giessen (1961).
- (72) SCHLOEMER, M.: «Dissertation», Tübingen (1952).

Recibido: 28-V-66.

SALVADOR REGUANT y EDUARDO CLAVELL

DESCRIPCION DE ALGUNOS *NUMMULITES* AFINES AL  
*N. PERFORATUS* DEL EOCENO DE VIC (BARCELONA) (\*)

RESUMEN

Se describen tres especies y una subespecie nuevas de Nummulites del Eoceno de Vic. Excepto el *N. taverdetensis*, las demás formas descritas forman, con el *N. biedai* Schaub, una línea filética que va del Luteciense al Bartonense. La secuencia es: *N. crusafonti* nov. sp. — *N. fuigseensis* nov. sp. — *N. biedai* Schaub — *N. biedai* (Schaub) *complanatus* nov. ssp.

INTRODUCCIÓN

Las características del Eoceno de Vic (Barcelona), expresión con la cual nos referimos al Eoceno que se extiende desde el Congost hasta el Prepirineo (cfr. mapa adjunto), son conocidas desde antiguo de una manera general.

Se trata de un Eoceno compuesto fundamentalmente de margas azul-grises, junto con calizas arenosas y areniscas de cemento calcáreo de colores pardo amarillentos o azulados. Nos referimos, claro está, a los sedimentos marinos, ya que existe una formación, en la base, de areniscas y conglomerados rojos de facies continental.

En general, se ha estimado que los niveles marinos pertenecen al Eoceno medio y superior, aunque excepcionalmente se ha hecho atención a las faunas de probado valor cronoestratigráfico como son *Nummulites* y *Alveolinas* (cfr. Ruíz de Gaona (1952) y Reguant (1963)).

En un amplio trabajo en curso, uno de nosotros ha cartografiado con detalle todo este Eoceno marino, obteniendo muestras interesantes de Macroforaminíferos que permiten establecer la cronoestratigrafía relativa de los diversos niveles y formaciones que de una manera sumamente compleja constituyen este Eoceno marino.

El estudio que sigue es una descripción sistemática de las formas de *Nummulites* afines al *N. perforatus* Denys de Monfort. Precisamente con este nombre se han citado muchos *Nummulites* de esta región (cfr. Reguant, 1963), encontrándose en mayor o menor cantidad en toda la serie marina.

(\*) Trabajo realizado en el Laboratorio de Paleontología de la Universidad de Barcelona.



Se ha descubierto, además, que la mayoría de las formas pertenecen a la línea filética del *N. biedai* Schaub. Se establece, pues, esta línea, de la cual se describen, como formas nuevas, dos especies y una subespecie, existiendo también una especie nueva que no pertenece a la línea, aunque es afín al *N. perforatus* (Reguant & Clavell 1965).

Se establece el valor cronoestratigráfico de las especies descritas con las que se pueden obtener correlaciones, por lo menos, dentro del ámbito del Eoceno de la región.

Terminamos esta introducción agradeciendo al Dr. M. Crusafont las valiosas orientaciones que nos ha prestado, especialmente en los aspectos biométricos de este trabajo, que hemos desarrollado en el Laboratorio de Paleontología del cual es Jefe.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

##### *Nummulites biedai* Schaub 1962

*Nummulites biedai* Schaub 1962, p. 542, Tafel IV (1-3), fig. 7-9

Para la descripción de estas especies nos referimos a la diagnosis original de Schaub, la cual prácticamente citamos al pie de la letra.

Esta especie ha sido descrita en Calders como localidad-tipo, atribuyéndola al Biarritziense asociada a *N. prefabiani* y *Alveolina fragilis*.

La forma B es lenticular e irregular. Diámetro: 20-35 mm. Espesor: 6-10 mm. Borde afilado, presentando en el ápice a menudo un abultamiento plano.

La forma A es lenticular alargada. Borde afilado. Diámetro: 7-12 mm. Espesor: 4-5 mm.

Exteriormente presenta filamentos radiados a tortuosos, sobre y entre los cuales se ordenan muchos y fuertes pilares.

El *N. biedai* es un miembro de una línea paralela a la del *N. aturicus* *N. perforatus*. Se diferencia de ellos por la forma más plana y, ante todo, por la espira más ancha. Común a ambas líneas es la manifestación de la triple división de espira: una zona interior, primitiva; otra zona media «típica de la especie», la forma de cuyas cámaras se encuentra en las formas A; y una tercera zona de vueltas apretadas.

Al ser las vueltas más anchas no permite casi nunca la bifurcación de la espira, con lo que el estrechamiento de las vueltas de la zona final no debe mirarse como consecuencia de la ramificación de las vueltas.

En Calders esta forma está asociada a *N. cfr. striatus* y a *N. cfr. beaumonti*, además de las especies citadas anteriormente.

Schaub cita esta especie de C. Ollé (?) (Manresa) y de Igualada.

A estos datos obtenidos de Schaub podemos añadir lo siguiente:

Por lo que se refiere al tamaño hemos medido centenares de ejemplares entre los que se encuentran muchos de la localidad tipo (Calders) y los resultados precisos son:

		Valores medios	Valores extremos
Forma A	D	5.2-8,5 mm.	3.0-9.6 mm.
	E	2.3-3.8 »	1.1-4.3 »
Forma B	D	20.0-27.0 »	8.8-34 »
	E	5.5-10.0 »	4.0-12,8 »

(La *D* significa diámetro y la *E* espesor.)

Schaub da datos excesivamente elevados por lo que se refiere a la forma A. Por lo demás, la diferencia no es muy notable, entrando sus valores dentro de los aquí reseñados.

Hemos hallado esta forma en varios lugares, tanto en la zona Congost-Colluspina como en la zona Oeste de Santa Cecilia de Voltregà-Sant Hipòlit de Voltregà. El mapa adjunto (fig. 1) sitúa los yacimientos con indicación de las litofacies en que se encuentran, siendo éstas siempre calcáreo-arenosas.

Las localidades son:

O. Soler de l'Espina-Colluspina.

Subida Puig Castellar-Balenyà.

E. Colluspina-Balenyà.

NE. Mas Blanc-Sant Martí de Centelles.

Subida a l'Unyó-Sant Quirze Safaja.

SE. de El Cerda-Centelles.

S. Santa Coloma Sasserra.

Sant Martí Nie-Masies de Sant Hipòlit de Voltregà.

Camino de S. Hipòlit de V.—id.

NNO. de Santa Perpètua-Santa Cecilia de Voltregà.

O. de Santa Perpètua-Gurb.

Todas estas localidades, como todas las que indicamos en este trabajo, pertenecen a la provincia de Barcelona.

*Nummulites tavertetensis* nov. sp (1)

Lám. I, fig. 1-4

Localidad tipo: Tavertet.

Nivel tipo: Luteciense.

Derivación del nombre: De la localidad tipo.

Holotipo: CCP. núm. 5705.

*Caracteres externos de la forma B:*

Es una forma muy abombada, de bordes redondeados, al contrario de lo que ocurre en las formas de la línea *N. biedai* que tienen los bordes cortantes.

La superficie está cubierta completamente de pilares, enmascarando a veces los filamentos.

Diámetro: 15-19 mm.

Espesor: 8-10 mm.

Relación D/E: alrededor de 1,8.

*Caracteres internos de la forma B:*

Presenta las tres zonas claramente marcadas. Tiene alrededor de las 27-30 vueltas

El tránsito de la primera zona a la segunda es alrededor de la séptima vuelta y el paso de la segunda zona a la tercera es, aproximadamente, alrededor de la vuelta 17.

Las vueltas son apretadas, siendo las cámaras más largas que altas. La lámina espiral es gruesa.

En la segunda zona los desdoblamientos de espira son raros, siendo más frecuentes en la tercera zona.

*Caracteres externos de la forma A:*

La forma A es globosa, de bordes no cortantes, con la superficie profusamente cubierta de pilares que enmascaran los filamentos.

Diámetro: 3,9-5 mm.

Espesor: 2,3-3 mm.

Relación D/E: alrededor de 1,7.

(1) En Reguant & Clavell (1965) hemos, equivocadamente, establecido el nombre específico de este *Nummulites* como *N. tavertetensis*.

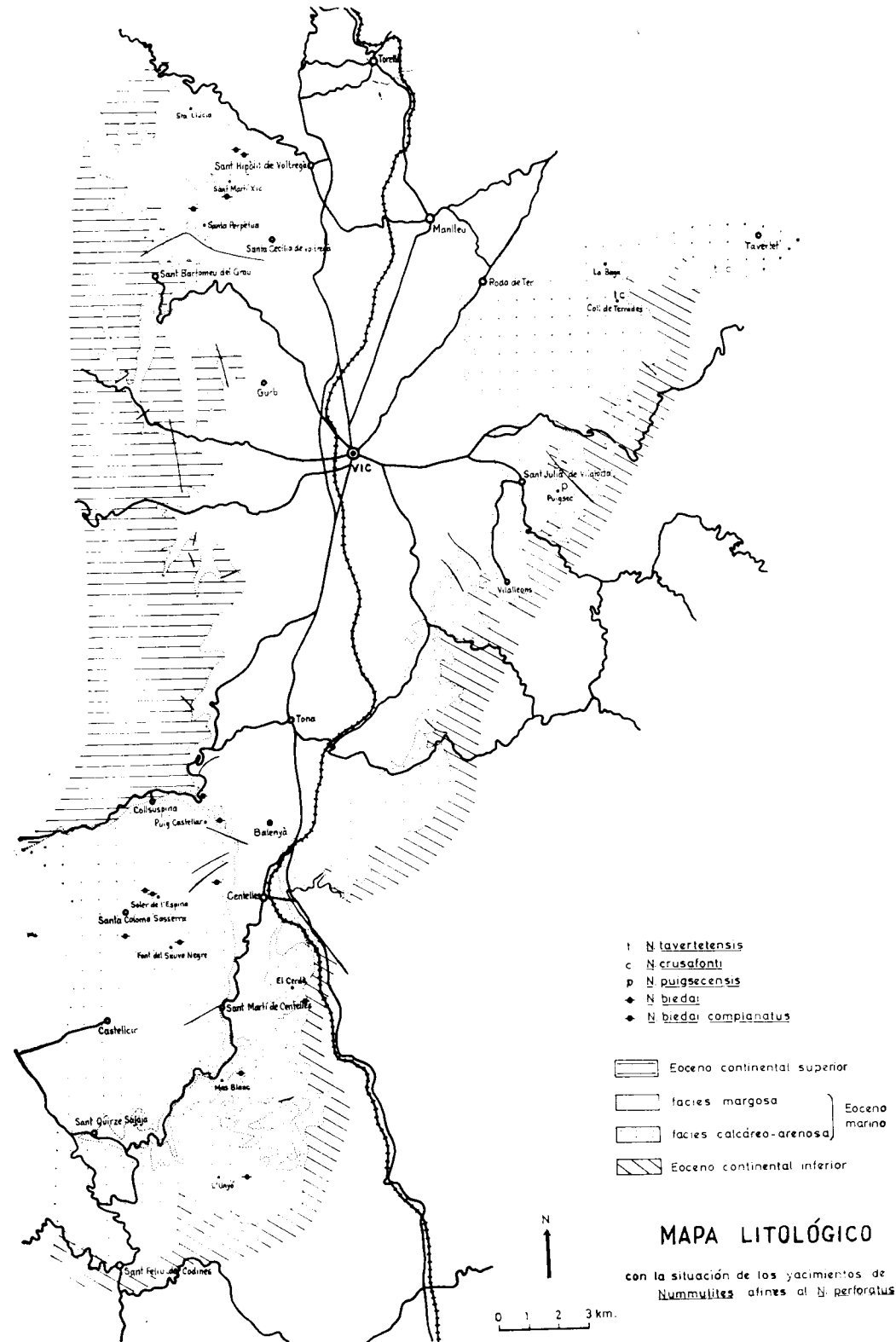


Figura 1

*Caracteres internos de la forma A:*

La forma A presenta alrededor de 6 vueltas. El paso de espira crece regularmente en las tres primeras vueltas, luego decrece. En las últimas vueltas las cámaras son más largas que altas.

Además de la localidad tipo, se ha hallado en:

Coll de Terrades-Masies de Roda de Ter.

La Baga-Id.

*Nummulites crusafonti* nov. sp

Lám. II, fig. 1-6

Localidad tipo: Coll de Terrades.

Horizonte tipo: Luteciense.

Derivación del nombre: En honor del Dr. M. Crusafont, catedrático de Paleontología de la Universidad de Barcelona.

Holotipo: CCP. núm. 5698.

*Caracteres externos de la forma B:*

El *N. crusafonti* tiene los caracteres del grupo al que pertenece por lo que se refiere a los filamentos y pilares. Es una forma aplanada.

Diámetro: 11-14 mm.

Espesor: 3,5-6 mm.

Relación D/E: alrededor de 3, aproximadamente.

*Caracteres internos de la forma B:*

La forma B presenta unas 16-18 vueltas. En el gráfico (fig. 5) podemos ver la relación del radio con el número de vueltas.

Este *Nummulites* presenta dos zonas claramente diferenciadas y, a veces, en los individuos más evolucionados, un indicio de tercera zona, aunque es muy raro encontrarlo.

En la primera zona las cámaras son isodiametrales, quizá un poco más altas que largas. En la segunda zona las cámaras son más largas que altas. El tránsito de la primera zona a la segunda es gradual.

Los tabiques están inclinados desde su origen y presentan una inflexión al unirse con las vueltas siguientes.

*Caracteres externos de la forma A:*

Es muy pequeña y aplanada. Externamente se diferencia del *N. tavertensis* con el que se halla asociado, en que este último es más abombado.

Los filamentos son rectos y los pilares no son abundantes, en contraste también con el *N. tavertensis*, cuya concha está profusamente cubierta de ellos.

Diámetro: 2,8-3,4 mm.

Espesor: 1,5-2,1 mm.

Relación D/E: 1,3-2.

*Caracteres internos de la forma A:*

El diámetro de la megalosfera es de 0,5 mm., aproximadamente. La primera cámara es semilunar. Los tabiques están inclinados desde su base y se incurvan al llegar a la vuelta siguiente. El número de vueltas es de 5-6.

Las cámaras de las primeras vueltas son romboidales y las de las dos vueltas más largas que altas.

En el gráfico (fig. 6) viene indicada la relación del número de vueltas y el radio.

El *N. crusafonti* es la forma más baja que hemos encontrado de la línea *N. biccai*. Está asociado siempre al *N. tavertensis*.

*Nummulites puigseccensis* nov. sp.

Lám. III, fig. 1-4.

Localidad tipo: Puigsec (Sant Julià de Vilatorrada).

Horizonte tipo: Biarritzense.

Derivación del nombre: De la localidad-tipo.

Holotipo: CCP. núm. 5686.

*Caracteres externos de la forma B:*

Filamentos y pilares con la disposición típica del grupo.

Se trata de una forma bastante aplanada, como se puede observar en la relación D/E.

Diámetro: 14-19 mm.

Espesor: 4-6 mm.

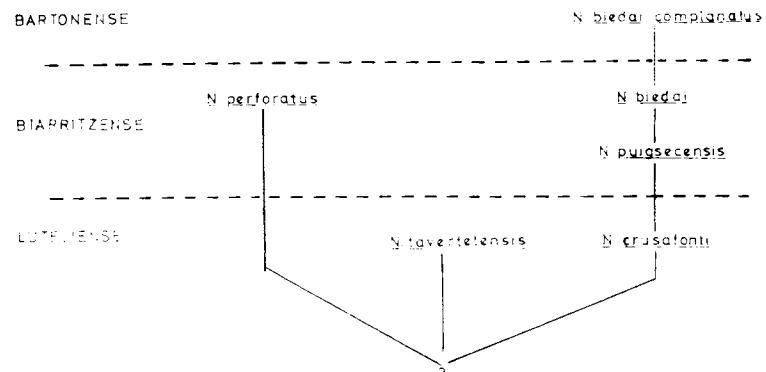
Relación D/E: 3,5.

*Caracteres internos de la forma B:*

El número de vueltas oscila entre 18 y 22. La relación entre el radio y el número de vueltas se ve en el gráfico (fig. 5).

Presenta una segunda zona con vueltas muy anchas, mientras que las últimas vueltas son muy apretadas. El tránsito de la primera zona a la segunda es gradual.

En la primera zona, las cámaras son algo más altas que largas y luego, gradualmente, con el paso de la primera zona a la segunda, las cámaras se van haciendo más largas que altas.



Relación entre el *N. perforatus* y formas afines del Eoceno de Vic.

Figura 2.-Relación entre el *N. perforatus* y formas afines del Eoceno de Vic.

Las 3-4 últimas vueltas, que son más apretadas, tienen cámaras 2,5-3 veces más largas que altas.

Los tabiques están un poco inclinados en las primeras vueltas, luego un poco más en el resto de vueltas, presentando una inflexión al unirse con la vuelta siguiente.

*Caracteres externos de la forma A:*

La forma A presenta filamentos rectos y pilares. Es una forma aplanada.

Díámetro: 3,5-5 mm.

Espesor: 1,7-2,4 mm.

Relación D/E: alrededor de 2,3.

Figura 3.—Gráfico diámetro-espesor de las formas B.

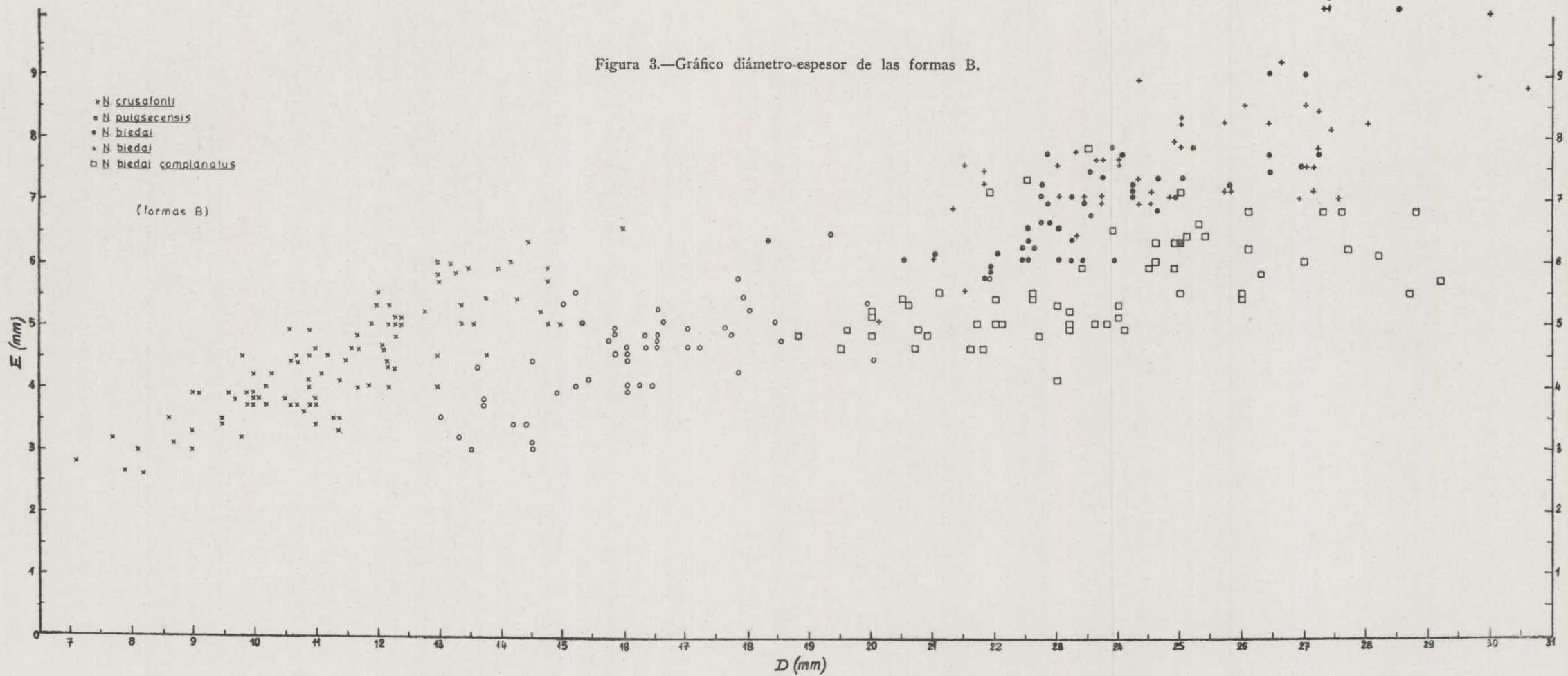
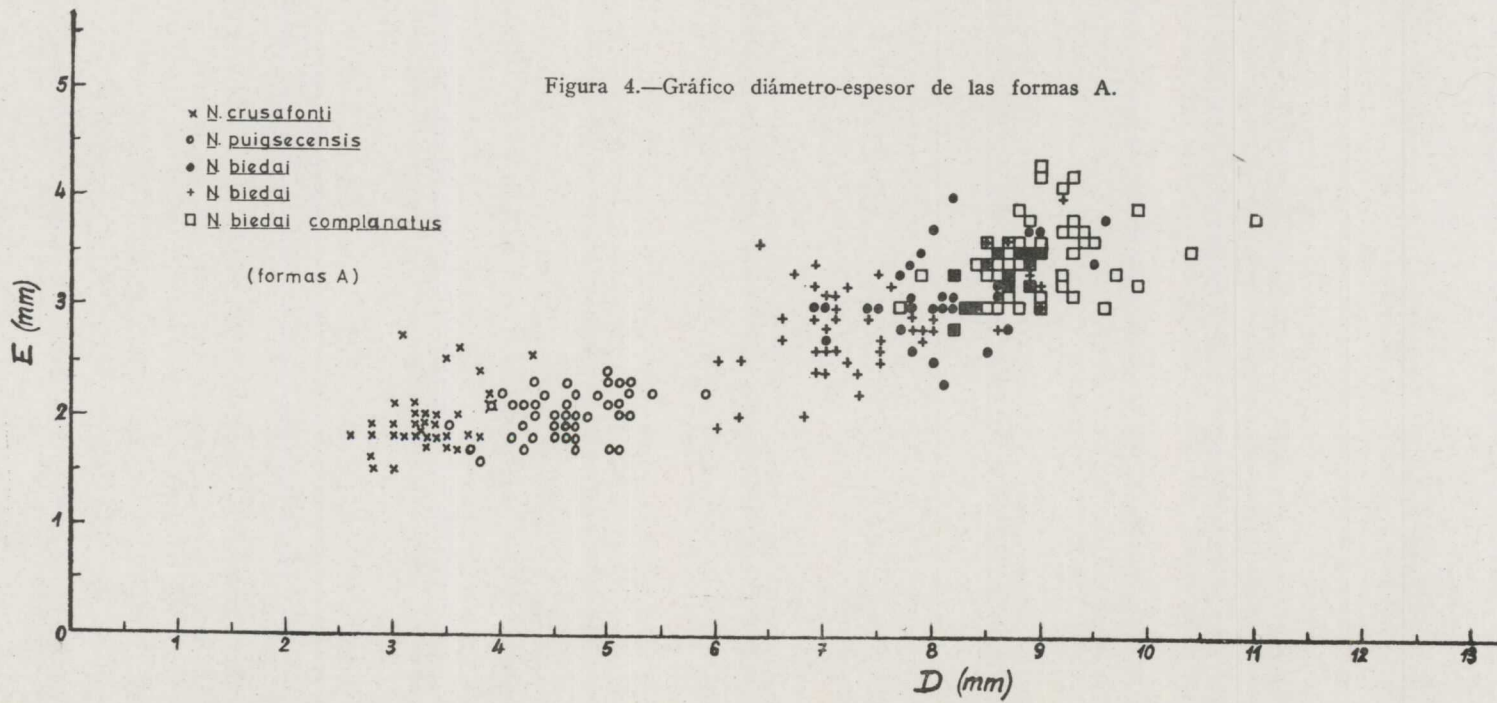


Figura 4.—Gráfico diámetro-espesor de las formas A.



*Caracteres internos de la forma A:*

La forma A tiene alrededor de 6 vueltas. El diámetro de la megalosfera es algo mayor que en el *N. crusafonti*. La lámina espiral tiene un grosor regular que aumenta suavemente en relación al radio. La primera cámara es semilunar. Las cámaras de la primera vuelta son tan altas como largas y a medida que se alejan del *proloculus* son más largas que altas.

*Nummulites biedai* (Shaub) *complanatus* nov. sp.

Lám. IV, fig. 1-5

Localidad tipo: NO. de Centelles (5° 53' 10" y 41° 48' 25").

Horizonte tipo: Bartoniense?

Derivación del nombre: De su aplanamiento.

Holotipo: CCP, núm. 3706.

Como podemos observar en la gráfica (fig. 3), vemos que hay un grupo de ejemplares que presentan un mayor índice de aplanamiento en cuanto a las formas B, y un mayor tamaño en cuanto a las formas A (fig. 4) que la especie típica *N. biedai*.

En las gráficas (fig. 5 y 6), por el contrario, vemos que la relación radio-número de vueltas, coincide casi perfectamente con las del *N. biedai*. Solamente se observa que, en la forma A, el *N. biedai complanatus*, presenta una vuelta más que el *N. biedai*.

Esta forma, por tanto, se diferencia solamente en algunos caracteres de la especie *N. biedai* y representa seguramente un paso más avanzado de la evolución de esta línea filética, hallándose asociada a *Nummulites* del grupo del *N. fabiani*, más evolucionados.

Esta forma la hemos hallado (además de la localidad tipo) en:

Proximidades de la Font de Sauve Negre-Castelleir.

O. Soler de l'Espina-Colluspina.

*Estudio evolutivo*

En un trabajo anterior (Reguant & Clavell, 1965) hemos establecido como sigue la posible relación entre las formas aquí descritas y el *N. perforatus* (*sensu stricto*).

De acuerdo con esta idea tenemos una línea morfológica correspondiente al *N. biedai*, de un valor cronoestratigráfico notable para el estudio del Eoceno de Vic, ya que con mucha precisión y seguridad permite correlacionar las diversas capas, precisamente en una región en la que la mayoría de los niveles litológicos son heterócronos. Es, en realidad, el único criterio con plena garantía.

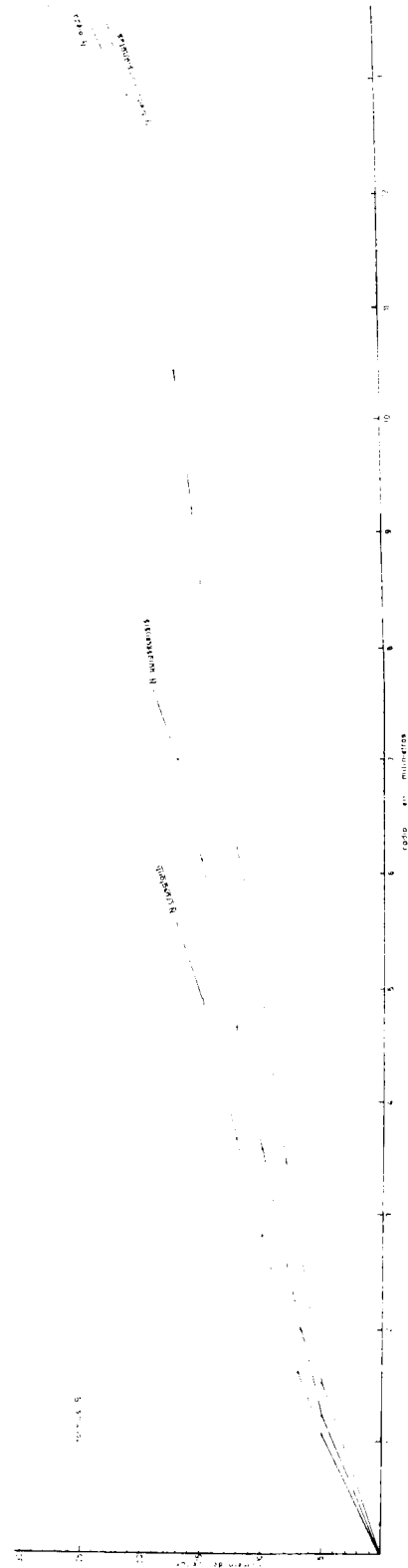


Figura 5.—Relación radio número de vueltas en las formas B.

La seguridad de los perfiles estratigráficos deriva del estudio detallado de la cartografía realizado durante estos últimos cuatro años, por lo que la situación ordenada de la línea evolutiva está fuera de dudas.

Las gráficas que acompañan (figs. 3 y 4) permiten ver que la línea filética correspondiente al *N. biedai* que comprende las formas estudiadas, a saber por orden: *N. crusafonti*, *N. puigsecensis*, *N. biedai* y *N. biedai complanatus*, presenta los siguientes caracteres evolutivos:

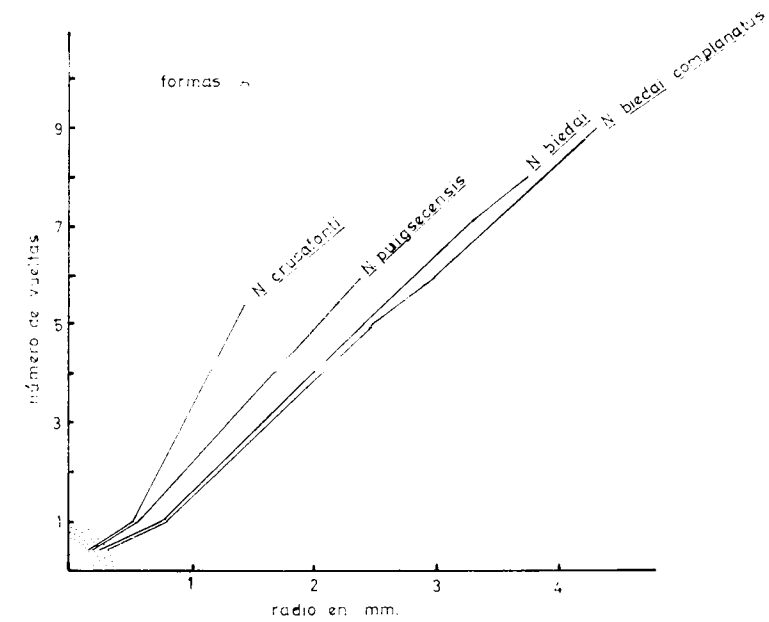


Figura 6. Relación entre el radio y el número de vueltas en las formas A.

Aumento de tamaño con separación clara de las diversas especies por este criterio. La subespecie *N. biedai complanatus* se separa de la especie-tipo, en la forma B, por un mayor aplanamiento y en la forma A, por un mayor tamaño.

El aumento de número de vueltas sigue al aumento de tamaño.

La formación cada vez más clara de las tres zonas a las que alude Schaub en el *N. biedai* es también un carácter de separación y progresivo avance en la línea evolutiva. Con referencia a este carácter nos adherimos a las consideraciones de este eminente especialista (cfr. Schaub 1962 y 1963).

La relación entre el número de vueltas y el radio en mm. (figs. 5 y 6) permite también establecer una distinción clara entre las especies descritas, así como en el sentido de la ley evolutiva. Tanto en la forma A como en la forma B, este índice desciende, lo que indica que, para un mismo radio, el número de vueltas es menor. La espira se vuelve floja progresivamente.

La separación en el campo de las diversas especies es fácil, ya que el tamaño es un criterio fácil junto con el aplanamiento.

El *N. crusafonti* es de tamaño pequeño. El *N. puigsecensis* es una forma aplanada de tamaño mediano. El *N. biedai* es de tamaño grande y aplanado, mientras que el *N. biedai complanatus* es grande y más aplanado.

#### OBSERVACIONES CRONOESTRATIGRÁFICAS

Hemos atribuido la forma *N. crusafonti*, junto con su asociada al *N. tavertetensis*, al Luteciense porque diversos criterios de campo nos permiten estimar que las capas que lo contienen son las mismas aproximadamente que las de las calizas de El Far, que han sido atribuidas a este piso por Hottinger (1960).

El *N. puigsecensis* y el *N. biedai* se atribuyen al Biarritzense de acuerdo con Hottinger y Schaub (cfr. Hottinger 1960, Reguant 1963 y Schaub 1962).

La atribución dudosa al Bartonense del *N. biedai complanatus* se debe a la imposibilidad, por falta de una revisión a fondo de los Nummulites asociados, particularmente de los pertenecientes al grupo de *N. fabiani* Prever, de establecer una cronoestratigrafía segura.

Comunicaciones debidas al Dr. M. Crusafont nos garantizan que la serie continental inmediatamente superior tiene tramos colocados a una distancia vertical de unos 100-200 m. de los yacimientos del *N. biedai complanatus*, que pertenecen al inicio del Oligoceno.

Por esto creemos que la atribución al Bartonense es bastante segura, aunque el límite Biarritzense-Bartonense no sabemos dónde se sitúa en la serie.

Recibido: 12-V-1966.

#### BIBLIOGRAFÍA

- HOTTINGER, L. *Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène*. «Mem. Suisses Paléont.» 75-76, 2 vol., 243 p., 117 figs., 18 dpl. h. t. 1960.
- REGUANT, S. *Nuevos datos sobre la cronoestratigrafía del Llano de Vich (Barcelona)*. «Est. Geol.», v. XIX, pp. 211-213. 1963.
- REGUANT, S. & CLAVELL, E. *Nota preliminar sobre algunas nuevas especies de Nummulites de la Plana de Vic*. Revista «Fossilla». Public. núm. 8. Cát. de Paleont. de la Univ. de Barcelona. 1965.
- RUIZ DE GAONA, M. *Resultado del estudio de los foraminíferos del Nummulítico de Montserrat y regiones limítrofes*. «Est. Geol.», núm. 15, pp. 21-81, 1 fig., 5 lám. 1952.
- SCHAUB, H. *Über einige stratigraphisch wichtige Nummuliten-Arten*. «Eclog. Geol. Helv.», 55-2, pp. 529-551, figs. 11. Taf. I-VIII. 1962.
- SCHAUB, H. *Über einige Entwicklungsreihen von Nummulites und Assilina und ihre stratigraphische Bedeutung*, in «Evolutionary trends in Foraminifera», pp. 282-297, figs. 5. Elsevier. 1963.

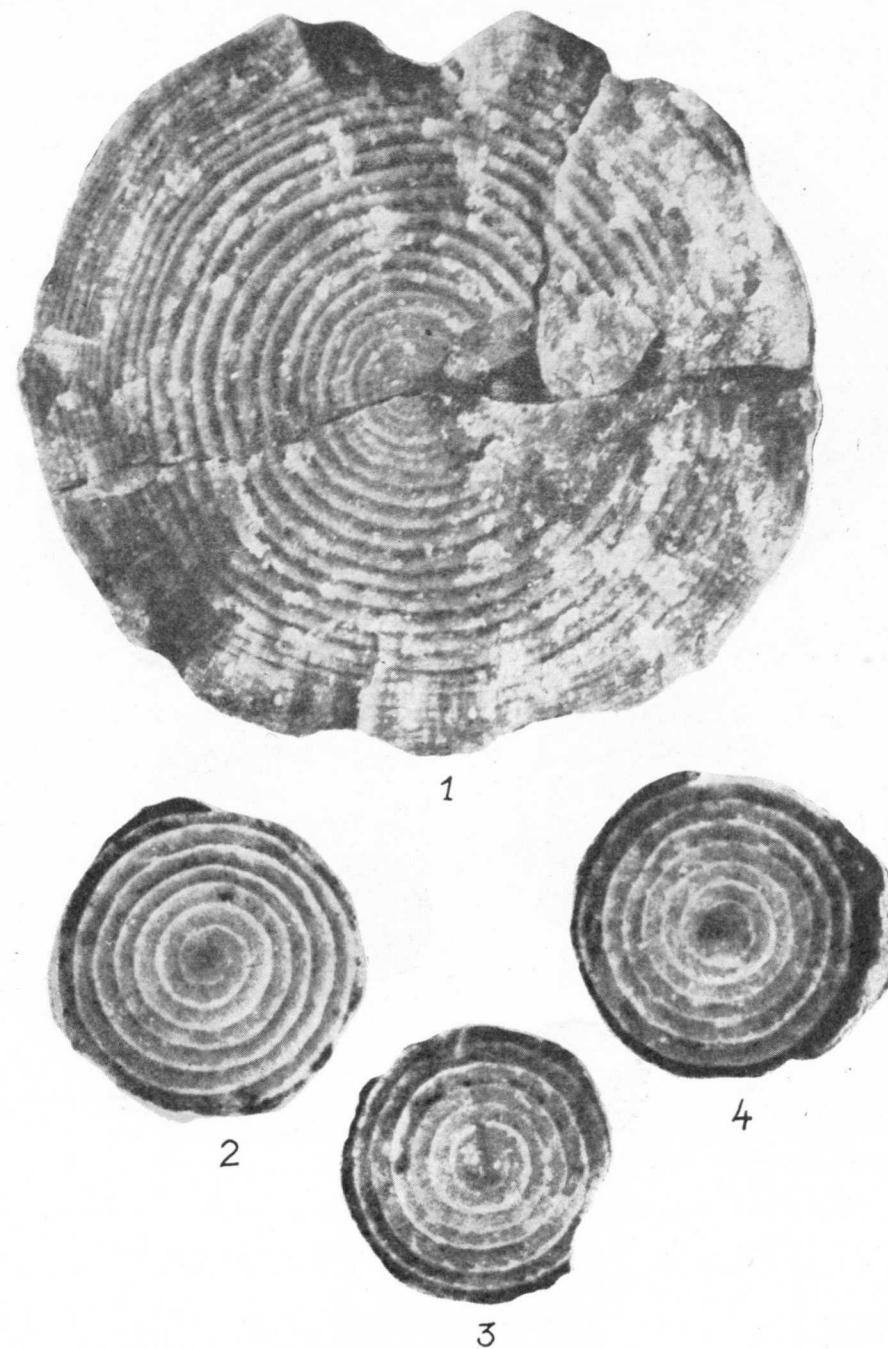


LÁMINA I

*N. tavertetensis* n. sp.  
Localidad: Tavertet.

- 1.—Forma B. Sección ecuatorial. (6,5 x) CCP 5705.  
2.—Forma A. Sección ecuatorial. (9 x) CCP 5703  
3.—Forma A. Sección ecuatorial. (9 x) CCP 5702.  
4.—Forma A. Sección ecuatorial. (9 x) CCP 5701



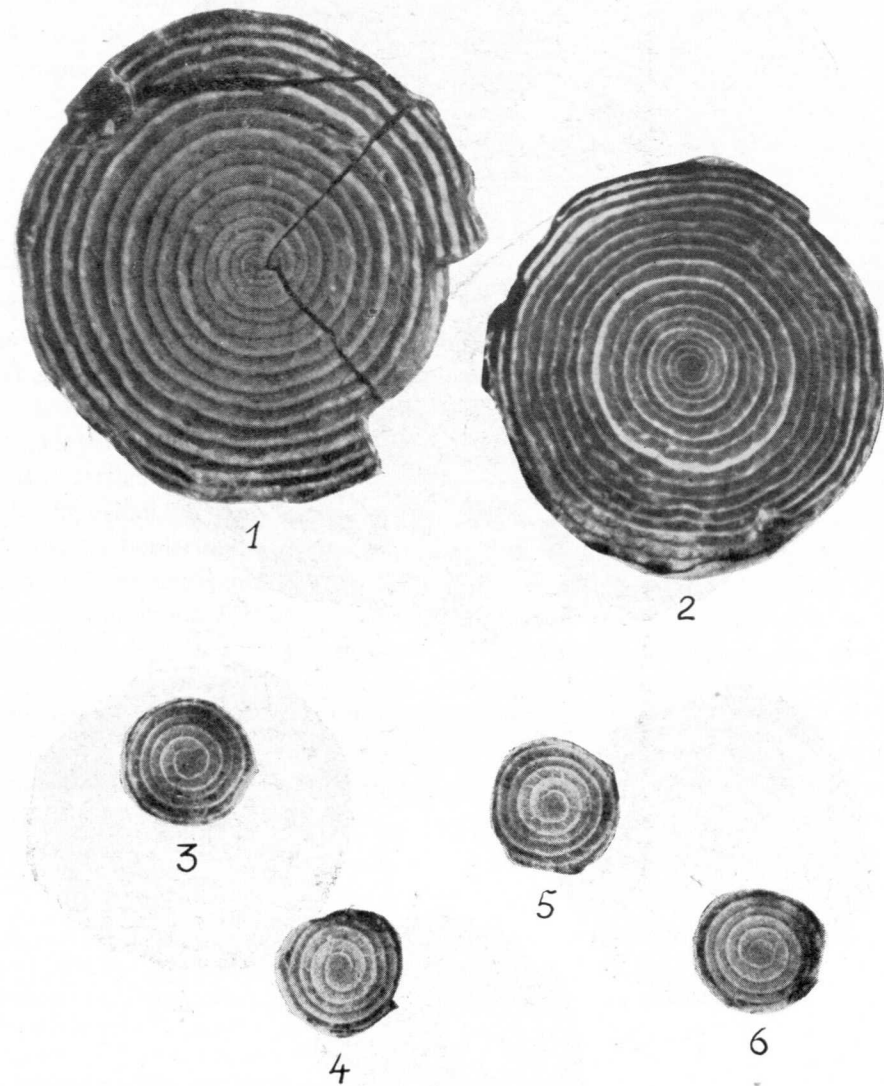


LÁMINA II

*Nummulites crusafonti* n. sp.  
Localidad: Coll de Terrades.

- 1.—Forma B. Sección ecuatorial. (5 x) CCP 5696
- 2.—Forma B. Sección ecuatorial. (5 x) CCP 5698.
- 3.—Forma A. Sección ecuatorial. (xx) CCP 5689.
- 4.—Forma A. Sección ecuatorial. (4,5 x) CCP 5690.
- 5.—Forma A. Sección ecuatorial. (4,5 x) CCP 5692.
- 6.—Forma A. Sección ecuatorial. (4,5 x) CCP 5693.

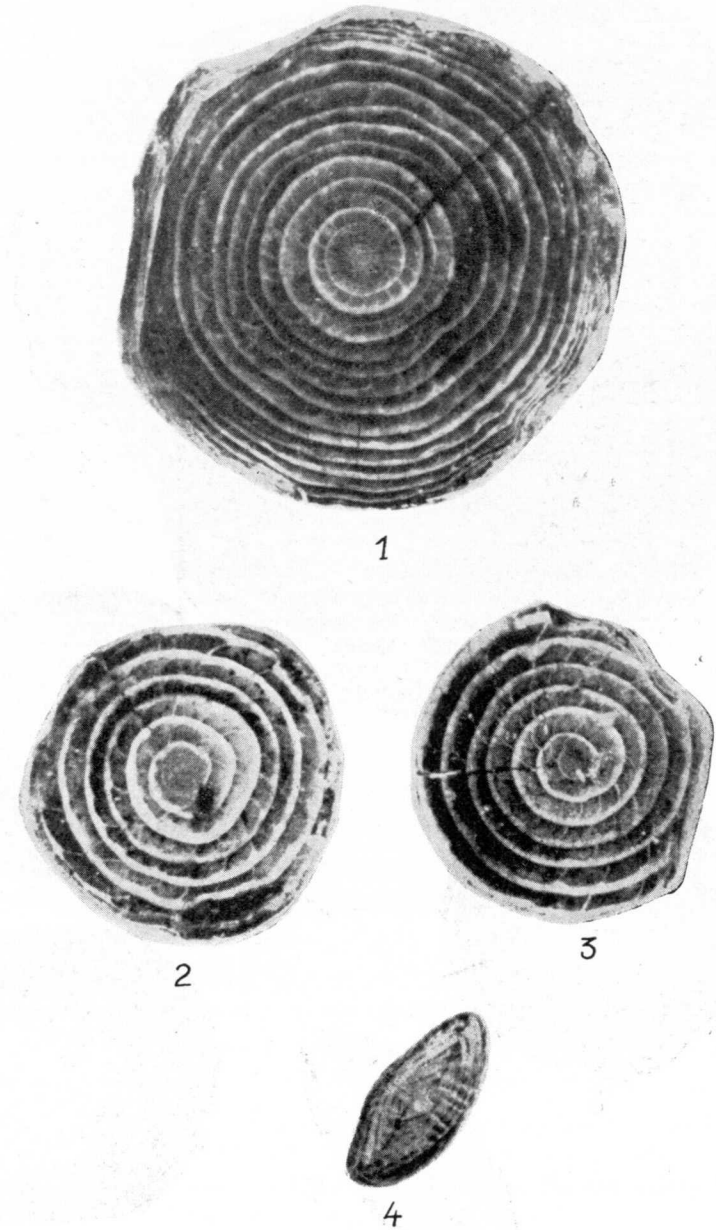


LÁMINA III

*Nummulites puigsecensis* n. sp.  
Localidad: Puigsec

- 1.—Forma B. Sección ecuatorial. (4,2 x) CCP 5686.
- 2.—Forma A. Sección ecuatorial. (7 x) CCP 5687.
- 3.—Forma A. Sección ecuatorial. (7 x) CCP 5688.
- 4.—Forma A. Sección axial. (4,7 x) CCP 5684.

OFELIA SUAREZ MENDEZ

## DATOS PETROLOGICOS SOBRE DIQUES ACIDOS DE BESULLO (ASTURIAS)

### RESUMEN

Se estudian unos diques que aparecen en el Precámbrico y Estefaniense en la zona de Besullo (Cangas de Narcea, Asturias). Se clasifican como pórfidos graníticos y pórfidos dioríticos originados probablemente a partir de zonas de trituración en un neis inmediato.

### SUMMARY

In this work is studied the dikes intruded in many places in the Precambrian and Stephanian of the Besullo (Cangas de Narcea, Asturias). This rocks may be given as granite porphyries and diorite porphyries. It is concluded that rocks are derived, probably, by injection posthercynic from gneisses milling and posterior recrystallization.

### INTRODUCCIÓN

En la zona de Besullo-Santa Ana-Linares aparecen en un espacio relativamente pequeño diques, neises y granitos, lo que induce a pensar que la formación de unos depende de los otros.

La presencia de los diques sólo se pone de manifiesto en algunos puntos en que resaltan en el gran recubrimiento de alteración que presenta toda la zona, o bien en las trincheras de las carreteras. En ambos casos se puede deducir que no existe una sola dirección de los diques. Tampoco la potencia e inclusive la composición mineralógica, discernible a simple vista, es uniforme. En algunos casos parecen originarse ramas laterales o desviaciones locales. Incluso cuando afectan a capas horizontales, o casi horizontales, dan la impresión de ponerse de forma más o menos concordante.

Afectan a las pizarras del Narcea, consideradas como precámbricas, y a los sedimentos de conglomerados y pizarras del Carbonífero alto (datados como Estefaniense), que descansan discordantes encima de aquellas pizarras. En la zona de Pilotuerto, diques bastante afaníticos, y ahora alterados, han cokizado la antracita de algunos niveles. En lo alto de Santa Ana aparecen los diques atravesando o afectando a depósitos de arcillas y conglomerados muy

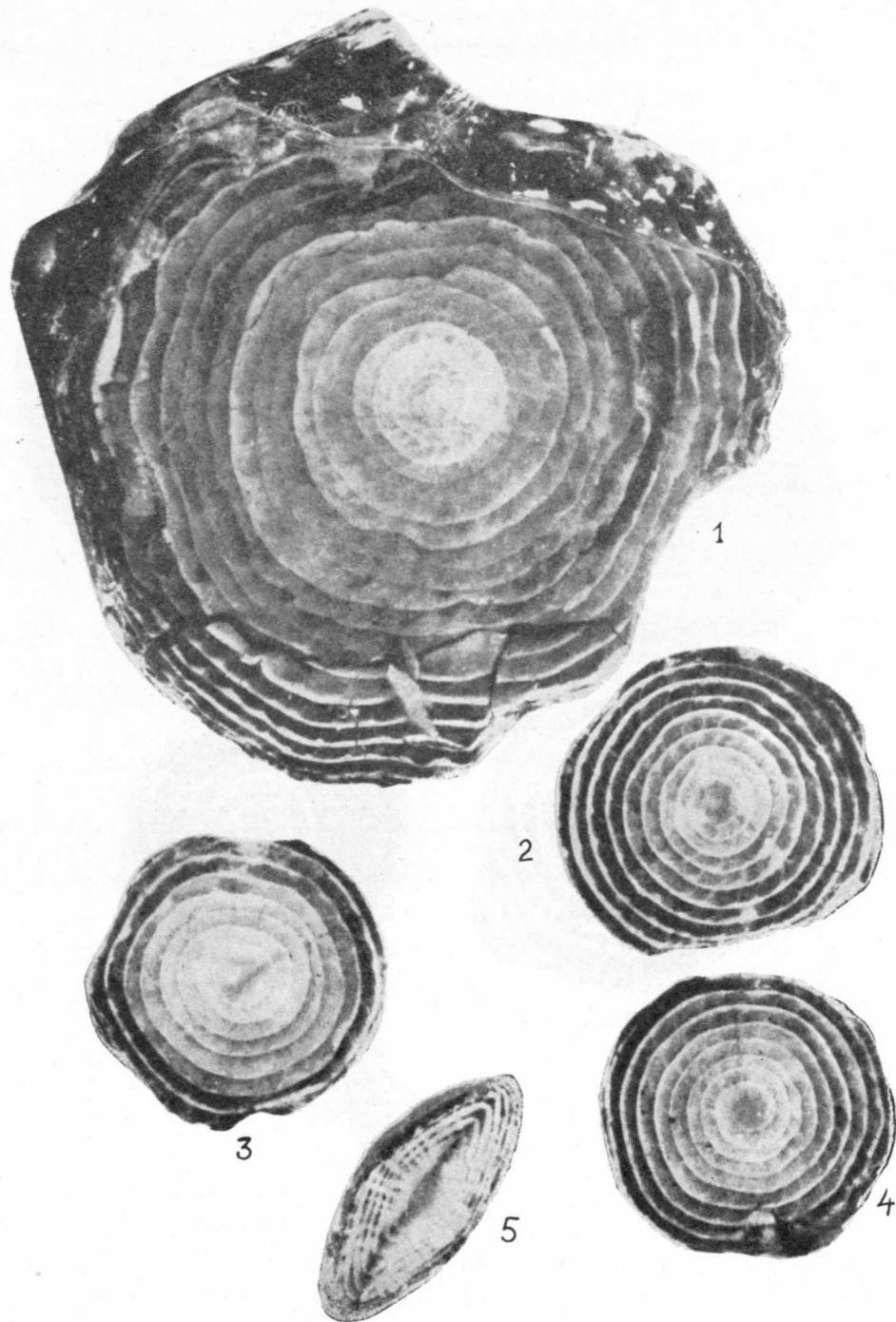
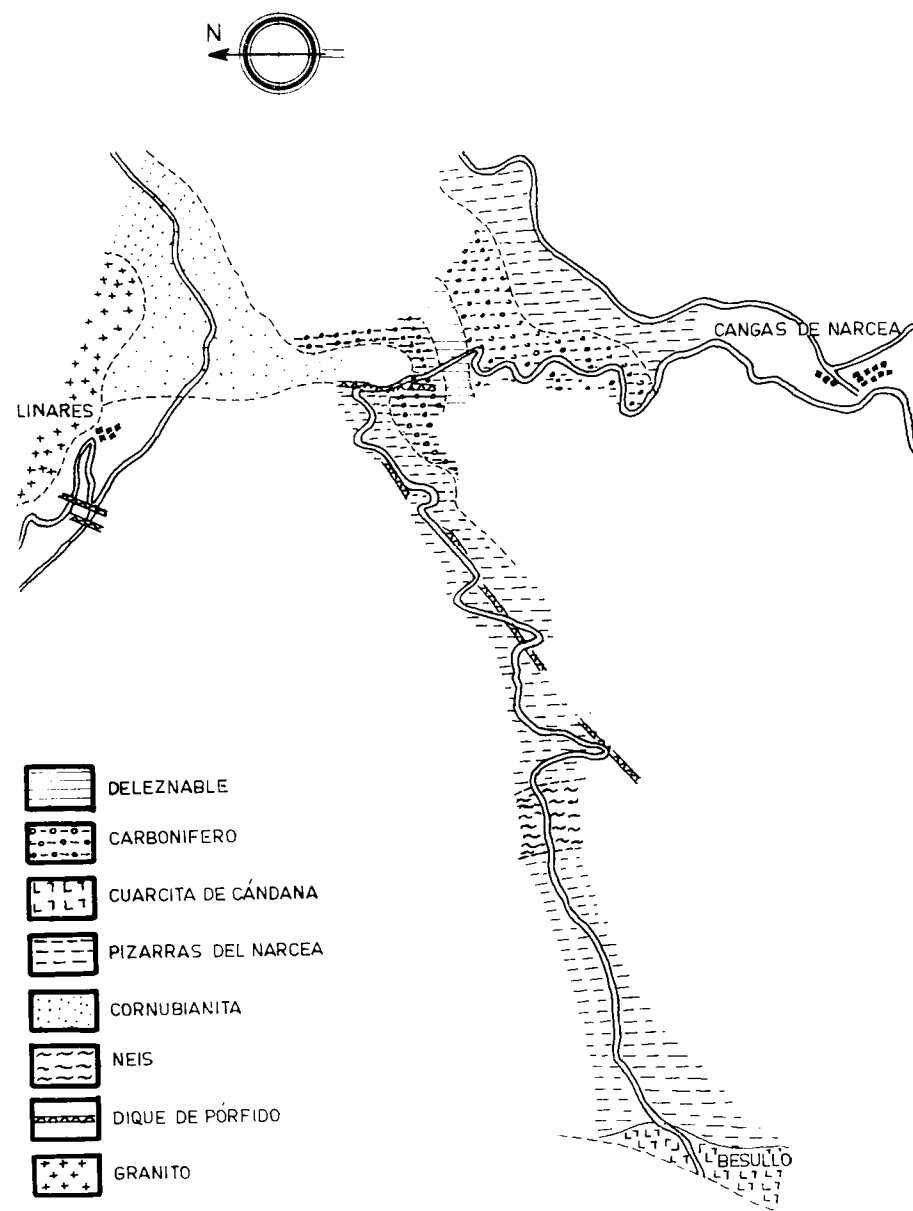


LÁMINA IV

*Nummulites biedai* (Schaub) *complanatus* n. ssp.  
Localidad: NW de Centelles

- 1.—Forma B. Sección ecuatorial (4 x) CCP 5706.
- 2.—Forma A. Sección ecuatorial (5 x) CCP 5710.
- 3.—Forma A. Sección ecuatorial (5 x) CCP 5709.
- 4.—Forma A. Sección ecuatorial (5 x) CCP 5708.
- 5.—Forma A. Sección axial (5 x) CCP 5707.



deleznable, que tienen aspecto de ser recientes; es probable, sin embargo, que se trate del propio Estefaniense en estado avanzado de alteración superficial. Nos queda como dato seguro el que tales diques fueron emplazados en épocas post-estefanienses.

La carretera que baja de Careedo a Besullo va un buen trecho paralela a un dique, o quizá dos, con dirección NO, y al parecer vertical. Su aspecto es muy variable de unos puntos a otros. A veces es prácticamente afanítico con muy pocos fenocristales que son más bien cristalitas y que le dan un moteado blanco sobre un fondo verdoso o rojizo. En otros puntos se puede tomar como un ejemplo típico de pórfido con hermosos y grandes fenocristales idiomorfos de feldspatos, que por cierto están muy alterados. Por último, se presenta casi completamente cristalino y semeja más bien un granito porfídico o porfiroide.

Las pizarras encajantes de estos diques no parecen presentar señales de haber sido afectadas térmicamente. Tampoco las pudingas carboníferas que quedan en íntimo contacto con ellos parecen afectadas por la intrusión de un material a alta temperatura.

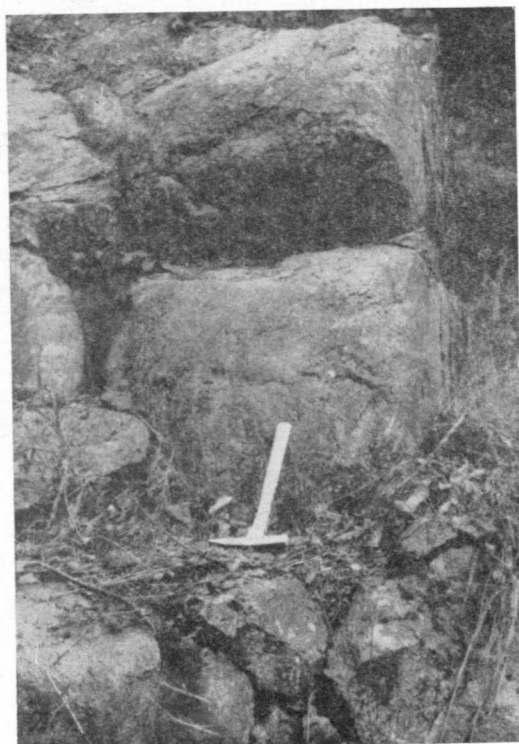
Los neis aparecen en la misma carretera, a un nivel topográfico más bajo, precisamente en las inmediaciones del puente sobre el Arganza. Están intercalados entre las pizarras del Narcea, con una potencia aproximada de 600 metros y se terminan en el mismo puente. Tiene disyunción en bolas (foto 1), de grano fino, y son bastante similares a los que aparecen en las proximidades de Pola de Allande. Puede tratarse de la misma formación, que tendría entonces una fuerte inflexión en el valle de Villaverde, o bien estamos ante el caso de dos bandas de neis, una de las cuales, la más oriental, sería esta que corta la carretera de Besullo, que continuaría por Linares, y la otra la de Pola de Allande, y que ya no aparece más al Sur, recubierta por el Cámbrico-Silúrico en la zona de Besullo.

Una vez pasado el puente sobre el Arganza y hasta 600 metros aproximadamente antes de Besullo, vuelven a presentarse las pizarras del Narcea, con dirección general N, y verticales. En este segundo punto comienzan de forma brusca las cuarcitas de Cándana, consideradas como la base del Cámbrico. En el mismo pueblo aparecen calizas cristalinas con pizarras de colores rosáceos, y más allá cuarcitas y pizarras de potencias variables. El contacto entre la cuarcita de Cándana, y las pizarras de Narcea es en este punto claramente mecánico, con zonas de trituración, e incluso montando las pizarras sobre las cuarcitas.

Se ha estudiado la cuarcita de Cándana con intención de comprobar si contenía elementos procedentes de los neis. Este hecho no parece claro. Son rocas similares a las descritas para la misma formación en Pilotuerto (2).

Se estudian algunas preparaciones del granito de Linares para comparar sus plagioclasas con las de los pórfidos. Aparece a cotas superiores a los

neis y presenta una zona de potentes cornubianitas en dirección S., signo evidente de que el granito tiende a continuarse en este sentido a poca profundidad. Es decir, tiene una tendencia alargada en el sentido que los neis y la dirección general del Precámbrico en esta región.



Fot. 1.—Aspecto macroscópico que presenta el neis del Puente de Besullo, con disyunción en bolas.

#### DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

Los ejemplares estudiados más importantes son: las pizarras de Narcea, los neises de Besullo, los granitos de Linares y los de los diques de pórfidos.

##### 1.º Pizarra del Narcea

De color gris azulado a verdoso. Compacta y dura con pizarrosidad marcada. Es de grano muy fino. El cuarzo es el mineral esencial, en granos angulosos y de contornos imprecisos, de tamaño fino con cierto alargamien-

to en sentido de la pizarrosidad, existen filoncillos de estructura en mosaico. Como minerales accesorios aparecen micas, arcillas, sericita, turmalina y piritita. Los minerales arcillosos son de tamaño muy fino y no resolubles. Las laminillas de mica son alargadas y están curvadas. Los cristales de piritita son también alargados en el sentido de la pizarrosidad, dan a la preparación alternancia de bandas claras y bandas más oscuras de color rojizo. Son frecuentes los granos de turmalina detrítica. El cuarzo debe ser autígeno en su totalidad. La roca es de la facies de las «Pizarras verdes» (Greenchists de Eskola), de la Epizona, originada a base de sedimentos arcillosos impurificados por hierro y algo limosos. La recrystalización ha sido grande, pues hay filoncillos de cuarzo muy frecuentes con micas.

##### 2.º Neis de Besullo

Existen dos tipos claramente diferenciados:

###### A. Neis del Puente.

Es de color gris claro algo verdoso, duro y compacto, de grano fino. Estructura glandular, a veces filones y nódulos de cuarzo bastante potentes. Al estudiarlo microscópicamente resultó ser un neis albitico. Los minerales esenciales son cuarzo, plagioclasas, ortosa, hornblenda y biotita. El cuarzo está en nódulos alargados formados por varios cristales de distinta orientación óptica y con típica estructura de recrystalización. Extinción ondulante marcada. Frecuentes inclusiones finas de turmalina, cloritas y micas en laminillas. Las plagioclasas corresponden a una albita (9-14 por 100 an.) maclada según las leyes Albita-Ala y Albita Normal; en secciones muy alteradas con tendencia acusada al idiomorfismo, y hábito alargado. Están orientadas oblicuamente a los nódulos cuarcíticos y a las láminas de hornblenda. Alteración a cloritas, sericita, caolinita, etc. La hornblenda es muy abundante. Secciones de hábito prismático y láminas anahedrales, exfoliación marcada según (110), maclas repetidas según (100), ángulo máximo de extinción  $Z_{Ac} = 20^{\circ}-22^{\circ}$ ,  $2V_x = 50^{\circ}$ , valores que corresponden a la variedad Tschermakita. Alteración grande, existe un proceso de desferrificación que origina clorita, óxido de hierro, leucoxeno, etc.

La biotita es menos abundante que la hornblenda en láminas de pequeño tamaño. Alteración a pennina con formación de opacos y leucoxeno asociados a la clorita y finas agujas de rutilo. Existe moscovitización poco intensa.

###### B. Neis anterior al del Puente.

La roca es de color verde grisáceo y oscura, de aspecto satinado. Dura y compacta. De grano fino y textura esquistosa. Microscópicamente tiene

textura porfidoblástica. Como minerales esenciales cuarzo, plagioclasa, ortosa, clinocloro, cloritas y sericita de alteración. Los cristales de cuarzo son de tamaño pequeño los más abundantes, presentan extinción ondulante y finas inclusiones de micas. Es frecuente la estructura en mosaico.

La plagioclasa corresponde a una andesina ácida (35 por 100 an.) maclada más frecuentemente según las leyes de Albita-Ala y Albita Normal. Cristales de tamaño heterogéneo, microlitos escasos. Secciones idiomorfas al menos en parte, alargamiento en (0,10). Exfoliación escasa. Inclusiones de cloritas.



Fot. 2.—Cristal euhedral de augita maclada perteneciente al neis anterior al del Puente. N X; 450 D.

El clinocloro es el mineral más abundante en la muestra estudiada, aparece en láminas pequeñas y en agregados laminares. Están orientadas igual que las plagioclasas, en el sentido de la esquistosidad. Está asociado con granos de mineral opaco y con gránulos de leucoxeno.

En principio todo parece indicar que los óxidos opacos sean de hierro y de titanio, segregados en la transformación de un mineral fémico a clorita, formándose también leucoxeno. La roca primitiva podría haber sido una micacita que sufrió una cloritización posterior a una feldespatización que dio origen a la orientación de los feldespatos en los planos de esquistosidad. Los feldespatos incluyen cloritas y pueden haberse originado por un aporte alcalino relacionado o no con la tectónica; la roca conserva su esquistosidad.

Es un hecho a resaltar la existencia de augita; en la parte más clorítica de la preparación existen cristales idiomorfos de este piroxeno, poco o nada

alterado (foto 2); las secciones exagonales están zonadas y con maclas simples o repetidas. Los valores obtenidos en las medidas efectuadas fueron:

$$N_g \rightarrow N_p = 0,025 \text{ a } 0,0287; 2V_{\gamma} = 46^{\circ}; N_g \Delta c = 40^{\circ}$$

No es un hecho corriente el que aparezca este mineral autógeno en rocas de este tipo; Kerr cita augita en neises y granulitas (4).



Fot. 3.—Cristales idiomórficos de plagioclasas zonadas con núcleos alterados pertenecientes al granito 1-L de Linares. N X; 35 D.

### 3.º Los granitos de Linares

Se han estudiado tres muestras del batolito de Linares, que presentan los siguientes caracteres:

MUESTRA 1-L: tomada en el mismo pueblo. Tiene textura granuda holocristalina con tendencia porfídica y algo cataclástica. El cuarzo está en cristales de tamaño diverso, fenocristales muy abundantes con marcado carácter cataclástico. Extinción ondulante muy manifiesta. Inclusiones frecuentes de granos de ortosa, laminillas de micas y cloritas, granos muy finos de turmalina, circón y apatito. Las plagioclasas corresponden a una andesina ácida, cuyo contenido en an. es del 32-33 por 100, macladas más frecuentemente según las leyes de Albita-Ala y Albita Normal; más raras son las de Carlsbad

Es frecuente en una parte de la preparación una cierta asociación o sustitución de la biotita y hornblenda, apareciendo conjuntamente clorita verde y granos de óxidos de hierro, probablemente segregados en la cloritización de estos félicos.

El cómputo modal sobre la preparación dio los siguientes resultados:

Cuarzo ... ..	29,7 %
Plagioclasa ... ..	32,7 %
Ortosa ... ..	18,5 %
Biotita ... ..	12,6 %
Hornblenda ... ..	4,8 %
Clorita-pennina ... ..	2,7 %
<b>TOTAL ... ..</b>	<b>100,0 %</b>

Los valores de los índices son:

Índice de saturación: 39. *R. cuarcítica.*

Índice de color: 19. *R. leucocrática.*

Índice feldespático: 38. *R. subplagioclásica.*

Esta roca puede considerarse como una granodiorita, según estos valores.

#### 4.º Los diques de pórfidos

##### A. Pórfido de la bajada de la Sierra de Santa Ana al río Arganza.

Este corresponde al tipo de color rojizo y está bastante alterado, tiene fenocristales de feldespato de 1 a 3 cm. de longitud. Su textura es porfidoblástica. Está constituido por cuarzo, plagioclasa, ortosa y biotita, como minerales esenciales. Cuarto muy heterogéneo en cuanto al tamaño, fenocristales de 15 a 28 mm. y granos pequeños. Inclusiones de tamaño fino, laminillas de biotita y cloritas, granos idiomorfos de turmalina, circón y rutilo.

Las plagioclasas corresponden a una andesina ácida (32-35 por 100 de An.), maclada según las leyes de la Albita-Ala y Albita-Carlsbad y menos frecuente Albita Normal. Cristales de tamaño muy variado, fenocristales de hasta 15 mm. y microlitos formando la pasta. Alteración bastante avanzada a sericita sobre todo.

La biotita es más frecuente en secciones de hábito alargado que en formas basales, está bastante alterada a moscovita en los bordes y trazas de exfoliación. Son abundantes las inclusiones de óxidos de hierro, circón, apatito y agujas de rutilo.

#### Cómputo modal (p. c. 1.390).

Cuarzo ... ..	42,2 %
Plagioclasa ... ..	27,2 %
Ortosa ... ..	20,7 %
Biotita ... ..	6,0 %
Moscovita-clorita ... ..	2,2 %
Magnetita ... ..	1,2 %
Accesorios ... ..	0,5 %
<b>TOTAL ... ..</b>	<b>100,0 %</b>

Los valores de los índices son los siguientes:

Índice de saturación: 46. *R. fuertemente cuarcítica.*

Índice de color: 9,9. *R. hololeucocrática.*

Índice feldespático: 43. *R. monzonítica.*

por lo cual la roca se puede considerar como un pórfido granítico monzonítico.

##### B. Pórfido del pueblo de Parajas.

Corresponde al tipo de color gris, con fenocristales blancos de feldespato. Está más alterado que el descrito anteriormente. Tiene textura porfidoblástica (foto 4). Las plagioclasas están en fenocristales y en pequeños cristales totalmente alterados. Secciones no muy alteradas corresponden a una andesina básica con 42-45 por 100 de An, maclada según la ley Albita-Ala, mientras que secciones totalmente frescas o al menos con partes corresponden a una andesina muy ácida, 29-32 por 100 de An, de lo cual se deduce la existencia de dos generaciones diferentes de plagioclasas. Productos de alteración de estos feldespatos son sericita, caolinita, y aparece también calcita en granos. Según Schwartz la aparición de la calcita significa la introducción de un elemento nuevo en condiciones mesotermiales (5).

La ortosa no está tan alterada como las plagioclasas: muestra tendencia idiomórfica, hábito alargado según (001) y maclas de Carlsbad frecuentes. Las inclusiones son raras. Junto con cuarzo y biotita forma parte de la pasta. Los cristales de cuarzo son de menor tamaño que los de feldespato, con escasas granulaciones y sin fisuras, y nunca incluidos en los otros minerales, lo que indica su cristalización posterior a ellos.

La biotita está muy alterada. La transformación biotita-pennina adquiere mayor intensidad que en el pórfido de la bajada al río Arganza, con mayor

cantidad de óxidos opacos. Son abundantes las inclusiones de circón, apatito y rutilo; halos pleocroicos raros.

Este pórfido puede considerarse como granítico.

#### C. *Del dique en la bajada a Besullo.*

Este pórfido es de color rojizo amarillento con puntos o manchas más oscuros. La alteración es mayor que en los otros. Al microscopio presenta



Fot. 4.—Textura porfidoblástica del pórfido B; cristales de plagioclase, uno de ellos zonado, alterados a sericita en sus bordes. N X; 35 D.

textura porfídica con pasta afanítica. Existe cuarzo de recristalización, a veces en verdaderos filoncillos. Los feldespatos están tan alterados que no se puede distinguir más que un contorno idiomorfo, estando el resto reemplazado por una masa formada de arcillas y cloritas y algo de carbonato cálcico, por lo que sin duda estos feldespatos serían cálcicos.

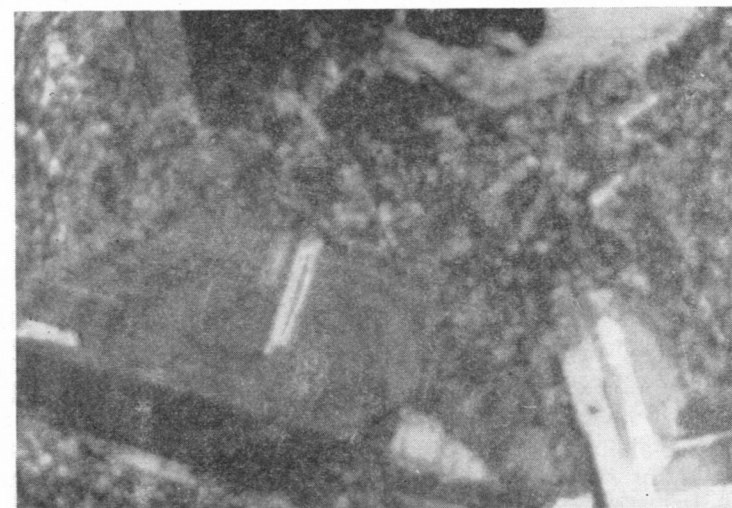
Son muy abundantes las cloritas con texturas fibrosas y radiadas y las inclusiones de rutilo. Existen abundantes óxidos de hierro, también muy alterados, y que origina la coloración rojiza de este pórfido.

#### D. *Pórfido de Linares.*

Este es más cristalino que los de Besullo, exceptuando el de la bajada al río Arganza.

Tiene textura porfidoblástica, con grandes fenocristales de plagioclase y láminas considerables de biotita.

Las plagioclaseas son el mineral más importante por su abundancia. Fenocristales de hasta 12 mm. y microlitos muy numerosos en la pasta. Secciones idiomorfas de hábito alargado en (010) corresponden a una andesina básica (46-48 por 100 de An.) o a un labrador ácido (52 por 100 An.), maclados según las leyes de la Albita Normal (010) y de la Periclina-Aclina; más raras son las de Baveno y Manebach. Están muy frecuentemente zonadas (foto 5). In-



Fot. 5.—Cristal idiomórfico de plagioclase maclado y zonado perteneciente al pórfido de Linares. N X; 35 D.

clusiones de biotita, circón, apatito y de otros cristales de plagioclase. Existe una gran diferencia en cuanto a la alteración; unas secciones la muestran muy avanzada, mientras otras aparecen frescas. En los cristales zonados la alteración es también zonada, siendo mayor en los núcleos. El proceso observado es de sericitización.

La biotita abunda más en la pasta que en fenocristales. Las secciones son alargadas con marcado pleocroísmo y frecuentes inclusiones de circón, apatito, agujas de rutilo, etc. La formación de la biotita es posterior a la de las plagioclaseas; en una sección basal de biotita aparece incluido un cristal de este feldespato. En parte la biotita está cloritizada o moscovitizada, sobre todo en los bordes.

La pasta está constituida por microlitos de plagioclase, pajuelas de micas, sericita, granos de circón, rutilo, apatito y magnetita. Es muy poco uniforme en cuanto a su composición. Alrededor de cristales de plagioclase es más rica en biotita, mientras que cerca de la biotita abundan los microlitos de plagioclase. Existe algo de calcita, sin duda de alteración.

y Albita-Carlsbad. Fenocristales abundantes con marcada tendencia idiomórfica y alargamiento según (100). Zonamiento muy acusado y patente en la mayoría de los cristales (foto 3). Exfoliación frecuente en (100). Inclusiones de biotita y clorita laminares y granos finos de apatito. Los núcleos suelen estar sericitizados en las secciones zonadas, existiendo también cierta alternancia en la alteración: bandas o zonas frescas y bandas sericitizadas. En los cristales de menor tamaño hay un reemplazamiento casi total del feldespato por sericita, observándose tan sólo un contorno idiomorfo y señales de macas polisintéticas. El feldespato potásico se encuentra como ortosa, escasa en fenocristales y más abundante como granos, asociada al cuarzo. Secciones bastante idiomorfas alargadas, según (001), exfoliación en (001) y (010). Textura peritítica con el feldespato sódico, bandas irregulares y finas, según (001). En los bordes de los cristales existen texturas pegmatíticas, y más raras son las mirmequíticas. La biotita no es muy abundante, los cristales son de pequeño tamaño, siendo frecuentes las secciones basales. Inclusiones de circón, apatito y rutilo con halos pleocroicos en torno al circón. Existe cloritización marcada en bordes y trazas de exfoliación, siendo reemplazada, sobre todo, por pennina con formación de óxidos de hierro.

En el cómputo modal se han obtenido los siguientes valores:

(p. c. 1.115)	
Cuarzo .....	31,6 %
Ortosa .....	38,6 %
Plagioclasa .....	20,9 %
Biotita .....	5,8 %
Pennina .....	2,1 %
Otros .....	1,0 %
TOTAL .....	100,0 %

Índice de saturación: 45. *R. granito.*

Índice de color: 9. *R. hololeucocrática.*

Índice feldespático: 65. *R. calcoalcalina.*

y es un granito calcoalcalino biotítico de grano medio.

MUESTRA 2-L: Tiene textura granuda holocristalina algo cataclástica. Los caracteres mineralógicos son muy similares a los de la muestra anterior. El cuarzo tiene fisuras muy abundantes rellenas de cuarzo y ortosa: las inclusiones son escasas. La ortosa es el mineral más abundante, presenta crecimiento común con el cuarzo con frecuentes zonas de pegmatitas y no se observan mirmequitas. Inclusiones abundantes, sobre todo de ortosa, en pequeños cristales diferentemente orientados. Las plagioclasas corresponden a

una oligoclasa básica según la ley Albita-Ala y Albita Carlsbad y son, pues, más ácidas que las de la muestra anterior. La alteración es más avanzada, sobre todo en trazas de exfoliación; el proceso es también de sericitación. La biotita es muy escasa en esta muestra, está muy alterada a pennina y también a moscovita, aunque menos. Segregándose en el proceso de alteración óxidos de hierro.

Del compuesto modal se han obtenido los valores siguientes:

(p. c. 1.800)	
Cuarzo .....	29,5 %
Ortosa .....	40,8 %
Plagioclasa .....	25,4 %
Biotita-clorita .....	4,3 %
TOTAL .....	100,0 %

Los valores de los índices son:

Índice de saturación: 30. *R. granito.*

Índice de color: 5. *R. hololeucocrática.*

Índice feldespático: 61. *R. calcoalcalina.*

Esta muestra corresponde también a un granito calcoalcalino biotítico y de grano medio.

MUESTRA 3-L: La textura es como en las muestras anteriores, granuda holocristalina, aunque sin tendencia cataclástica, y presenta una diferencia mineralógica notable, que es la existencia de hornblenda, en las láminas alargadas anhedrales de bordes de aspecto corroído: está asociada con la biotita y a veces la incluye, lo que indica una formación posterior de la hornblenda.

Las plagioclasas constituyen el mineral más abundante, corresponden a una andesina ácida (33-35 por 100 de An), macladas según las leyes de la Albita Ala-Albita Normal y Periclina, rara vez Carlsbad. Inclusiones frecuentes y heterogéneas, de biotita, apatito, turmalina y rutilo. El proceso de alteración es más avanzado que en las dos muestras anteriores, y a veces es zonal. Productos de alteración son sericita y caolinita en finísimas pajue-las, orientadas según la exfoliación (100).

El cuarzo, de cristales grandes, está en menor proporción que en las otras muestras. Presenta con frecuencia bordes de sutura. A veces va asociado con la ortosa, más escasa que el cuarzo y plagioclasas.

La biotita aparece en secciones basales más frecuentemente, con tendencia idiomórfica y bordes corroídos. Tiene inclusiones abundantes de rutilo, apatito y zircón, con halos pleocroicos.

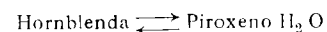


Al contrario de los pórfidos de Besullo, que son graníticos, éste de Linares es un pórfido diorítico.

#### RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En primer lugar se deduce de las descripciones efectuadas que, tanto en los granitos como en los pórfidos ha habido procesos de alteración muy parecidos o iguales. Estos procesos son de cloritización y sericitización, como los que presentan los granitos del Guadarrama estudiados por Chayes (1). La moscovitización es también frecuente en las rocas estudiadas, sobre todo en el pórfido de Santa Ana, donde las tonalidades rojizas tienen su origen en el hierro ferroso de la biotita, que se moviliza por acción hidrotermal y que puede precipitar como hidróxidos, de color rojo amarillento.

Respecto a los neis y pizarras próximas, la presencia de la clorita puede tomarse como mineral primario o igualmente de alteración, cuando no se observan casos de laminillas parcialmente cloritizadas, quedando hacia el centro restos de biotita. Está claro que para la mayor parte de las pizarras del Narcea puede ser válida esta primera interpretación, suponiéndolas pertenecientes a una facies de bajo metamorfismo regional (facies de las pizarras verdes), sub-facies del cuarzo-albita-moscovita-clorita originados a base de sedimentos pelíticos pobres en  $K_2O$ . Pero el problema se complica con la presencia de las cloritas en los neises, pues la composición mineralógica, si bien no presenta minerales índices adecuados (granates, silicatos aluminicos...) indica un tipo medio de metamorfismo propio de las facies de las anfibolitas almandínicas de Turner (6) originadas a partir de sedimentos con déficit de  $K_2O$ . Se le atribuye una temperatura comprendida entre los 550° y los 700°. Como los esquistos verdes tienen una T. de 300° a 500°, podemos suponer un gradiente térmico hacia el neis de poco desarrollo espacial, pero de gran intensidad. La cuestión es un poco más compleja, pues la presencia de la augita en una preparación, si bien escasa, induce a pensar en un tránsito hacia las granulitas según la ecuación:



que parece se realiza a T. de 700°-800°. Así, pues, resulta que en menos de un kilómetro la diferencia de temperatura fue durante el proceso de lo menos 200°.

Conviene, sin embargo, indicar que la roca con piroxenos es más pobre en cuarzo, lo que indica una procedencia a partir de masas de mayor basicidad, hecho también apoyado por el contenido de anortita que es de 35 por 100, mientras que lateralmente alcanza valores de sólo 9-14 por 100. Es decir, que entre los sedimentos pelíticos debió de haber una zona más básica (quizá cine-

ritas, gabros, etc.) con piroxeno o una composición que facilitó su aparición. Incluso puede que el neis se haya originado tectónicamente a partir de esas masas básicas.

En cuanto a los pórfidos tenemos que el de Linares no tiene ortosa, mientras que los otros sí la contienen, pero siempre en proporción no dominante sobre las plagioclasas, con lo que presentan el mismo carácter que el neis en este punto. Como son post-estefanienses y los neises hemos de suponerlos mucho más anteriores, se puede admitir como probable, su génesis a partir de bandas o zonas de trituración en el neis y una ascensión del pseudomagma así originado. A esta interpretación puede objetarse que la composición de las plagioclasas es muy diferente en los neises y en los diques, según el siguiente cuadro:

Neis dominante ... ..	9-14 % An.
Neis augítico ... ..	35 % An.
Pórfido rojo ... ..	32-35 % An.
Pórfido gris ... ..	29-35 % An. (primera generación).
Pórfido gris ... ..	42-45 % An. (segunda generación).
Granito de Linares ... ..	32-33 % An.
Granito de Linares ... ..	25-29 % An.
Granito de Linares ... ..	33-35 % An.

La diferencia con los neis augíticos es relativamente pequeña.

Pero independientemente de esto tenemos que en los neises dominantes existe la hornblenda y en los pórfidos no. El calcio de aquel anfíbol puede haber pasado a las plagioclasas de los pórfidos.

Dentro de los pórfidos se pueden distinguir dos series en cuanto al quimismo de las plagioclasas. Uno estaría representado por el pórfido rojo y el otro por el de Linares. El tipo llamado gris es intermedio, con dos generaciones de plagioclasas netamente distintas. Estas diferencias se pueden explicar por proceder de neises más o menos cálcicos, y precisamente es un dato en contra de un origen a partir de una única masa fundida.

Laboratorio de Petrología,  
Universidad de Oviedo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) CHAYES: *El feldespato potásico como subproducto de la transformación biotita-clorita*, «Estudios Geológicos», núm. 27-28 (Trad. español, por J. M.<sup>a</sup> Püster, C. S. I. C. (1955).
- (2) GARCÍA DE FIGUEROA, I., C.: *Las rocas del Cámbrico II. De los afloramientos de Villar de Lantero Pilotuerto (Narcea)*, «N. y C. del Inst. Geol. y Minero de España», número 66 (1962).

- (3) JUNG J. BROUSSE, R.: *Classification Modale des Roches Eruptives utilisant les données fournies par le compteur de points*, Masson et Cie, Paris, (1952).
- (4) KERR, F. F.: *Optical Mineralogy*, Third Edit. McGraw Hill, (1950).
- (5) SCHWARTZ, G. M.: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, V. 53, (1958).
- (6) TURNER, F. J. and VERHOOGEN, J.: *Petrología ígnea y metamórfica*. (Trad. por J. María Fuster y P. Martínez Strong), Ed. Omega Barcelona, (1963).

Recibido: 3-V-66.

V. GARCIA-DUEÑAS

## UNIDADES PALEOGEOGRAFICAS EN EL SECTOR CENTRAL DE LA ZONA SUBBETICA

### RESUMEN

Presentamos un esquema de los dominios paleogeográficos que se pueden diferenciar en la zona Subbética, en función de las características estratigráficas y posición tectónica de las unidades situadas al N. de Granada.

Algunos autores han realizado investigaciones en el mismo sentido, con datos obtenidos en los reconocimientos geológicos de diversos sectores. Con esos datos han delimitado algunas grandes unidades subbéticas de caracteres definidos.

Nuestras propias conclusiones justifican la revisión de las nomenclaturas introducidas hasta la fecha para denominar esas unidades, y nos incitan a proponer una nueva terminología basada en la reconstrucción paleogeográfica de la zona Subbética en el Jurásico.

A este efecto, diferenciamos los siguientes dominios paleogeográficos, enumerados de S. a N.:

1) Dominio Subbético Interno, con series estratigráficas como las del Torcal (Antequera), Sierra Arana y Unidad de Moçlin (Granada); 2) Dominio Subbético Medio, que comprende las series tipo de Alta Coloma (Campillo de Arenas) y Cortijo del Zegri (ONO. de Iznalloz); 3) Dominio Subbético Externo, con una serie tipo como la de Sierra de Cabra.

### RÉSUMÉ

Nous présentons un schéma des différents domaines paléogéographiques qu'on peut remarquer dans la zone Subbétique, en fonction des caractères stratigraphiques et de la position tectonique des unités qui se trouvent au nord de Grenade.

Certains auteurs ont déjà fait quelques recherches dans le même sens, avec les données fournies par la reconnaissance des divers secteurs. C'est en s'appuyant sur ces données qu'ils sont arrivés à individualiser quelques grandes unités subbétiques aux caractéristiques bien différenciées.

D'autre part, les résultats auxquels nous avons abouti, justifient la révision des dénominations introduites jusqu'à présent, et nous poussent à proposer une nouvelle terminologie basée sur la reconstruction paléogéographique de la zone subbétique dans le jurassique.

Nous sommes donc arrivés à séparer les suivants domaines paléogéographiques du Sud à Nord:

1) Domaine Subbétique Interne avec des séries stratigraphiques telles, Le Torcal (Antequera), Sierra Arana et Unité de Moçlin (Grenade); 2) Domaine Subbétique Moyen

qui comprend les séries types de Alta Coloma (Campillo de Arenas) et Cortijo del Zegri (ONO. de Iznalloz); 3) Domaine Subbétique Externe avec une série type telle celle qu'on trouve à la Sierra de Cabra.

#### ABSTRACT

We present an outline of the paleogeographical realms which can be distinguished in the Subbetic zone, basing ourselves on the stratigraphical features and tectonic position of the units to the N. of Granada.

Certain investigators have done similar researches using the data obtained from geological surveys of various sectors. With these data they have delimited some large subbetic units of defined characteristics.

Our own conclusions justify the need for revision of the terminology currently in use for the denomination of these units, and lead us to put forward a new one based on the paleogeographical reconstruction of the Subbetic zone in the Jurassic.

Thus, we differentiate between the following paleogeographical realms, listed from S. to N.:

1) Inner Subbetic realm, with stratigraphical sequences, such as those of El Torcal, Sierra Arana and the Moclin Unit; 2) Middle S. realm, which comprises the type sequences of Alta Coloma and Cortijo del Zegri (NO. by O. from Iznalloz); 3) Outer S. r. with a type sequence such as that of Sierra de Cabra.

#### INTRODUCCIÓN

En la parte de las Cordilleras Béticas situada sobre la transversal de Granada se dispone, con toda certeza, de la representación más completa de las diferentes unidades estructurales litoestratigráficas y paleogeográficas. A ello se suma la relativa parquedad en afloramientos de materiales postectónicos, lo que permite una observación en condiciones muy favorables.

Autores relativamente numerosos han efectuado reconocimientos geológicos en esta transversal, pero sus observaciones se distribuyen muy desigualmente.

La mayor parte de las publicaciones se refieren a la zona bética propiamente dicha, y aunque no han sido puestas al día con el concurso de datos recientes, suministran una idea global suficientemente expresiva, de esta parte de las Cordilleras Béticas (1).

Algunos geólogos franceses de la escuela del profesor Paul Fallot, han publicado, en los últimos años, muchos de sus puntos de vista sobre el Prebético más occidental. Concretamente, R. Busnardo (1960) ha estudiado con detalle el Prebético de la región de Jaén.

El mismo Busnardo, en 1964, ha hecho un resumen histórico de los prin-

(1) Uno de los miembros del equipo asociado al Laboratorio de Geología de la Universidad de Granada, F. Aldaya, estudia, desde hace tiempo, la región de las Alpujarras y la Contraviesa. El proporcionará una visión remozada de este amplio sector.

cipales autores que han contribuido al conocimiento de nuestra transversal. En este resumen se echa de ver la falta absoluta de trabajos, entre los de estos últimos años, que se hayan propuesto establecer una interpretación coherente de toda la Zona Subbética. Si existen observaciones aisladas, como las de Fontboté y Quintero (1960), Fontboté (1964), Linares (1960), Linares y Mouterde (1960, 1962), etc.

La investigación que abarca mayor extensión es la de Alastrué (1944) y tampoco permite una visión de síntesis de la región a que nos referimos.

En contraste, se conocía mejor la transversal de Málaga (2), y esto nos ha planteado un problema, el de intentar delimitar los grandes conjuntos establecidos en la transversal vecina, en la región objeto de nuestro trabajo. Y a la vez, nuestra intención se cifra en presentar una panorámica del conjunto Subbético al N. de Granada, que facilite una síntesis general ulterior.

Nuestras conclusiones se basan fundamentalmente en los resultados conseguidos con el estudio y cartografía geológica a escala 1:25.000, del área que abarca desde Sierra Elvira y las sierras de Alfacar y Viznar, hasta las alineaciones Sierra del Trigo-Carchalejo y Carchalejo-Arbuniel. En el Sur del área mencionada, se sitúan las Unidades Béticas más septentrionales (Sierras de Cogollos y de la Yedra) y por el Norte se tocan los elementos más retrasados de ciertas unidades alóctonas: Manto de Cambil (Fontboté, in lit.) y unidades atribuibles al Complejo Subbético Frontal (Busnardo, 1962 y 1964).

La naturaleza de las unidades representadas en nuestra región, permite enunciar una hipótesis para la reconstrucción de la cuenca Subbética. Las tareas de relacionar la Zona Subbética con la Prebética y con la Bética s. str. quedan postergadas, por el momento.

Y vamos a emprender ahora, antes de referir nuestras propias conclusiones, la enumeración y descripción con mediano detalle, de las unidades Subbéticas y Prebéticas delimitadas hasta ahora por diversos autores.

Son las unidades que uno espera encontrar en la transversal de Granada.

\* \* \*

Nuestro trabajo ha sido realizado bajo los auspicios del Departamento de Granada del Instituto «Lucas Mallada» (C. S. I. C.).

Queremos expresar desde aquí nuestro agradecimiento a la Profesora Dra. A. LINARES, que ha clasificado la mayor parte de nuestras faunas y al Profesor Dr. J. M. FONTBOTÉ, cuya discusión del original ha permitido que los resultados sean presentados con mayor claridad.

(2) Para bibliografía de transversal de Málaga remitimos a PEYRE (1962 a) y a DÜRR, HOEPPENER, HOPPE y KOCKEL (1962).

## LAS UNIDADES SUBBÉTICAS DELIMITADAS RECIENTEMENTE

De todas las áreas en que se ha efectuado últimamente o se efectúa un reconocimiento detallado, es la estudiada por Y. Peyre la que comprende mayor diversidad de unidades subbéticas.

R. Busnardo, en una región enclavada al NE. de la de Peyre, se ha ocupado con más detalle (en razón de su situación), de la relación de los conjuntos subbético y prebético.

Ambos han contribuido muy eficazmente a sistematizar los conocimientos que se tenían sobre estas regiones y ayudado a desentrañar la realidad compleja que existe tras las denominaciones de Subbético y Prebético.

## A) UNIDADES DELIMITADAS POR Y. PEYRE

Las investigaciones de Peyre le llevaron a diferenciar (1962 *a*, 1962 *b*) las siguientes «Unidades con material Jurásico-Cretáceo», enumeradas de Norte a Sur:

I. *Subbético con Jurásico calizo o Subbético norte*

La serie tipo está tomada por Peyre (1962 *a*) de las Sierras de Estepa y consta de:

1. Masas importantes de dolomías, atribuidas al Lías inferior.
2. Series de calizas, frecuentemente oolíticas, con *Encrinus* y braquiópodos, con niveles desde el Lías inferior al Aalenense medio.
3. Calizas oolíticas, con hiladas de calizas rojas: la más antigua es Bajocense medio, las restantes, con facies de calizas nodulosas rojas, existen en el Argoviense y se las reencuentra en el Titónico y en el Berriasense.
4. Potente serie margosa que hacia arriba se hace más margocaliza. Ammonites y *Nannoconus* (Peyre, 1958) han determinado su edad Hauteriviense-Barremense.
5. La serie margocaliza continúa durante el Cretáceo medio, identificado gracias a sus microfaunas y cefalópodos.
6. Nuevamente niveles margosos cuya estratigrafía ha sido aclarada por las microfaunas. Desde el Turonense aparecen margas rosa-salmón características.
7. No se ha encontrado el paso del Cretáceo al Eoceno.

Aunque no se menciona, podemos suponer que toda esta serie descansa sobre el Trías tipo andaluz.

II. *Subbético con Jurásico margoso*

Se trata de una nueva unidad definida por Peyre (1962 *b*), como unidad paleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas. La serie tipo que la caracteriza es la de las Sierras del Pedroso y de las Arcas, que resumimos a continuación:

1. El término más bajo, de los que afloran de esta serie, lo constituye un Lías calizo con calizas con sílex superiores y calizas blancas bien estratificadas, que hacia arriba toman color crema y son bastante fosilíferas localmente. Fallot (1932) descubrió en estos niveles una fauna de Ammonites de edad Pliensbaquense inferior. Esta fauna de *Tropidoceras* ha sido reencontrada por Peyre.

2. El Demerense está representado por una serie caliza algo margosa azulada, con sílex. Hacia el norte hay calizas arcillosas. Adquieren una pátina parduzca y proporcionan *Lamelibranchios*, *Belemnites* y algunas huellas de Ammonites.

3. Niveles de calizas blancas con pátina amarillenta, bastante margosas, que corresponden al Aalenense medio, seguidas de un nivel poco potente de margas rojas, que parecen pasar lateralmente a una caliza nodulosa del tipo de «falsas brechas», con fauna del Aalenense superior.

(En la columna que proporciona Peyre no se señala el Toarcense, probablemente cubierto por derrubios u otros materiales posttectónicos. El mismo recuerda que Blumenthal (1931) lo encontró en la Sierra de Archidona, próxima a la del Pedroso.)

4. El Dogger, que sólo puede datarse por su posición, consta de margas amarillentas y rosadas, en cuya base se observan lechos de radiolaritas muy abundantes y algunos de calizas (microbrechas), que contienen únicamente *Radiolarios* y «filamentos».

5. En los niveles inmediatamente más altos se encuentran formaciones margosas rojizas, con bancos de «calizas en microbrecha» intercalados. La profusión de *Apthychus* ha permitido caracterizar el Jurásico superior.

6. La base del Cretáceo se presenta como margas calcáreas, frecuentemente de color rojizo, cuyos abundantes *Apthychus* permiten la datación de Hauteriviense-Barremense.

7. Después del Neocomiense, sólo se especifica el hallazgo de margocalizas claras con innumerables *Nannoconus*, facies similar a la del Barremense de Estepa.

Peyre insiste en que los caracteres a retener, para diferenciar esta serie, son:

Continuidad desde el Lías inferior hasta el Cretáceo.

Preferencia, en la base de la serie, de niveles calizos.

Importancia de las formaciones margosas a partir del Plienslaquense; se hacen rápidamente predominantes y se continúan hasta el Cretáceo inclusive.

Ausencia en el Jurásico superior de niveles de falsas brechas del tipo «knollenkalk».

### III. Zona Penibética

El término es original de Blumenthal (1927 a, 1927 b), pero Peyre (1962 a) lo emplea en un sentido más restringido. Transcribimos sus propias palabras:

«Las series estratigráficas penibéticas son homogéneas. Presentan un Jurásico superior muy parecido al del Subbético externo, con las mismas masas de calizas oolíticas blancas, entre las que se intercalan en forma discontinua, calizas nodulosas rojas ricas en Ammonites. Encima se sitúa un Cretáceo inferior blanco calizo margoso, seguido de un Cretáceo medio, que es como una costra que se incrusta en un karst, y de un Cretáceo superior, margocalizo blanco con hiladas rojas, que pasa en continuidad a un Eoceno margoso rojo. El Cretáceo medio presenta el mismo aspecto que el del Palo de Málaga.

He observado tales series en las sierras del valle de Abdalagis, en el Camorro alto, en el Torcal, pero existen también, según M. Blumenthal (1931), desde la Sierra del Codo hasta la Sierra Gorda de Loja, en lo que corresponde a los macizos incluidos por este autor en su Penibético medio.»

Peyre menciona además las series del Peñón de los Enamorados y la de Castellones, pertenecientes también a su zona Penibética. Asimismo especifica que «El Penibético reposa sobre el Trías de Antequera» (Peyre, 1962 a), hecho que nosotros mismos hemos visto en el Torcal, cuyas series jurásicas descansan sobre un Trías que parece en continuidad con el de Antequera.

Es interesante notar que el término «Zona Penibética» no es usado por Peyre en una publicación de 1962 b. Lo sustituye por el de «Series meridionales».

#### B) UNIDADES DELIMITADAS POR R. BUSNARDO

Varias unidades han sido individualizadas por Busnardo (1960, 1962) sobre la transversal de Granada. En 1964, en su comunicación titulada *Hypothèses concernant la position des unités structurales et paléogéographiques de la transversale Jaén-Granada (Andalousie)*, hace una clasificación de las diferentes unidades, expresadas en estos términos:

- Unidades del valle del Guadalquivir.
- Prebético de Jaén.
- Unidad de Los Villares.
- Subbético margoso.
- Complejo Subbético frontal.

De todas ellas, excepción hecha de las del valle del Guadalquivir, nos vamos a ocupar a continuación, resumiéndolas a partir de la descripción de Busnardo (1960, 1962, 1964).

#### I. Prebético de Jaén

Contiene Cretáceo, entre 1.500 y 2.000 metros y algo de Mioceno inferior.

Los términos inferiores de esta serie no afloran, salvo en un núcleo anticlinal, en donde se reconoce un Jurásico de facies similar a la del Jabalcuz (Jurásico base de la serie de Los Villares).

#### II. Unidad de Los Villares

La serie tipo es la de Los Villares.

Todos los términos jurásicos de esta serie son citados independientemente con el nombre de serie del Jabalcuz.

Comienza por una lámina discontinua de Trías, que jalona una superficie de cabalgamiento. Sobre el Trías descansa una serie con:

1. Lías inferior calizo, con una base de dolomías.
2. Se termina la serie caliza por un banco con costra ferruginosa, localmente rico en pequeños Ammonites y Espiriferinas domerenses.
3. Masa de calizas grises oscuras o negras en bancos delgados en la base y más gruesos en la misma cresta del Jabalcuz.
4. Zona deprimida de margas silíceas duras, verdosas, con muchos Radiolarios.
5. Calizas oscuras, estratificadas y ricas en sílex, que constituyen casi toda la ladera sur del Jabalcuz. Entre ellas se intercalan dos niveles de calizas nodulosas grises de 6 y 4 metros respectivamente, con facies de «falsas brechas». Un Ammonites hallado en el primero de ambos niveles permite datarlo como Secuanense.
6. El Titónico superior, con Calpionellas, muestra numerosas intercalaciones margosas. Antes de pasar al Cretáceo, conviene consignar que los términos 3, 4, 5 y 6 constituyen lo que Doucillé (1906) denominó «Jurassique à faciès sombre», con una potencia total de 1.400 a 1.500 metros.
7. El Cretáceo inferior está representado por unos 1.600 ó 1.700 metros de margas, con algunos bancos margocalizos. Se hace más arenoso y limoso hacia su cima. Numerosos Foraminíferos, encontrados por Busnardo en los niveles más altos, atestiguan un Gargasense.
8. Encima del Gargasense vienen unos 1.000 metros de areniscas con intercalaciones de arcillas arenosas. Sólo son fosilíferos los últimos bancos de

caliza arenosa, con Orbitolinas y Equínidos. A este potente paquete se le puede atribuir una edad Aptense basal.

9. La serie cretácica termina por margas blancas, cuyo espesor máximo de 300 ó 400 metros, es variable por razones tectónicas. Posee Ammonites y microfauna. Se llega a datar Albense superior y Cenomanense superior e inferior.

Busnardo hace resaltar el hecho de que existan en esta serie el Domerense y el nivel de margas silíceas con radiolarios. Estos caracteres faltan en el Prebético de Cazorla, en el que sobre las calizas del Lías descansa directamente el Argoviense. Son para él caracteres de afinidad subbética.

La unidad caracterizada por la serie de Los Villares, al decir de Busnardo, con notable uniformidad lateral en las facies, aunque no en las potencias, representa una *unidad intermedia entre el Prebético de Jaén y el Subbético margoso*.

### III. El Subbético margoso

La serie tipo es recogida por Busnardo de la Sierra de San Pedro, aunque algunos términos son completados con observaciones que efectuó al N. de Algarinejo.

1. Lías inferior compuesto por calizas y dolomías.
2. Nivel margoso datado por pequeños Ammonites, de edad Domerense inferior.
3. Serie de margocalizas, gris oscuro, no fosilífera y bastante potente, que en algunos puntos pasa a caliza con sílex, en la que se han podido datar el Aalenense y el Bajocense inferior. Busnardo (1962) presenta un corte detallado con cinco niveles fosilíferos, el más bajo con Pleydellia y el más alto con Bradfordia.
4. El resto del Dogger, no muy fosilífero, está representado por margas grises con lechos finos y espaciados de calizas con sílex. Frecuentemente se intercalan coladas de lava, descritas anteriormente por Fontboté y Quintero (1960).
- Los últimos lechos bajo las lavas han proporcionado Ammonites del Bajocense medio al superior, según los puntos.
5. Niveles más o menos potentes de radiolaritas, con facies variables: margas rojas o violáceas, radiolaritas duras con tonos amarillentos pardos o verdes, etc.
6. El resto del Jurásico es margocalizo, a menudo con sílex y poco potente. El paso hasta el Cretáceo es insensible. Sin embargo, en algunos puntos existe el Titónico con facies nodulosa roja (series del Ventisquero y Cortijo Blanca, al NO. de Campillo de Arenas).

7. El Cretáceo inferior es muy potente y con dos facies características: esquistoso-caliza en la región de Valdepeñas de Jaén y margocalizas en otros puntos. Pocos fósiles.

8. El Cenomanense llega a ser potente al sur de Algarinejo y se instala en vastos afloramientos. El resto del Cretáceo superior es de margas rojas características.

Hemos de hacer notar que entre las series agrupadas por Busnardo en la gran unidad *Subbético margoso*, se dan algunas bastante alejadas de la columna que acabamos de reseñar. Tal es el caso de la serie del Ventisquero (NE. de Valdepeñas de Jaén), que además de su Titónico noduloso, presenta un Jurásico de naturaleza caliza.

### IV. Complejo Subbético frontal

Aunque su rasgo característico es el heteropismo, sólo vamos a consignar aquí la serie de Los Grajales (Busnardo, 1962 y 1964) (3).

1. Lías inferior de calizas con sílex y dolomías potentes (500-600 m.).
2. Lías medio y superior margoso, terminado por un nivel noduloso rojo, tránsito Aalense-Bajocense. Con Ammonites se ha podido precisar la existencia de Pliensbaquense y Domerense (100-150 m.).
3. Dogger y Malm inferior constituido por calizas grises con sílex, que pueden pasar lateralmente a calizas oolíticas (200-300 m.).
4. Jurásico superior con calizas nodulosas rojas (10-30 m.).
5. Neocomiense margoso.
6. Nummulítico y Mioceno calizos.

En el complejo Subbético frontal quedan incluidas, entre otras, las series de la Sierra de Cabra y las de la Coronilla (Castillo de Lacubín). Por otra parte, ambas son muy parecidas a la serie de Estepa, que define el «Subbético con Jurásico calizo» de Y. Peyre.

#### C) CONFRONTACIÓN ENTRE LAS UNIDADES DE Y. PEYRE Y R. BUSNARDO. LAS UNIDADES DE A. FOUCAULT

Al comparar las grandes unidades paleogeográficas diferenciadas por Peyre y Busnardo, se destacan diferencias entre ellas.

Algunas unidades de Busnardo no tienen representación en la nomenclatura de Peyre y viceversa, por razones que se derivan de la situación de sus res-

(3) DOUVILLÉ (1906) y BUSNARDO llaman a esta serie de «Los Grajales», quizá por haber tomado erróneamente el nombre del vértice Grajales, situado al NO. de Cárchel (Jaén). Véase Hoja núm. 947 del M. T. N., escala 1 : 50.000, Instituto Geográfico y Catastral.

pectivos sectores. Así ocurre con *Prebético de Jaén* y *Unidad de Los Villares* de Busnardo y con *Penibética* de Peyre. Estas diferencias no revisten, lógicamente, gravedad alguna.

La dificultad sobreviene cuando se concluye la falta de semejanza entre unidades que debieran ser equivalentes.

No se puede establecer verdadera correspondencia entre las unidades que cada uno de ellos ha querido delimitar en la zona Subbética.

Nos ha sorprendido que términos tan parecidos como *Subbético con Jurásico margoso* y *Subbético margoso*, se asignen a unidades representadas por series estratigráficas diferentes.

Por otra parte, la serie de Sierra de Estepa, del Subbético con Jurásico calizo, puede representar, en la transversal de Málaga, a las series de Cabra o de la Coronilla del complejo Subbético frontal, pero es diferente de la serie de Los Grajales.

Busnardo aclara, es verdad, que con la denominación Complejo Subbético Frontal sólo ha querido introducir un término cómodo, sin significado paleogeográfico concreto, pero es necesario hacer resaltar estas diferencias si se quiere proceder con orden.

Únicamente falta hablar, para completar este resumen, de la naturaleza del Prebético s. str. y analizar lo que significa el término Subbético para A. Foucault.

La serie de la Sierra de Cazorla (Fallot, 1945 y otros) ha servido a Foucault (1962) para definir el *Prebético en sentido estricto*. Representa una serie jurásica compuesta por dolomías y calizas que termina por un Lusitaniense. No se conoce el Titónico, pero sí el Cretáceo inferior de tipo Wealdense, con lechos continentales rojos, a veces interrumpidos por niveles neríticos. Existe también un Urgo-Aptense a veces reemplazado por lechos con Ostráceos. El Cretáceo superior comprende dolomías posiblemente senonenses y calizas con *Inoceramus*. En transgresión, un Eoceno medio calizo, con grandes Numulites, que queda recubierto por un Mioceno también transgresivo, de base molásica.

Parece acertada la idea de Foucault, de suponer el Prebético de Cazorla depositado sobre una plataforma, que prolonga al Sur los dominios de la Meseta. (Subrayemos como dato de interés, que el Jurásico de estas series tan externas muestra mayor similitud litológica con el de la Sierra de Cabra o Estepa que con el Jurásico de la unidad de Los Villares).

Entre el Prebético de la serie de Cazorla y el Subbético existente en los alrededores de Huéscar (al N. y NO.), quedan intercaladas algunas unidades denominadas por Foucault *Unidades intermedias*, equivalentes a las de Jaén. Para conocimiento de las series representativas de estas unidades remitimos a la publicación citada ya, de A. Foucault.

Solamente vamos a añadir la serie que, para Foucault (1960, 1962), caracteriza el Subbético:

1. Serie de dolomías y calizas, en cuya base se ha datado el Lotharingense. Pliensbaquiense superior y Domerense tienen bancos de sílex.
2. Lías superior margocalizo.
3. Dogger calizo y margocaliza a veces rojo y también fosilífero.
4. Igualmente fosilífero es el Titónico con facies de «falsa brecha», que pasan hacia arriba a calizas blanco-verdosas.
5. Neocomiense margoso y Berrianiense margocalizo, con Ammonites bastante abundantes.
6. Senonense de calizas margosas rosas y blancas con «rosalinas».

Sugerimos la comparación de esta serie Subbética con las enumeradas hasta aquí.

#### LAS SERIES SUBBÉTICAS AL SUR DE LA LÍNEA CÁRCHEL-ALCALÁ LA REAL

Mientras hacíamos el estudio de la región situada al sur de la almeación Cárcel-Alcalá la Real, nuestra intención era la de atender las exigencias de una posible reconstrucción paleogeográfica. Pero si se quiere dar una visión correcta de la paleogeografía de la Zona Subbética, a través de nuestras investigaciones, ha de ser a costa de presentar una descripción larga y unos resultados poco esquemáticos.

Contando con la dificultad de expresar brevemente y sin mutilaciones una realidad de tantas facetas, vamos a empezar por describir las columnas estratigráficas que hemos erigido en *series atípoas*. Después restableceremos sus posiciones en el geosinclinal y, si es posible, veremos sus equivalencias con las series precedentes, citadas por otros autores.

Para ver la situación actual de las diferentes series estratigráficas consúltese la figura 1. La descripción se hará empezando por las más meridionales y hacia el Norte.

#### I. Series del Cáuro y Sierra Arana

En Sierra Arana, Blumenthal y Fallot (1935) establecieron la siguiente serie (muy resumida aquí):

1. Lías indiferenciado. Calizas blancas, oolíticas, calizas con sílex y dolomías de base. En ocasiones los niveles calizos son lenticulares. (Hemos de precisar que calizas blancas y dolomías constituyen la mayor parte de la potencia total de la serie de Sierra Arana).
2. Toarcense. Datado únicamente en dos puntos, está formado por horizontes margocalizos grises, amarillentos o rojos. No es posible saber si son constantes o lenticulares. (En nuestra opinión no son constantes). En el corte

de la loma de los Conejos, NNE. de Cogollos Vega, no existen tales horizontes y bajo el Malm se colocan unas calizas recristalizadas (Dogger?) y calizas con sílex (Lías superior?).

3. Dogger? Calizas que pueden faltar en algunos puntos. La presencia o no de estos niveles parece discutible.

4. Malm. Calizas nodulosas grises y rojas con Ammonites que datan el Callovense, Argovense y Titónico medio y superior.

5. Neocomiense, con margocalizas blancas, datable a veces por buenas faunas de Ammonites.

La serie del Cáuro, que caracteriza la unidad de Moclin (García-Dueñas, 1966), no ha sido observada en ningún corte suficientemente completo.

La columna puede reconstruirse con los términos:

1. Base dolomítica muy potente de edad desconocida. Debe pertenecer al Lías.

2. Lías. Calizas blancas de grano muy fino con bancos oolíticos. Afloran extensamente en el Cáuro.

3. Lías sup.? Calizas con sílex azoicas y bastante desarrolladas en algunos puntos.

4. Malm. Calizas nodulosas grises con aspecto de «falsas brechas» y microfacies, propias del Jurásico superior. No se puede afirmar que comprendan todo el Malm, pues sólo han suministrado un fragmento de Perisfinctido indeterminable.

5. Neocomiense. Margocalizo y margoso blanco, con Ammonites (Bochianites, Crioceratites, etc.) y Aptychus.

Las dos series del Cáuro y Sierra Arana, deben proceder de dominios sedimentarios semejantes y próximos. Las diferencias entre ambas son pequeñas. Pertenecen a unidades alóctonas, al menos la del Cáuro (García-Dueñas, 1966), y aunque no vamos a discutir ahora la cuestión de su procedencia, consignamos la posibilidad de que su «patria» estuviera situada al sur de Sierra Elvira y al norte de los dominios propiamente béticos.

## II. Series de Sierra Elvira y del Cortijo del Zegrí

Son estas dos series parecidas y fácilmente relacionables.

La de Sierra Elvira es más meridional y la constituyen los materiales más internos autóctonos o parautóctonos del Subbético de la transversal de Granada.

Sólo unos kilómetros al E. está enclavada Sierra Arana, con una sucesión de tramos entre el Lías y el Neocomiense. Pero sus niveles son muy diferentes de los de Sierra Elvira y en nuestra opinión forma parte de una unidad depo-

sitada en otros dominios, por tanto, con un papel tectónico absolutamente distinto que el de la Unidad de Sierra Elvira.

La serie de Sierra Elvira fue estudiada en 1889 por Bertrand y Kilian, y esta primera descripción se completa con el meticoloso corte estratigráfico efectuado por A. Linares y R. Mousterde (1962).

Si la columna de Sierra Elvira no acusa notables diferencias en cuanto a litología con la del Zegrí (ésta es más margosa en conjunto), las potencias de algunos tramos varían sensiblemente de una a otra.

Con todo, el parentesco indudable entre ambas series nos permite omitir el relato de la primera, remitiendo al interesado a la bibliografía.

Así es que consignamos solamente la serie del Cortijo del Zegrí, situado junto al kilómetro 394 de la carretera Granada-Jaén.

Hacia el NO. del Cortijo se extiende un afloramiento extenso de materiales terciarios: Nummulítico en sentido lato y Mioceno superior. No se puede ver con claridad la base de la serie terciaria enmascarada por el Mioceno transgresivo y por los derrubios actuales, pero es probable que sean las margocalizas del Senonense o del Paleoceno.

No existen materiales atribuibles al Aptense o Albense.

La serie mesozoica desde el Lías inferior, comprende:

1. Lías medio e inferior (más de 400 m.).

a) Dolomías. Su contacto con las calizas superiores es difícil de seguir. Los contactos no se hacen en un nivel determinado porque la dolomitización es secundaria (fantasmas de oolitos).

b) Caliza blanca y/o crema, masiva de grano fino, muchas veces oolítica.

c) Calizas con sílex (12 m.) (no existen de modo continuo en la vertiente N. de las alineaciones del Zegrí porque el contacto entre Domerense y Lías medio es de falla normal).

2. Domerense (40-60 m.). Margocalizas azules en fractura reciente, amarillentas por meteorización, con nódulos de pirita y en ocasiones pirita cristalizada en pequeños cubos. La fauna es poco abundante, pero suficiente para conseguir la datación (Emaciaternas).

3. Toarcense (120 m.). Su parte más alta queda incluida en los niveles con muchos fósiles de margocalizas grises (30 m.) y margas amarillas (70 m.), muy piritosas con fauna mal conservada que alcanza los primeros Hildoceratitas.

4. Aalenense (10 m.). Calizas con sílex y últimos bancos de las calizas nodulosas rojas fosilíferas, de tipo «Ammonítico Rosso», con Hammatoceras.

5. Dogger-Malm (35 m.). Niveles rojos, rosados, verdosos y blancos, margosos y margocalizos con sílex rojos y verdes y con radiolaritas s. lat. en la base. Falta fauna y microfauna característica. En un solo punto, lejos de este



corte, y en niveles algo por encima, de unas radiolaritas equivalentes a las que acabamos de citar, apareció un trozo de *Stephanoceras*?

6. Titónico superior (hasta 85 m.). De arriba a abajo, tiene un tramo de caliza tableada roja con sílex y margocalizas, otro de calizas detríticas, a veces con sílex y un nuevo tramo de bancos rojos con sílex y Radiolarios; todo reposando sobre una formación de turbiditas semejante a la Berriasense y como ésta con *Aptychus* y Tintinidos en los niveles detríticos.

(Parece muy posible que las microbrechas con *Aptychus* de Peyre sean bancos de estos tramos.)

7. Berriasense? (30 m.). Formación con turbiditas. Los lechos más detríticos brechoides presentan usualmente *graded-bedding* y en su muro menudean los *Aptychus*, que junto con los Tintinidos permiten la datación.

8. Neocomiense margocalizo y margoso blanco, datado por algunos Ammonites (*Neocomites*, *Olcostephanus*).

Bajo esta serie debe existir un Trías que no llega a aflorar en ningún punto del núcleo anticlinal del Puerto del Zegri.

### III. Serie de Alta Coloma

La columna estratigráfica cuyos términos se resumen, ha sido establecida en el flanco norte del anticlinal de Alta Coloma. Puede reconstruirse en el corte que proporciona el barranco de las Cabezuelas, muy cerca en dirección SE., de Campillo de Arenas.

1. Domerense? Aunque calizo, posee bancos delgados ligeramente margosos. Se han hallado en algunos bancos «ripple-marks». Sólo 11 metros de este paquete infratoarcense están descubiertos y aparecen visibles.

Es presumible que el Lías medio e inferior sean en conjunto poco potentes, si se excluyen las dolomías basales, observables en el vértice Alta Coloma (1.690 m.).

2. Toarcense (50-60 m.). Niveles calizos, muchos con sílex, de los cuales los más altos son del Aalenense. Destacan dos intercalaciones margosas blanco-amarillentas de 3 y 2 metros respectivamente, con Ammonites del Toarcense (*Hildoceras* y *Harpoceras*).

3. Aalenense (25 m.). Muy fosilífero (*Ludwigiella*, *Haplopleuroceras*) y más margoso que el Bajocense, sobre todo en sus niveles inferiores. Las superiores, por el contrario, muestran una transición gradual, hasta el Bajocense.

4. Bajocense (100 m.?). Constituido por margas y calizas margosas con sílex, coronadas por unos niveles rojos azoicos. Con Ammonites, se han podido separar en este paquete el Bajocense superior y el inferior (niveles de *Skirroceras* y *Otoites*).

5. Bathonense y Malm (60-70 m.), no se pueden separar ni litológica ni cronológicamente. Se datan por su situación entre Bajocense terminal y Titónico. Muy cerca del Titónico se han recogido muestras con *Saccocomidae* que afirman la datación. Estos tramos, representados en el corte por margocalizas silíceas con disyunción peculiar, no tienen siempre la misma naturaleza. Al OSO. de Puerto Carretero, en la falda N. de la Sierra de Montillana, niveles de la misma edad se presentan como radiolaritas y calizas silíceas, con alguna intercalación de rocas volcánicas.

6. Titónico-Berriasense (15 m.). Tramos rojos, con *Calpionellas*, alguno radiolarítico, unas margocalizas y un banco de casi 1 metro de microbrecha con *Aptychus*, también con *Calpionellas*.

Un nivel o niveles de microbrecha como éste, no faltan nunca en las inmediaciones de la transición Jurásico-Cretáceo.

7. Cretáceo inferior. Los materiales más modernos de esta serie (margas y margocalizas), tienen edad Neocomiense. La datación no puede ser más precisa con los pocos Ammonites mal conservados y *Nannoconus* que han suministrado estos tramos.

La parte alta del Neocomiense muestra finas intercalaciones limosas y en todo el espesor de este paquete aparecen con frecuencia pliegues penicontemporáneos de la sedimentación.

Al SO. del vértice Alta Coloma, cerca de Puerto Carretero (carretera Granada-Jaén), el Neocomiense contiene en su base unos 100 metros de margas y margocalizas grises, con frecuentes estructuras de «slumping» y hasta seis niveles de brechas intraformacionales, de edad Berriasense y de poca extensión lateral.

### IV. Serie de Casa Blanca

Se aprovecha para su estudio el corte del arroyo de las Huertas, al NW. de Campillo de Arenas. La misma serie ha sido mencionada por Busnardo (1962) con el nombre de serie del Cortijo Blanca.

Veamos los tramos que se han podido diferenciar:

1. Lías en general (más de 150 m.). Constituido por una sucesión que se hace más caliza en su base, a la vez que aumenta su contenido en sílex. Contacta mecánicamente con unas dolomías muy laminadas (10-30 m.), bajo las que aflora una lámina de Trías de tipo andaluz.

2. Lías superior? (20 m.). Es más margoso. Su datación carece de fundamentos paleontológicos. Se delimita por un cambio en la litología.

3. Bajocense (11 m.). Niveles rojos nodulosos y fosilíferos, del Bajocense medio y superior y caliza oscura gris, del Bajocense inferior. Niveles con *Skirroceras*, *Sphaeroceras* y *Otoites*, respectivamente.

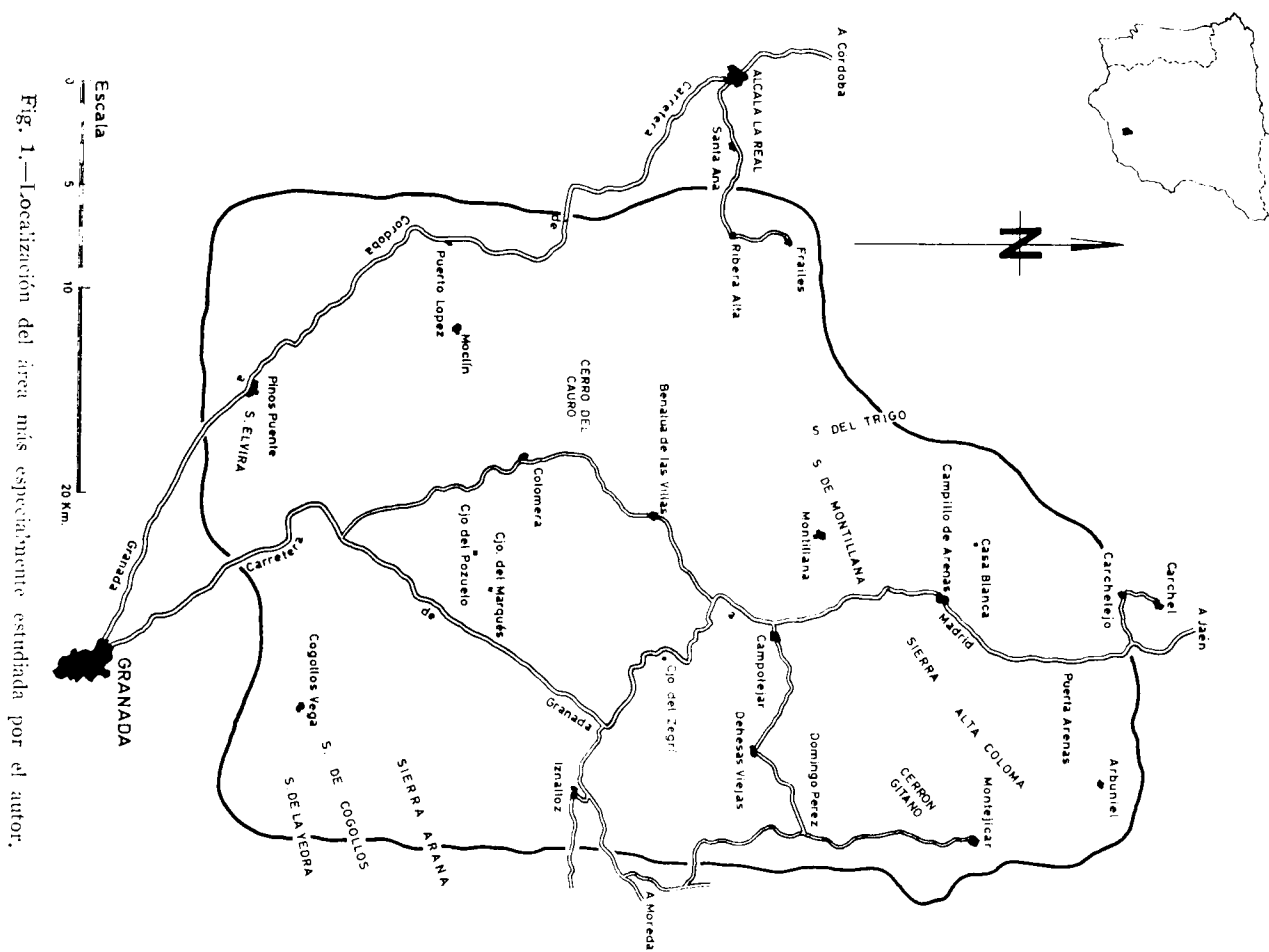


Fig. 1.—Localización del área más especialmente estudiada por el autor.

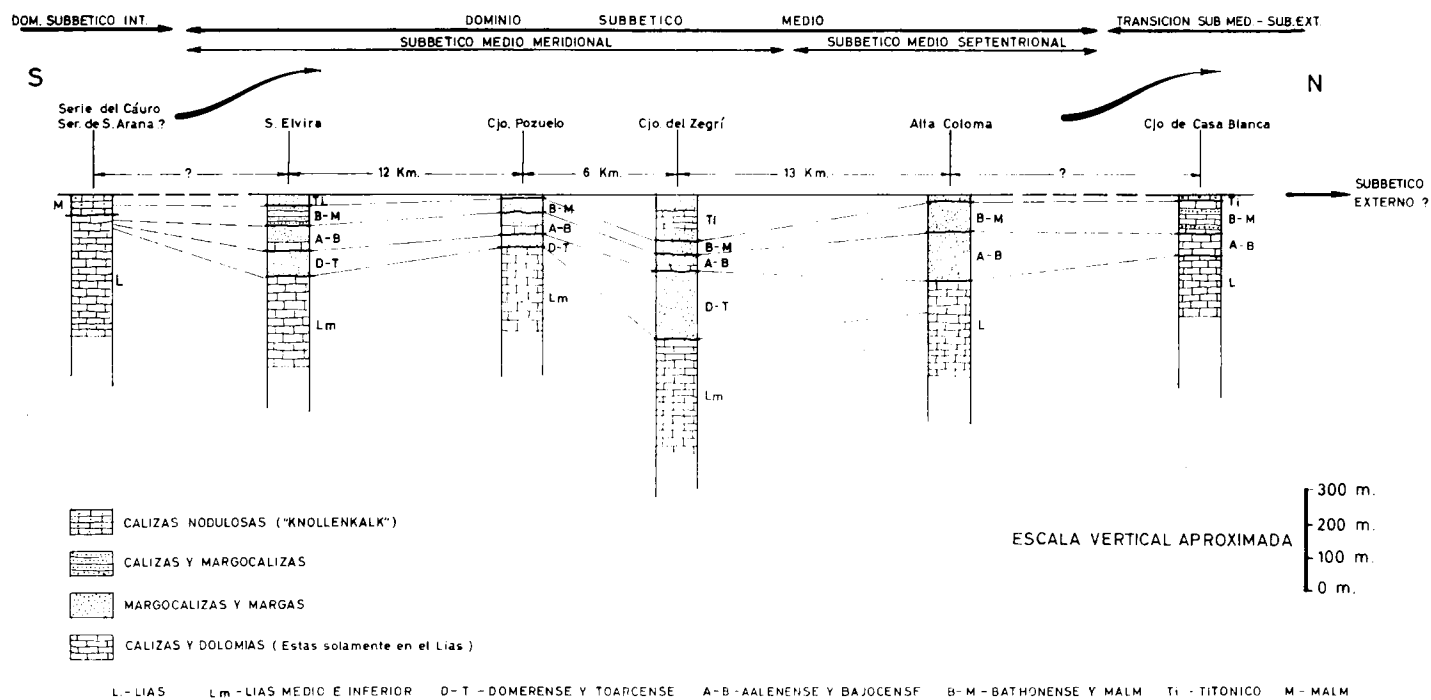


Fig. 2.—Esquema sobre la situación en la cuenca sedimentaria, de las series subbéticas de la transversal de Granada, Rasgos litoestratigráficos y posición relativa de los Dominios Subbéticos.

Las flechas indican el sentido en el que se han corrido ciertas unidades, las cuales se nos muestran hoy fuera de sus primitivos dominios sedimentarios.

4. Lusitaniense-Bathonense (80 m.). Bancos de calizas con sílex alternando con otros más margosos, de desarrollo muchísimo menor. No se sabe con seguridad si en este tramo queda incluido el Dogger superior. La datación se basa en el estudio de las microfácies y en la posición.

5. Titónico inferior-Kimmeridgense (20 m.). Calizas nodulosas rojas («falsas brechas»), muy fosilíferas. (Simoceras, Paraberriasella)

6. Berriasense-Titónico superior (15 m.?). Margocalizas blancas con Berriasella y Tintinidos. Entre los bancos basales se intercala microbrecha con Aptychus.

7. Neocomiense (150 m.). Margas blancas, datadas al NE. de Casa Blanca, en los alrededores del Cortijo del Convento, con algunos Ammonites.

Más adelante se discutirá la relación de la serie de Casa Blanca con la Alta Coloma, pues a pesar de la aparente continuidad lateral cada una de estas series pertenece a una unidad estructural diferente.

#### RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOGRÁFICA

Con sólo reparar en la situación relativa de los cortes que proporcionan las series descritas (figs. 1 y 2), puede elaborarse un esquema del geosinclinal subbético y de la naturaleza de sus depósitos. Pero conviene añadir algunas pinceladas y retocar ese primer esquema demasiado simple.

En la reconstrucción que vamos a efectuar, las series más meridionales son las del Cáuro y Sierra Arana. Debieron depositarse al sur de sus afloramientos actuales, en un dominio sedimentario bastante ancho. Las distancias entre sus afloramientos más alejados según un corte transversal, oscila entre 7 y 10 kilómetros.

Situar el dominio sedimentario de estas series al norte de la Zona Bética *s. str.* es una posibilidad sugerente. En efecto, las columnas estratigráficas de las Unidades de Moclín y Sierra Arana poseen un evidente «aire» subbético, aunque son muy diferentes de la serie subbética más próxima (Sierra Elvira). En la misma Subbética existen series de naturaleza muy similar. Sirva como ejemplo, entre muchísimos otros, la serie de la Sierra de Cabra.

Al recorrer la transversal de Granada de Sur a Norte, el primer elemento autóctono relativo que se tropieza es la Sierra Elvira. Sus depósitos del Domerense, Toarcense y Aalenense está bien caracterizados litológica y paleontológicamente. El Dogger y el Malm, con apariencia de serie comprensiva, dan paso a un Titónico relativamente potente y sin niveles de falsas brechas.

Más al Norte, la ya descrita serie de Zegrí, tiene niveles semejantes y mejor desarrollados, sobre todo por lo que toca al Domerense y Toarcense. Persiste en el Dogger-Malm, más margoso, el carácter de serie comprensiva y el Titónico es más potente y variado en su litología.

Se puede pensar que son los mismos niveles de Sierra Elvira, pero depositados en puntos de más acusada subsidencia.

La transición de Sierra Elvira al Zegrí no se hace de una forma progresiva. Se intercalan series reducidas no descritas (Cortijo del Marqués y del Pozuelo, al SE. de Colomera), testigos de un posible *umbral* entre dos surcos de mayor subsidencia.

El paso de la serie del Zegrí a la Alta Coloma se hace quizás de un modo más gradual. Pero es cierto que el cambio lateral de un Jurásico a otro se efectúa casi siempre bajo el Neocomiense del sinclinorio de Campotejar: no es accesible a la observación más que en áreas reducidas.

Justamente, en las series jurásicas del sinclinorio de Campotejar se han intercalado la mayoría de las coladas de rocas volcánicas que afloran en esta transversal.

Unos kilómetros al Norte del Zegrí se encuentra el primer afloramiento volcánico. El número de intercalaciones de rocas volcánicas se multiplica de tal forma, que en algunos cortes es superior a diez, desde las capas del Aalenense inferior hasta el Titónico.

Pero detrás de la simplicidad aparente en la transición entre el Zegrí y Alta Coloma, se esconde una realidad muy otra, por cuanto afloran niveles de litología extraña a la de ambas series. Por ejemplo: Titónico de facies «knollenkalk», Malm calizo oolítico o casi totalmente radiolarítico, etc.

Un nuevo problema se propone con la correlación de las series de Alta Coloma y Casa Blanca. Pensamos que esta última aparece en ventana tectónica, es decir, cabalgada de una manera general.

Aunque los problemas de aloctonía de parte de la Zona Subbética se plantearán más extensamente en otra comunicación, indicaremos aquí, que en algunos puntos el Keuper basal de la serie de Alta Coloma se halla en continuidad con otro «corrido» hacia el Norte.

En los alrededores de Hueima y Larva, la unidad corrida está constituida casi exclusivamente de Trías, que deja entrever en ventanas tectónicas materiales del Aptense y del Albense. Así fue observado por Busnardo y Darand-Delgá (ver en Busnardo, 1962) y por Fontboté (*in litt*). Fue este último quien llamó a este Trías corrido «Manto de Cambil».

Nuestros propios estudios sobre la unidad corrida nos han permitido precisar dos hechos esenciales:

a) Que dicha unidad no está constituida exclusivamente por Keuper

b) Que la serie estratigráfica más meridional de la unidad corrida es semejante a la de Alta Coloma. La unidad corrida se enraiza inmediatamente al norte de la Sierra de Alta Coloma.

En efecto, en los alrededores de Casa Blanca, se concluye que sobre el Keuper aloctono descansa una serie con Jurásico y Neocomiense idénticos

a los de la serie de Alta Coloma. Tal ocurre también en la Marceral y en la Sierra del Trigo, al W. de Campillo de Arenas, ambas en continuidad con la Sierra de Montillana.

Haciendo caso omiso de las deformaciones posteriores a la primera traslación de la verdadera unidad autóctona —manto de Cambil más caparazón Jurásico-Cretácico—, se ve cómo ésta se enraíza a lo largo de la línea Puerta Arenas-Navalcán.

De aquí podemos concluir que la distancia entre Alta Coloma y Casa Blanca en el momento de su depósito era mucho mayor que la actual. Asimismo es lógico esperar que más al Norte, en el frente del conjunto corrido, se encuentren testigos de unidades con columnas estratigráficas semejantes a la de Casa Blanca. Corresponderían, sin duda, a series intercaladas entre las dos series tipo de Alta Coloma y Casa Blanca.

Por otra parte, basta la comparación entre las series de Cabra y Estepa con la de Casa Blanca para decidirse a situar esta última en un dominio más interno, más próximo en nuestro caso, a la zona de mayores subsidiencias. Lo que equivale a decir que se puede ver en la serie de Casa Blanca un eslabón del tránsito entre Alta Coloma y una unidad más externa como la de Sierra de Estepa, que podría estar representada o no en esta transversal.

#### EXAMEN CRÍTICO DE LAS DENOMINACIONES DE LAS UNIDADES YA DELIMITADAS

Tomando como jalones estratigráficos las series estudiadas en la transversal de Granada, se puede efectuar, como acabamos de ver, la reconstrucción del geosinclinal subbético en el sector central de la Cordillera.

Es fácil superponer a la reconstrucción croquizada en la figura 2 las unidades en que han dividido la zona Subbética Peyre y Busnardo

#### *La terminología de Peyre (1961)*

La serie tipo elegida por Peyre para caracterizar el «Subbético con Jurásico margoso» es una serie ciertamente próxima a la del Zegrí. Cabría perfectamente entre las series del borde meridional del sinclinal de Campotejar. Su continuidad lateral desde la transversal estudiada por Peyre hasta la nuestra no nos ofrece dudas.

El «Subbético con Jurásico calizo» tendría para nosotros una situación inequívoca, al Norte de la serie de Casa Blanca (véase la fig. 2).

En cuanto al «Penibético» de Peyre no dudamos de su correspondencia con las series del Cáuro y Sierra Arana.

La semejanza entre el Subbético de la transversal de Málaga y el que hemos estudiado es evidente. Sin embargo, tropezamos con algún inconveniente

al extender a nuestra transversal la terminología de Peyre. Ninguna de sus unidades incluye series comparables a las de Alta Coloma y Casa Blanca, series tan comunes en la transversal de Granada como la del Zegrí. La primera de ellas, se puede seguir 70 kilómetros hacia el W., hasta la transversal de Priego, por lo menos.

Además, entre las series del sinclinorio de Campotejar se presentan variaciones que se apartan obstinadamente de la serie tipo descrita por Peyre para el «Subbético con Jurásico margoso». Sirvan de ejemplo los puntos en que aparece Titónico noduloso rojo, que dicho autor considera como exclusivo del Subbético con Jurásico calizo.

La misma denominación «Subbético con Jurásico margoso» tiene un sentido restringido, pues en muchas de las series agrupables bajo este nombre aparece mayor potencia de calizas que de margas. Un ejemplo es el de la serie del Zegrí (por 450 m. de calizas aparecen 250 m. de margocalizas y margas).

Para disponer de una denominación exacta y suficientemente general el nombre habría de aludir, de una manera directa, al predominio de la sedimentación margosa y margocaliza durante el Jurásico.

Igualmente resulta artificiosa la denominación «Subbético con Jurásico calizo» aplicada a series como la de Estepa, cuya litología recuerda enormemente a otras que el mismo Peyre llama «Penibéticas». Además el término «Penibético» ha perdido carácter y significación conforme se ha desentrañado la estratigrafía y la estructura de la antigua zona Penibética de Blumenthal. Con los conocimientos actuales no parece necesario mantener en uso el término «zona Penibética», ya que una parte de las unidades que la constituyen se pueden incorporar al Subbético, y el resto al manto de Málaga.

#### *La terminología de Busnardo (1962)*

En el transcurso de nuestra exposición, hemos visto cómo con este autor, hay que distinguir dos unidades en el Subbético: «Subbético margoso» y «complejo Subbético frontal».

La serie tipo del Subbético margoso está tomada de la Sierra de San Pedro, aunque en la descripción de algunos niveles hace referencia a la serie de Algarinejo, mucho más interna. En conjunto la serie de la Sierra de San Pedro parece corresponder con la de Alta Coloma, que hemos descrito ya.

Pero el «Subbético margoso» de Busnardo presupone cierta heterogeneidad por cuanto comprende, además de las mencionadas, las series de Cortijo Blanca (llamada aquí de Casa Blanca) y la del Ventisquero.

La serie de Casa Blanca ha sido ya tratada con detalle. Se ha discutido incluso el problema de su posición y su relación con el resto del Subbético.

Por el contrario, no conocemos personalmente la serie del Ventisquero. Aunque la descripción que hace Busnardo de ella (1964), es muy sobria, des-

taca el carácter calizo de su Jurásico y la presencia de Titónico noduloso rojo. No es difícil pensar para una columna de esas características, en su afinidad con series como las de Casa Blanca o Sierra de Cabra. Para precisar este punto habría que conocer con más detalle la estratigrafía y la posición tectónica de toda la unidad del Ventisquero.

Esta problemática en la interpretación indica a las claras que la integración de todas estas series en una unidad de jerarquía superior, no ha sido efectuada con un criterio paleogeográfico.

Ocurre lo mismo con el «complejo Subbético frontal». Ya advierte el autor en este caso, las limitaciones de la denominación.

Las series comprendidas bajo ese nombre (Cabra, La Coronilla, etc.), son muy semejantes entre sí, con una excepción: la serie de Los Grajales.

La primera (Cabra) tiene para nosotros una posición estratigráfica clara y bien definida. Su posición estructural queda resuelta, por el momento, al menos en lo que atañe a consideraciones sobre estructuras mayores. Las series que se le asocian pertenecen a un dominio sedimentario al norte del de la unidad de Casa Blanca.

Ante el macizo de Los Grajales, Busnardo toma partido por un «origen ultra», es decir, meridional más interno, con relación al «Subbético margoso».

Nosotros, dentro de la prudencia que nos aconseja el carecer de datos directos provenientes de una observación personal, aventuramos una hipótesis basada en la estimación de que la serie de Los Grajales y la de Casa Blanca tienen cierta afinidad. Según esta hipótesis, no comprobada aún, al macizo de Los Grajales representa el frente del conjunto Subbético corrido hacia el norte. A la vez que esta hipótesis estaría muy en consonancia con el «origen ultra» que Busnardo estima para la unidad de Los Grajales.

Si esta hipótesis es cierta, cuestión que habría que dilucidar con el futuro, el macizo de Los Grajales-Santa Cristina quedaría definido como la serie completa más septentrional, en la transversal de Granada, de un «manto subbético» de vergencia norte, que se enraiza entre Arbuniel y Sierra del Trigo.

Salvando la posibilidad de complicaciones intermedias, se puede pensar que la traslación de este manto es como mínimo de 15 kilómetros de distancia entre su raíz y el frente norte de la Sierra de Santa Cristina. En este cálculo de la magnitud del corrimiento con una serie completa, se prescinde de las traslaciones particulares del Trías como unidad autóctona independiente, traslaciones derivadas de su comportamiento plástico y que pudieron ocurrir en momentos posteriores. Si estos otros desplazamientos hacia el N. se toman en cuenta, el recorrido total sería mucho mayor.

#### SOBRE UNA NUEVA NOMENCLATURA PARA LAS SERIES SUBBÉTICAS

La delimitación en la transversal de Granada de nuevos dominios sedimentarios, muestra la existencia de series cuyas características no encajan bien con las de ciertas unidades definidas hasta ahora.

Se plantea la dificultad de generalizar las denominaciones propuestas en los últimos años, para sistematizar el conocimiento de las series subbéticas.

Con ello nos vemos abocados a refundir los datos acumulados sobre la Zona Subbética entre las transversales de Guadix y Málaga.

Nuestra intención se cifra en proponer una subdivisión que permita diferenciar a grandes rasgos dominios esenciales del geosinclinal subbético.

A continuación pasamos a detallar la terminología que proponemos, indicando las «series tipo» de nuestra transversal y las unidades ya definidas, que se agrupan bajo cada uno de los nuevos nombres.

##### I) *Dominio subbético interno*

Es el dominio más meridional de la cuenca subbética. Se han depositado en él las series del Cáuro (Unidad de Moclin) y Sierra Arana. Comprenden además el «Penibético» de Peyre.

Los materiales de este Subbético interno se encuentran actualmente corridos hacia el Norte, por lo que los límites de esta unidad no pueden ser establecidos con exactitud.

El área origen de estos sedimentos se podría situar al sur de Sierra Elvira y, al norte de la Zona Bética *s. str.*

Los depósitos terciarios y cuaternarios impiden ver columnas intermedias, si es que existen (4), entre el Subbético interno y la serie de Sierra Elvira. Tales columnas proporcionarían datos estimables para situar definitivamente la «patria» del Subbético interno, patria que podría resultar parcialmente oculta por la traslación general del edificio Bético *s. str.* hacia el Norte.

##### II) *Dominio subbético medio*

Comprende las unidades «Subbético con Jurásico margoso» de Peyre y «Subbético margoso» de Busnardo.

Se extiende en la transversal de Granada en una franja de más de 35 ki-

(4) Mantenemos ciertas reservas sobre este punto hasta tanto no se conozca con mayor exactitud el papel de la Unidad de Zafarraya, definida por VERA (1966) y el significado de algunos afloramientos liásicos de los alrededores de Alhama (véase BERTRAND y KILIAN, 1889).

lómetros de anchura, que incluye desde Sierra Elvira hasta las Sierras del Trigo, Marceral y Alta Coloma.

En la transversal de Málaga su anchura no puede calcularse con exactitud. Peyre no cita series equivalentes a la de Alta Coloma, pero a partir del esquema publicado por él en 1961, la amplitud de la franja ocupada por el Subbético medio puede evaluarse como de unos 30 kilómetros. Este valor se repite en la transversal de Loja.

Las series «subbéticas medias» se han depositado en un surco general bien diferenciado durante el Jurásico, en la región central del geosinclinal subbético. Pero ya hemos apuntado que el surco, al menos en su parte oriental, se encontraba subdividido por algunos umbrales intermedios.

Son frecuentes las erupciones volcánicas, localizadas en algunos de los surcos secundarios, erupciones que se han prolongado, más o menos en el tiempo, según los puntos.

Asimismo parece un rasgo característico del Subbético medio la falta de Aptense-Albense. Yo mismo no lo he encontrado nunca, ni es citado más al W. por Peyre o por Vera.

Indistintamente sobre el Neocomiense del Subbético medio o el del S. interno, corrido sobre él, se apoya generalmente un Senonense de facies pelágicas («capas rojas») que soporta un Paleoceno base de la serie nummulítica. Se han datado también el Mioceno inferior y el superior, amén de otros materiales postectónicos.

### III) *Subbético externo*

Aplicaremos esta denominación a las series depositadas en un vasto umbral situado al norte del gran surco Subbético medio.

Se caracteriza por series de naturaleza muy caliza, del tipo Sierra de Cabra. Pertenecen a esta gran unidad las series del «Subbético con Jurásico calizo» y muchas del «Complejo Subbético frontal».

Se le pueden añadir incluso series como la de Casa Blanca, que se manifiestan como intermedias entre el Subbético externo y el medio, pero destacando de algún modo su carácter transicional.

Sin pretender reducir las a un dominio sedimentario peculiar, apuntamos el nombre de Dominio Subbético externo meridional para estas series de transición, nombre que permite diferenciarlas de otras más septentrionales intercaladas entre el Subbético externo y Prebético más interno.

\* \* \*

Damos a continuación un ejemplo que expresa el alcance y uso de las nuevas denominaciones. Servirá también para concretar la nomenclatura propues-

ta y resumir nuestras ideas sobre la Zona Subbética en la transversal de Granada.

En esta transversal afloran extensamente series del *Dominio Subbético Medio* (Sierra Elvira, Zegrí, Alta Coloma). En el sur, cerca de Granada, se han reconocido unidades del *D. Subbético Interno* (unidades de Moclin y Sierra Arana), corridas sobre las series más meridionales del *D. Subbético Medio*.

Al norte de Campillo de Arenas, un manto constituido esencialmente por materiales del *D. Subbético Medio* (Sierra del Trigo, la Marceral), se ha trasladado hacia el norte y cabalgando sobre el *D. Subbético Externo meridional?* (Casa Blanca) y el *D. Subbético Externo*, hasta el Prebético. En el frente del manto se reconocen posibles unidades del *D. Subbético Externo meridional* (Los Grajales, emparentado con Casa Blanca).

### *Consideraciones sobre el Prebético*

El término Prebético fue creado por Blumenthal (1927 *b*), pero Fallot amplió el sentido que tuvo en su origen.

«El Prebético corresponde a la franja de terrenos autóctonos o paraautóctonos, todavía dislocados, que se encuentran inmediatamente delante y por debajo del frente Subbético. Su carácter estratigráfico esencial consiste en depósitos secundarios neríticos o continentales, siempre de facies no profundas...» (Fallot, 1948).

Nos parece que el criterio estratigráfico escogido para la diferenciación debía ser más limitado, por cuanto en las series jurásicas no hay argumentos decisivos para diferenciar Prebético y Subbético. A este efecto basta recordar la naturaleza del Jurásico de la Sierra de Cazorla.

En el caso del Jurásico del *Jabalruz* (ver descripción de R. Busnardo), parece más lógico asociarlo al *Dominio Subbético Medio* que al *Subbético Externo* o al Prebético de Cazorla. Esto ocurre si sólo se tienen en cuenta las litologías respectivas y se prescinde de la posición.

Si suponemos que en la transversal de Granada y al norte de la posición ocupada por el *Dominio Subbético Externo meridional* (Serie de Casa Blanca) se sitúan unidades similares a las de Sierra de Cabra o Sierra de Estepa, las consecuencias paleogeográficas son evidentes: *El Dominio Subbético Externo (con series equivalentes a Cabra y Estepa) habría estado situado en un «umbral» que separaba el «surco» del Dominio Subbético Medio y el de la Unidad de Los Villares (su Jurásico es el de Jabalruz).*

Entonces no puede suponerse la serie Jurásica del *Jabalruz* como *vecina inmediata e intermedia* entre el Subbético medio y el Prebético de Jaén.

Las afinidades, que existen para Busnardo, entre la serie del *Jabalruz* y el Jurásico del Subbético margoso, se pueden explicar como un caso de relativa

convergencia de facies a ambos lados de un «umbral» de la cuenca sedimentaria. La serie de Casa Blanca representa para nosotros una transición entre las series del posible «umbral» (parecidas a Sierra de Cabra?) y las más septentrionales del *Dominio Subbético Medio*.

#### CONCLUSIÓN

El nombre de cada uno de los dominios paleogeográficos: *Subbético Interno*, *Medio* y *Externo*, guarda una relación lógica con la localización de las áreas en que se acumularon los sedimentos respectivos.

Las nuevas denominaciones no están ligadas a series de litología extremadamente concreta. Hay una tolerancia moderada a los cambios de facies dentro de cada *Dominio* y con ello se facilita la generalización de esta nomenclatura.

Solamente la ampliación de nuestros estudios a otros sectores próximos nos hará comprender las deficiencias de la nueva terminología que proponemos.

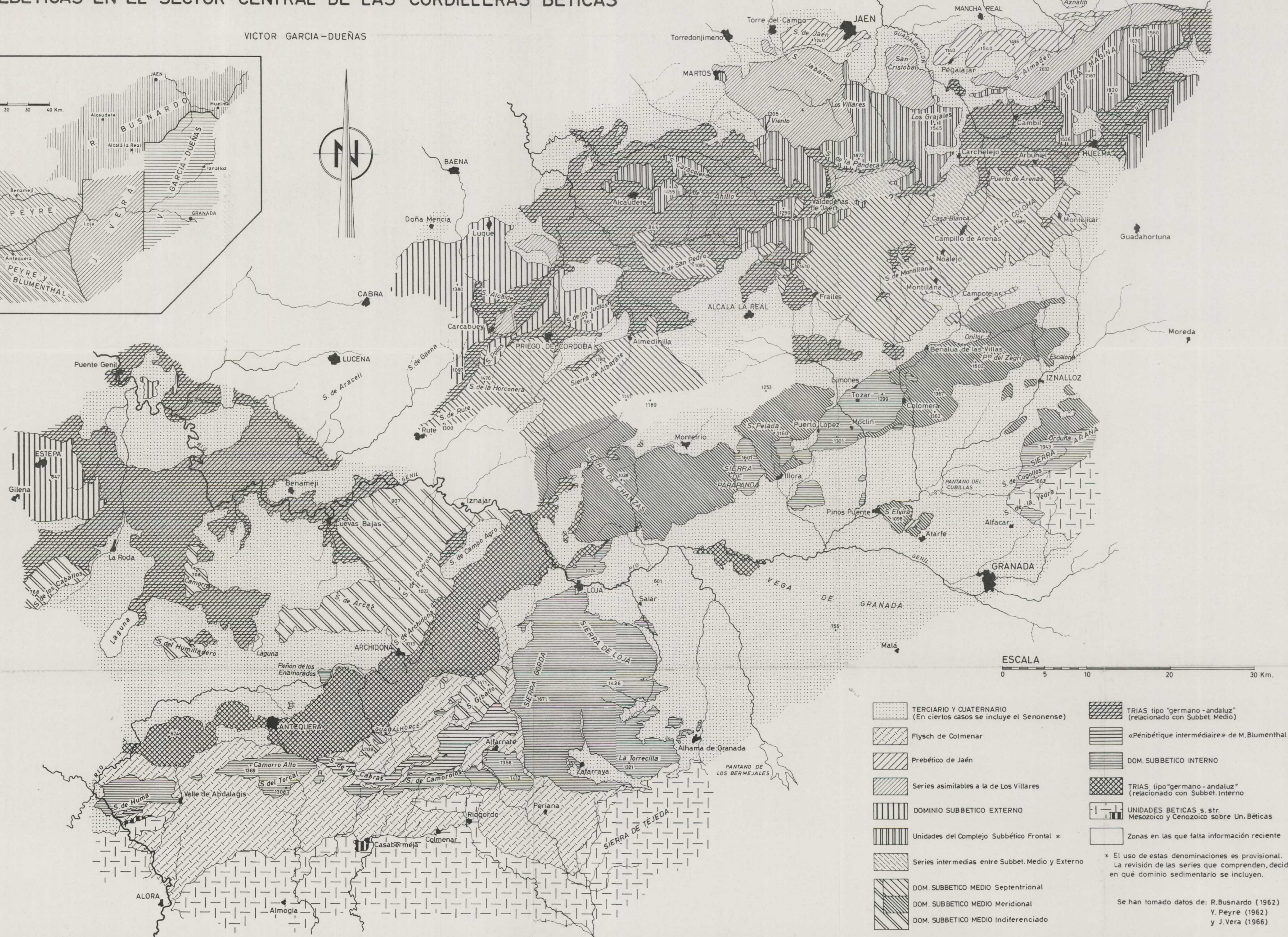
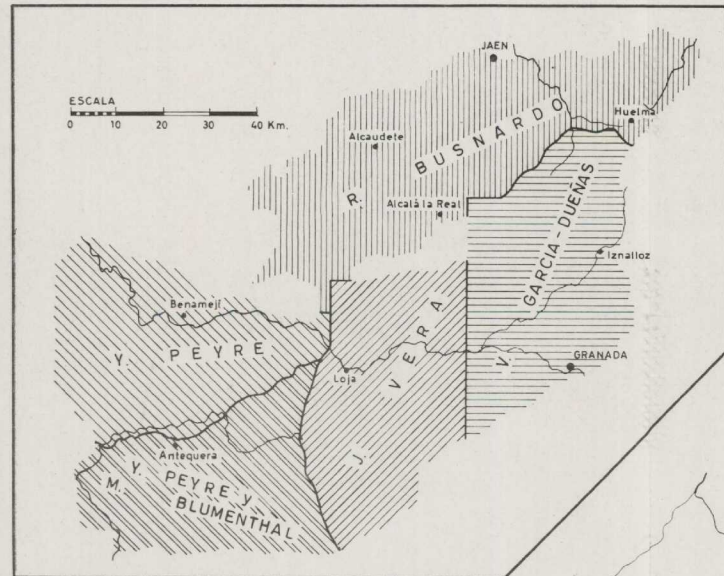
*Laboratorio de Geología, Univ. de Granada, julio 1966.*

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALASTRUE, E.: *Bosquejo geológico de las Cordilleras Subbéticas entre Iznalloz y Jaén*. «Cons. Sup. Inv. Cientif.», págs. 1-159. Madrid, 1944.
- BERTRAND, M., y KILIAN, W.: *Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et Málaga. In Mission d'Andalousie*. «Mem. Ac. Sc.», t. XXX, páginas 377-579. París, 1889.
- BLUMENTHAL, M.: *Versuch einer tektonischen gliederung der Betischen Cordilleren von Central und Süd-West Andalusien*. «Ecl. Geol. Helv.», vol. XX, núm. 4, 1927a.
- — — *Zum Bauplan betischer und penibetischer Decken im Norden der Provinz Málaga*. «Geol. Rundschau», Bd. XVII, Heft. 1, págs. 37-45, 1927 b.
- — — *Geologie des chaines pénibétiques et subbétiques entre Antequera et Loja et les zones limitrophes (Andalousie)*. «Bull. Soc. Geol. France», 5.<sup>a</sup> serie-I, págs. 23-94, 1931.
- BLUMENTHAL, M., y FALLOT, P.: *Observations géologiques sur la Sierra Arana, entre Grenade et Guadix*. «Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XVII, Mem. 1.<sup>a</sup>, págs. 9-74, 1935.
- BUSNARDO, R.: *Aperçu sur le Prébétique de la Région de Jaén (Andalousie, Espagne)*. «Bull. Soc. Géol. France», 7.<sup>a</sup> série, t. II, págs. 324-329, 1960.
- — — *Regards sur la géologie de la région de Jaén (Andalousie)*. Livre à la mémoire du Prof. P. Fallot. I. «Mém. h. sér. Soc. Géol. France», págs. 189-198, 1962.
- — — *Hypothèses concernant la position des unités structurales et paléogéographiques de la transversale Jaén-Grenade (Andalousie)*. «Géologie en Mijnbouw», j. 43, nr. 7, páginas 264-267, 1964.
- DOUVILLÉ, R.: *Esquisse géologique des Préalpes Subbétiques (partie centrale)*. «Thèse Sc.», págs. 1-222, Paris. y. : jré P. 1908.xzfi vb xz vbg xzfi vb
- DÜRR, S.; HOEPFNER, R.; HOPPE, P., y KOCKEL, F.: *Géologie des montagnes entre le Río Guadathorce et le Campo de Gibraltar (Espagne méridional)*. Livre à la mémoire du Prof. P. Fallot. I. «Mém. h. sér. Soc. Géol. France», págs. 209-228, 1962.

# DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES PALEO GEOGRAFICAS SUBBETICAS Y PREBETICAS EN EL SECTOR CENTRAL DE LAS CORDILLERAS BETICAS

VICTOR GARCIA-DUEÑAS



- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | TERCIARIO Y CUATERNARIO<br>(En ciertos casos se incluye el Senonense) |  | TRIAS tipo "germano-andaluz"<br>(relacionado con Subbet. Medio)     |
|  | Flysch de Colmenar  |  | «Pénibétique intermédiaire» de M. Blumenthal *                      |
|  | Prebético de Jaén   |  | DOM. SUBBETICO INTERNO  |
|  | Series asimilables a la de Los Villares                               |  | TRIAS tipo "germano-andaluz"<br>(relacionado con Subbet. Interno)   |
|  | DOMINIO SUBBETICO EXTERNO   |  | UNIDADES BETICAS s. str.<br>Mesozoico y Cenozoico sobre Un. Béticas |
|  | Unidades del Complejo Subbético Frontal *                             |  | Zonas en las que falta información reciente                         |
|  | Series intermedias entre Subbet. Medio y Externo                      |  |   |
|  | DOM. SUBBETICO MEDIO Septentrional                                    |  |   |
|  | DOM. SUBBETICO MEDIO Meridional                                       |  |   |
|  | DOM. SUBBETICO MEDIO Indiferenciado                                   |  |   |

\* El uso de estas denominaciones es provisional. La revisión de las series que comprenden, decidirá en qué dominio sedimentario se incluyen.

Se han tomado datos de: R. Busnardo (1962)  
Y. Peyré (1962)  
y J. Vera (1966)



- FALLOT, P.: *Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides Espagnoles, II: Le Lias*. «Géol. Méd. Occid.», vol. IV, núm. 1, part. II, páginas 30-64, 1932.
- — — *Estudios geológicos en la Zona Subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor*. «Public. Inst. «Lucas Mallana» (C. S. I. C.)», págs. 1-719, Madrid, 1945.
- — — *Les Cordillères Bétiques*. «Estud. Geológ.», núm. 8, 1948.
- FONTROTÉ, J. M.: *Observations sur la géologie de la région centrale des Chaînes Bétiques*. «Géol. Runds.» (En curso de publicación), 1963.
- FONTROTÉ, J. M., y QUINTERO, I.: *Lavas almohadilladas (pillowlavas), en los afloramientos volcánicos de la transversal Iznalloz-Jaén (Cordillera Subbética)*. «Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 60, págs. 85-90, 1960.
- FOUCAULT, A.: *Sur le Tithonique et le Crétacé inférieur dans la région de Huescar (prov. de Grenade, Espagne)*. «Bull. Soc. Géol. France», 7.<sup>a</sup> série, t. II, núm. 2, págs. 227-230, 1960.
- — — *Problèmes paléogéographiques et tectoniques sur la Sierra Sagra (prov. de Grenade, Espagne)*. Livre à la mémoire du Prof. P. Fallot. I, «Mém. h. sér. Soc. Géol. France», páginas 175-182, 1962.
- GARCÍA-DUEÑAS, V.: *Individualización de diversas unidades alóctonas en la zona subbética (Transversal de Granada)*. «Acta Geológica Hispánica», I, núm. 3, págs. 11-14, 1966.
- LINARES, A.: *Données micropaléontologiques sur les environs de Domingo Pérez (Chaîne subbétique, prov. de Grenade, Espagne)*. «Bull. Soc. Géol. France», 7.<sup>a</sup> série, t. II, páginas 322-323, 1960.
- LINARES, A., y MOUTERDE, R.: *Observations sur le Lias de la Sierra Elvira (Prov. de Grenade, Espagne)*. Livre à la mémoire du Prof. P. Fallot. I, «Mém. h. sér. Soc. Géol. France», págs. 183-188, 1962.
- MOUTERDE, R., y LINARES, A.: *Nuevo yacimiento fosilífero del Lias superior, cerca de Iznalloz (prov. de Granada, Cordillera Subbética)*. «Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 58, págs. 101-104, 1960.
- FEYRE, Y.: *Premières observations sur le Crétacé des environs d'Estepa (Andalousie)*. «Compt. Rend. Ac. Sciences», t. 246, págs. 2137-2139, 1958.
- — — *Etat actuel de nos connaissances sur la structure des Cordillères Bétiques sur la transversal de Málaga. Faits nouveaux, problèmes et hypothèses*. Livre à la mémoire du Prof. P. Fallot. I, «Mém. h. sér. Soc. Géol. France», págs. 199-208, 1962 a.
- — — *El «Subbético con Jurásico margoso» o «Subbético meridional» como unidad paleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas*. «Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 67, págs. 133-144, 1962 b.
- VERA, J. A.: *Estudio geológico de la zona subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes*. «Tesis Doctoral», Universidad de Granada, 1966.

Recibido: 30-VI-66.

FLORENCIO ALDAYA (\*)

## NUEVAS OBSERVACIONES EN LAS CALIZAS TRIASICAS DE LA VENTANA TECTONICA DE ALBUÑOL (ZONA BETICA, PROVINCIA DE GRANADA)

### R E S U M E N

En la serie triásica calizo-dolomítica que aparece en la ventana tectónica de Albuñol, se observan niveles de brechas calizas intraformacionales, que indican una fuerte perturbación de origen tectónico en el medio sedimentario triásico.

Es de notar también que la superficie de corrimiento corta netamente los pliegues que afectan a esta serie triásica. Dichos pliegues serían anteriores al paso del manto de Lanjarón y habrían sido ya profundamente erosionados.

La deformación posterior de la superficie de corrimiento ha sido muy débil.

### R É S U M É

Des brèches intraformationnelles calcaires ont été découvertes dans le Trias calcaireo-dolomitique d'Albuñol. Elles évoquent une sédimentation troublée par des causes tectoniques.

Il est aussi à remarquer que la surface de charriage tranche nettement des plis développés dans le Trias. Leur âge serait donc antérieur à celui de la mise en place de la nappe de Lanjarón; ils auraient déjà subi une considérable érosion.

La déformation de la surface de charriage après de la dite mise en place a été très faible.

### A B S T R A C T

Calcareous intraformational breccias have been found in the calcareous dolomitic Triassic cropping out in the Albuñol tectonic window. They suggest troubles of tectonic origin in the sedimentation development.

It is also noteworthy that the overthrust-plane cuts neatly a before-existing folded structure in those Triassic materials. It should have been deeply eroded before overthrusting.

That plane has been gently deformed after that event.

### INTRODUCCIÓN

Al estudiar la formación calizo-dolomítica que aparece como «autóctono relativo», en la ventana tectónica de Albuñol, se han puesto de manifiesto ciertos

(\*) Departamento de Granada del Instituto Nacional de Geología (C. S. I. C.).

hechos que considero de suficiente importancia para darlos a conocer en esta breve nota, sin esperar a la publicación de un trabajo más extenso (Tesis de Doctorado), que realice en esta región.

Este trabajo incluye la zona comprendida, aproximadamente, entre los meridianos de Motril y Adra, en sentido E-O, y el borde de S. del anticlinal de Sierra Nevada y el Mar Mediterráneo, en el NS (fig. 1).

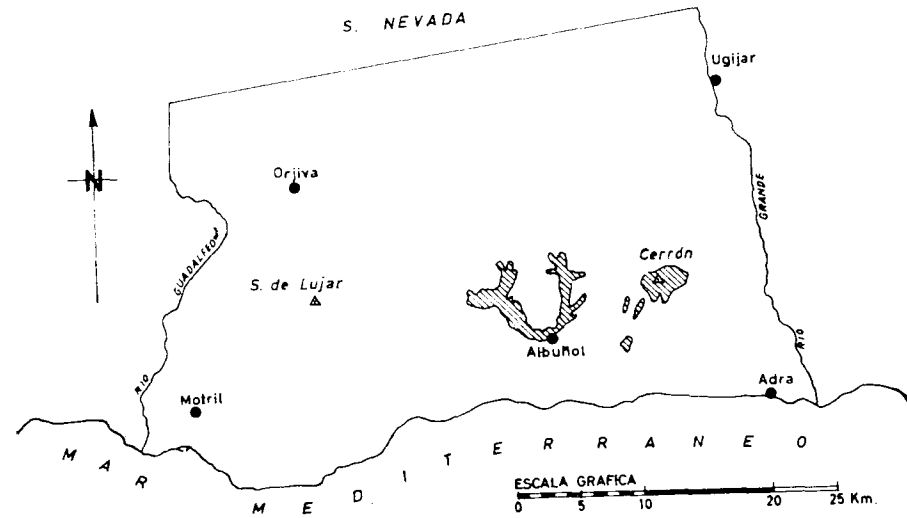


Fig. 1.—Esquema general de situación y localización de las ventanas tectónicas a que se hace referencia en el texto.

No entraré por tanto en la descripción detallada de la formación carbonatada ni en dar una cartografía minuciosa, aún no del todo determinada en esta zona. Para ello remito al lector al trabajo de J. Westerveld (1929), seguramente el más importante de cuantos se han realizado en esta región. Este autor supone esta serie de edad triásica. También contienen datos de interés los de Barrois y Offret (1889) y de Banting (1933).

\* \* \*

Ya Gonzalo y Tarín (1881) habla de la presencia de brechas en la rambla de las Angosturas (Albuñol), atribuyéndoles un origen más moderno que las calizas. Las brechas, según él, rellenan cavernas y oquedades existentes en las calizas.

Dichas brechas son exclusivamente de naturaleza calcárea. Se componen de cantos de calizas y dolomías triásicas, englobados por un cemento calcáreo.

El tamaño de los elementos varía desde menos del milímetro (arenita), hasta más del metro cúbico en ocasiones. A veces es difícil fijar un límite entre un canto y el cemento.

Los niveles de brecha están claramente interestratificados y con cierta frecuencia pasan lateralmente a estratos calizos perfectamente continuos. Las potencias de las brechas rebasan el centenar de metros.

Hay que insistir sobre algunos hechos notables:

El material de que están formados los cantos es exactamente el mismo que constituye los estratos situados inmediatamente encima y debajo de los niveles de brecha, sin que se observen cantos de naturaleza distinta.

El porcentaje de matriz es muy elevado.

La heterometría es de tal grado, que no se puede hablar de tamaño predominante. No hay ninguna ordenación por tamaños.

Los cantos son netamente angulosos.

Se trataría pues, de un sedimento inmaduro, desde el punto de vista textural. Dicho en otras palabras: el recorrido de transporte ha sido nulo o casi nulo.

Hay que hacer la salvedad de que a veces las aristas de los cantos se encuentran algo redondadas. Tengamos en cuenta que en el grado de redondeamiento no sólo interviene la energía cinética que un canto determinado ha absorbido, sino también la dureza del mismo. Si procede de un sedimento no del todo consolidado, y por tanto blando, un redondeamiento incipiente puede lograrse con un transporte muy breve.

La ausencia, antes citada, de un límite neto entre un canto y el cemento (hecho que se observa con cierta frecuencia) y la naturaleza exclusivamente caliza del cemento, indican que el depósito tuvo lugar cuando los cantos no estaban aún del todo litificados y sin interrupción de la sedimentación caliza.

Son hechos suficientes para definir estas brechas como intraformacionales, excluyendo cualquiera otra posibilidad.

En cuanto a su origen es forzoso admitir una inestabilidad tectónica en el fondo de la cuenca.

De la amplia distribución de estas brechas en la formación calizo-dolomítica, tanto en sentido horizontal como vertical y de las considerables potencias que alcanzan, puede deducirse la importancia de estos primeros movimientos.

Dada la edad de las formaciones que contienen las brechas, dichos movimientos quedan datados como triásicos.

Por otra parte, la formación calizo-dolomítica de Albuñol está intensamente plegada. Se trata de pliegues cuyos radios son del orden de varias decenas de metros y que en muchos casos exhiben flancos notablemente inclinados, incluso verticales.

La sistematización de estos pliegues se hace difícil, dada la gran variabilidad que presentan sus ejes en cuanto a dirección e inclinación. No obstante, se puede decir que las direcciones oscilan, salvo raras excepciones, entre N 0° y N 40° E, valores que se apartan claramente de las directrices generales de plegamiento de esta región (N 60°—70° E). Hechos semejantes se observan también en la ventana tectónica del Cerrón, así como en las pequeñas ventanas situadas entre las del Cerrón y Albuñol, no citadas hasta el momento.

Dichos pliegues están cortados por la superficie de contacto entre la formación calizo-dolomítica infrayacente y el manto de Lanjarón. Esta superficie ha sido afectada por otro plegamiento: el gran abombamiento de la Sierra Contraviesa que, no siendo muy fuerte en ningún punto, en la zona de Albuñol ha sido excepcionalmente suave.

Ante estos hechos no cabe la posibilidad de que los pliegues de la formación calizo-dolomítica de Albuñol obedezcan a los mismos empujes que plegaron la Sierra Contraviesa.

Ni tampoco puede pensarse que hayan sido producidos por el movimiento del manto sobre la serie caliza. A veces se observan pliegues de arrastre, debidos a esta causa. No son muy frecuentes y siempre quedan circunscritos a una zona de algunos metros inmediatamente inferior al contacto con la serie calizante. Son de pequeño radio, del orden de varios decímetros como máximo. Las direcciones de sus ejes oscilan poco alrededor de la E-O y muestran fuerte vergencia norte.

Hay por tanto que admitir una etapa de plegamiento con erosión anterior al paso del manto de Lanjarón, erosión que debió ser importante por cuanto que la superficie sobre la cual se sitúa el manto de Lanjarón, superficie que como se ha dicho corta estratos fuertemente inclinados, está notablemente aplanada.

#### CONCLUSIONES

Podemos establecer que la inestabilidad tectónica en el dominio Bético, comenzó ya en el Trías, dando como resultado la formación de brechas intraformacionales.

En cuanto a la edad de los pliegues de las calizas de Albuñol-Cerrón, es imposible fijarla ni siquiera aproximadamente. Tan sólo se puede decir que es anterior al paso del manto de Lanjarón, asimismo imposible de datar en esta zona y, desde luego, posterior al Trías afectado por los mismos.

No obstante la imprecisión cronológica, los resultados que se apuntan tienen un interés indudable, pues hasta el momento la etapa que originó la estructura en mantos de corrimiento era considerada como la más antigua en el dominio Bético.

Obsérvese que no se habla de etapa de plegamiento propiamente dicha, pues queda la posibilidad de que dichos pliegues y brechas hayan sido formados, cuando una masa carbonatada, aún no del todo consolidada, se deslizó a favor de una pendiente del fondo sobre el cual había sido recientemente depositada.

#### BIBLIOGRAFIA

- BANTING, A. H. (1933): Sur le plissement de Luján-Gádor (Cordillères Bétiques). Proc. Kon. nederl. Ak. Wetensch., vol. XXXVI, núm. 1, p. 98-106.
- BARROIS, C. y OFFRET, A. (1880): Mémoire sur la constitution géologique de Sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejeda à la Sierra Nevada. Mém. Ac. Sc. Inst. nat. France, t. XXX, núm. 2, p. 79-169. (Mission d'Andalousie).
- GONZALO Y TARÍN, J. (1881): *Reseña física y geológica de la provincia de Granada*. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de Esp.», t. VIII, págs. 1-99.
- WESTERVELD, J. (1929): *De bouw der Alpujarras en het tektonische verband der oostelijke zeltische ketens*. Thèse Delft, 1929.

Recibido: 14-VI-1966.

NESTOR DE GOICOECHEA Y GANDIAGA (1)

## LAS RESURGENCIAS PORTADORAS DEL MATERIAL HIDROLOGICO AL RIO BAYAS (MACIZO DEL GORBEA, VIZCAYA)

### RESUMEN

Se detalla el estudio espeleológico de las surgencias que afluyen al río Padrobaso (Bayas), en los comienzos de la formación de su cauce epigeo, sitas todas ellas en el macizo montañoso del Gorbea (1.475 m.), provincia de Vizcaya, diferenciándose notoriamente las resurgencias muertas de las activas o juveniles.

Todas las cavidades mencionadas se encuentran distribuidas entre los 900 y 1.120 m. de altitud sobre el nivel del mar, en unos plegamientos estratigráficos pizarrosos supra-urgonienses del Albiense Superior y del Cenomanense Inferior.

Primeramente se realizan unos estudios generales de la zona donde se encuentran estas cavidades para, a continuación, detallar los estudios espeleológicos de ellas. Se realizó la exploración en 19 entradas, pero por estar algunas de ellas comunicadas, se han catalogado con catorce números diferentes en los archivos del Grupo Espeleológico Vizcaino de la Exema, Diputación de Vizcaya.

### RÉSUMÉ

On détaille l'étude géoespéologique des résurgences que affluent au fleuve Padrobaso (Bayas), dans le commencement de la formation de son lit extérieur, situées toutes elles dans le massif montueux de Gorbea (1.475 m.), province de Vizcaya. On différencie notamment les résurgences mortes, de celles qui sont actives ou juvéniles.

Toutes les grottes mentionnées, elles se trouvent distribuées parmi les 900 et les 1.120 m. de hauteur sur mer, dans unes plongements stratigraphiques gréseux supra-urgoniens de l'Albien supérieur et du Cénomaniens inférieur.

Premièrement on réalise des études en général de la zone où on se trouvent pour détailler à continuation les études espéologiques de ces cavités. On a réalisé l'exploration de 19 bouches, mais comme quelques-unes de celle-ci sont déjà communiquées, on les a catalogué avec 14 numéros différents, dans les archives du «Grupo Espeleológico Vizcaino» du Exema, Diputación de Vizcaya.

(1) Del Grupo Espeleológico Vizcaino (G. E. V.) de la Exema, Diputación de Vizcaya, P. O. Box 73, Bilbao (Spain).

## INTRODUCCIÓN

Encomendado al Grupo Espeleológico Vizcaíno, de la labor de prospección, exploración y catalogación de todas las espeluncas sitas en nuestra provincia, nos impusimos durante el año de 1964 la tarea de realizar el estudio de las resurgencias, que aportan las aguas al río Padrobaso, las que, recorriendo las faldas del valle de Zastegui, llegan a bañar el altivo lugar de Arkaray con el nombre de Bayas y van a perderse por la planicie de Alava, hasta confundirse con las aguas del río Ebro en el barrio denominado Bayas, perteneciente al Ayuntamiento de Miranda de Ebro.

El Gorbea, que tan empinadas desciende sus laderas hacia el vizcaíno valle de Arratia, muestra, sin embargo, en líneas suaves su descenso hacia el pueblo alavés de Murguía, capitalidad del valle de Zuya, y entre cuyas laderas toma su cauce el río Padrobaso, formando el valle de Zastegui, sombreado por robustos hayedos en trance de desaparecer por su rápida tala.

Por tanto, miembros y colaboradores de este Grupo, encaminamos nuestros pasos hacia la citada zona del Gorbea, los días 26, 27, 28 y 29 de marzo; 1, 2 y 3 de mayo y 19, 20 y 21 de junio de 1964.

El estudio de estos terrenos geológicos y de las cavidades que en ellos se insertan, pertenecen jurisdiccionalmente, en su totalidad, a la provincia de Vizcaya.

Y antes de cerrar el paréntesis a este breve preámbulo, quiero dar las gracias a todos aquellos que de cualquier forma hayan contribuido a la elaboración de estas notas espeleológicas y en especial a mis queridos compañeros del «G. E. V.», señores Gaizka de Ugarte, José Luis Serrano, Rafael Fernández del Cano, Ernesto Nolte y Aramburu, Ignacio Alonso, Javier de Guezuraga, Francisco de Beain y Félix Valcárcel.

## EL VALLE DE ZASTEGUI

A) *Su situación geográfica*

Para fijar la posición del valle de Zastegui, hay que situar primeramente el macizo del Gorbea, pues en él se inserta.

Este macizo montañoso es el de más amplitud de la provincia de Vizcaya y se halla a unos 30 kilómetros de Bilbao en dirección 130° N., alcanzando su cumbre superior, denominada por los lugareños Gorbeigane, 1.475 metros de altitud, estando coronada por una cruz de hierro de 18 metros de altura. El 16 de julio de 1901, el párroco de Ceánuri bendijo los terrenos para llevar a cabo la elevación de una cruz de 33 metros de altura, por el arquitecto señor Zabala; los gastos fueron sufragados con donativos, de tal forma que, llevados los materiales por Zárata (Alava), se pudo inaugurar el 12 de noviembre del mismo año, pero fue derribada al año siguiente. De nuevo fue

erguida y otra vez derribada al año siguiente. Entonces se decidió levantar otra de 18 metros, que es la que actualmente perdura. La cruz fue hecha por Serapio de Goicoechea y Palacio, de Baracaldo (Vizcaya). Al lado de la cruz fue construida en 1931 una mesa de orientación, por un grupo de montañeros de Vitoria, de 80 centímetros de diámetro y con una placa de lava esmaltada. El dibujo se comenzó en 1929, recogiendo la placa 106 montañas. Siendo la más próxima el Aldamin, a unos 500 metros en línea recta, y la más lejana a 250 kilómetros, en los Pirineos Centrales.

En este lugar se encuentra la línea divisoria de las aguas, que son enviadas por sus laderas meridionales al Mediterráneo, y por las septentrionales al Cantábrico. Su altura media oscila entre los 900 y 1.000 metros, comprendiendo una superficie de 200 kilómetros cuadrados, repartidos entre las provincias de Vizcaya y Alava, y comprendidos entre los 0° 48' y 1° 0' de longitud Norte, alcanzando sus montañas un contorno de 70 kilómetros.

El valle de Zastegui se encuentra en dirección NO. de la cumbre superior del macizo y a un kilómetro del mismo, teniendo su acceso por las estribaciones de la campa de Eguiriñao, y estando limitado a la izquierda por las laderas que descienden del Gobeirgane, y por la derecha, por las crestas rocosas que, comenzando en el Gatzarrieta (1.183 m.), finalizan en el Usotegueta (1.170 m.), desde donde comienzan su descenso, formando un gran campo de lapiazes de 2.200 metros de longitud por 500 metros de anchura.

En el centro del valle descuella la Peña de Urratxa, que se eleva 100 metros, a manera de verruga sobre la palma de la mano, estando surcada en su totalidad por galerías hipógeas, que forman la cavidad del citado nombre.

Todo el valle de Zastegui pertenece jurídicamente al Ayuntamiento de Orozco, Vizcaya (Vid. la foto panorámica de la zona).

B) *Acceso y situación de las cavidades estudiadas en esta zona*

Para alcanzar el valle de Zastegui, se puede ir, ya sea por el frente norte del Gorbea, es decir, por los pueblos de Villaro y Ceánuri, o por el frente sur, o sea, por el pueblo de Murguía, aunque también se puede ascender por el aguileño pueblo de Ibarra (Orozco), situado debajo de las puntiagudas agujas que encierran el carst de Itxina. Tal vez sea este último camino el más cómodo, pues se puede ascender hasta las cercanías de Austigarbín en vehículo de montaña, y de allí en una hora escasa se alcanza el valle de Zastegui (1.033 m.) sin apenas esfuerzo de subida.

*La cueva de Lapuzulo.*

Se halla a 900 m. s. n. m., teniendo por coordenadas N. 13° 2' 15" y E. 0° 52' 32". Descendiendo el río Padrobaso por la orilla derecha, se alcanza su boca, por la que exterioriza abundante cantidad de agua, casi en el límite

con la provincia de Alava. Desde su boca se divisa al Usoteguieta casi ortogonalmente al río. En la recopilación realizada por don José Miguel de Barandiarán de materiales y cuestionarios de Euzko-Folklore, de las leyendas eúzkaras, cuenta cómo esta cavidad fue mansión de siete bandidos que la habitaron con una mujer.

*Cuevas de Zubobin I y II y la S-C-93 (2):*

Se hallan a 970 m. s. n. m. Tomando en Lapurzulo la calleja de su derecha, nos lleva hasta la cumbre del Usoteguieta, pero a mitad de camino y a mano izquierda de la citada calleja, se abren dos bocas bien visibles, estando la tercera al otro lado de un pequeño declive. Sus coordenadas son N. 43° 2' 27" y E. 0° 52' 32".

*La cueva S-C-117.*

Se halla a 20 metros de Lapurzulo, río arriba y en su margen derecha, abriendo su boca a unos 30 metros de altitud sobre el río, en una escarpada pared de caliza. Sus coordenadas son N. 43° 2' 16" y E. 0° 52' 32".

*La S-C-95 y 96.*

Se hallan a 200 metros de Lapurzulo, río arriba y en la misma margen del río, abriendo sus bocas a unos 30 metros sobre las aguas del río Padrobaso. Sus coordenadas son N. 43° 2' 30" y E. 0° 52' 55".

*La cueva S-C-97.*

Se abre a 100 metros de las anteriores, río arriba y en la margen opuesta del río Padrobaso, estando a diferente nivel de las aguas epígeas. Sus coordenadas son N. 43° 2' 30" y E. 0° 53' 12".

*La cueva de Urratxa I.*

Se abre en la máxima altitud del cauce, bien visible en todo momento, del río Padrobaso, bordeando los 1.000 metros de altitud sobre el nivel del mar. Sus coordenadas son N. 30° 2' 35" y E. 0° 53' 20".

(2) Zastegui, Cueva 93.

*La cueva S-C-98.*

Al lado de las anteriores, tomando un arroyo que asciende hacia el Ipergorta, a unos 50 metros del sifón de Ubegui, se abre la boca de esta cavidad. Sus coordenadas son N. 43° 2' 40" y E. 0° 53' 25". (Ver el mapa topográfico de Zastegui, con la situación de las cavidades descritas.)

*C) Su geología, estratificación y tectónica*

El valle de Zastegui, como parte de terreno incluido en el anticlinal del Gorbea, queda dentro de los pliegues estratigráficos del gran anticlinal de Bilbao-Aitzgorri, que recorre una longitud de unos 100 kilómetros con un rumbo NO.-SE.; teniendo sus estratos una anchura exterior de unos 20 kilómetros aproximadamente, diferenciándose cronológicamente tres clases de terrenos diferentes que van desde el Wealdiense al Cenomanense Inferior.

Los terrenos sedimentarios donde se halla enclavado el valle de Zastegui pertenecen a un largo estrato del complejo pizarroso supra-urgoniense, perteneciente al Albense Superior y al Cenomanense Inferior, según los diferentes lugares del mismo, que, iniciándose por los montes de Ordunte, donde empieza a ser visible, se extiende con anchura de 8 kilómetros, y una longitud de 130 kilómetros, paralelamente al mar Cantábrico, perdiéndose en el valle de Alsasua.

Existe una diferencia entre las calizas post-urgonienses de Zastegui y las calizas urgonienses superiores de la línea Gatzarrieta-Gorosteta, hacia el Norte, que se formaron tras la sedimentación wealdiense, en el Albense Inferior. Por tanto, la cúspide del Gorbea es punto de división de dos complejos cretácicos diferentes, en naturaleza y edades.

El límite inferior de este complejo post-urgoniense (pizarroso supra-urgoniense) descansa en el paquete de calizas urgonienses y cuya superposición se formó casi sin transición, aunque en algunos puntos del Ipergorta se aprecian a flor de tierra calizas urgonienses superiores, estando separadas del Gorosteta por un paquete estratigráfico de margas pizarrosas y bancos de pizarra y arenisca a manera de lentejón, que nos confirman la existencia de unos estratos superiores y más recientes que todos éstos, es que hoy día han desaparecido.

Estos estratos margo-pizarrosos compactos se adelantan desde el Ipergorta como brazos de mar en el valle de Zastegui, hasta juntarse con los estratos de sedimentación caliza existentes en la planicie norte del valle, como se puede apreciar en el gráfico geológico de P. Rat.

El límite superior es el más fácil de situar, pues el complejo estudiado está

cubierto únicamente por un lecho de transición calizo-pizarroso denominado «flysch de bolas» por R. Ciry.

La gran transgresión marina ocurrida en el Cretáceo dejó sus muestras claras en el macizo del Gorbea y en este valle superior del mismo, que es enteramente marino, como se puede juzgar por las orbitolinas y ammonites observados en sus laderas.

Las edades de estos paquetes estratigráficos, estudiados por P. Rat en su reciente obra sobre los terrenos geológicos de nuestra comarca, según los diferentes fósiles encontrados, oscilan entre el Albense Superior y el Cenomanense Inferior, excluyendo al Vraconiense y bien individualizados todos ellos al Sur de Zastegui, donde a veces se presenta una facies wealdiense. Al Norte quedan cortados por las calizas urgonienses del Albense Inferior.

El valle muestra sus crestas monoclinales en la línea Usoteguieta-Ipergorta, las cuales extienden su estratificación hacia el río Padrobaso de una manera suave, y cuyo paquete calizo tiene un buzamiento al Sur de 10° a 15° como máximo.

Toda esta zona, como verdadero campo de lapiazes, se encuentra totalmente fisurada por diaclasas y asimismo existen numerosas pequeñas fallas, siempre rellenas de calcita. Hemos apreciado en el transcurso del río dos importantes fallas.

La primera de dirección 20° N., que comienza en el collado cercano al Gatzarrieta y va hasta la peña de Urratxa. Esta falla, rellena completamente de calcita, ha sido objeto de indagación por algunos mineros de principios de siglo, donde han dejado sus huellas.

La segunda se encuentra a unos 250 metros río abajo de Lapurzulo, de dirección 110° N., donde se inserta la cueva-manantial de Azoleta, a escasos metros del mismo río Padrobaso, al que corta la falla ortogonalmente.

Merece una atención excepcional la peña de Urratxa, que eleva, como ha dicho anteriormente, su cúspide como una pirámide sobre las laderas del valle. Sus calizas, del mismo complejo que las de Zastegui, nos muestran cerca de su máxima altura una zona de pequeñas dolinas formando conos de deyección en esta zona de absorción de las aguas procedentes de las lluvias.

Los campos de lapiaz de sus laderas, con una variada morfología de cantos, nos indican una verdadera lucha por su erguida existencia. Todo el valle de Zastegui forma a nuestro parecer un carst de ladera, incluido, como es natural, dentro del gran grupo de carst de montaña. En este carst, tienen el mismo papel geoespeleológico, o tal vez más acusado, los planos de estratificación y las diaclasas, pues a consecuencia del buzamiento de los estratos, ambos adquieren la misma inclinación, lo que ofrece idénticas resistencias a la erosión hidrológica. Todas las cavidades están formadas morfológicamente por una combinación mixta de ambos fenómenos, pero siempre limitados por

el mismo nivel de bases epigeas, que nos marca el río Padrobaso a través de su curso, el que va descendiendo lentamente.

El análisis efectuado en roca caliza, sobre muestra seca, tomada en el interior de la cueva de Urratxa (punto A), es el siguiente (3):

S/m. sólida seca:	
Insoluble en CHH ... ..	0,68 %
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	0,47 %
CaO ... ..	52,35 %
MgO ... ..	0,40 %
Pérdidas por descalcificación ... ..	43,50 %

#### D) Su hidrología

La procedencia de las aguas formadoras del río es, en su totalidad, de las lluvias, o de la nivación; en este último caso se almacenan materiales para aumentar su caudal en épocas de deshielo, formando en este tiempo los lenases nivales.

##### 1) Zonas de absorción.

Están formadas por las zonas altas de las laderas e incluso por las mismas crestas, dando lugar a pequeñas diaclasas absorbentes y sumideros en este gran campo lapiaz que sume la totalidad de las aguas procedentes del exterior, dada la dislocación y, por tanto, permeabilidad de las calizas. Como ejemplo tenemos los sumideros de Zulobin, hoy día en estado muerto, donde las aguas han erosionado un nuevo nivel hipógeo de base inferior al antiguo, el que ha quedado en desuso por las aguas.

También es componente de la zona de absorción de la planicie de sedimentos de caliza y pizarra, sita en el NE. de la peña de Urratxa, que comienza en el mismo nivel de las laderas inferiores de la misma, teniendo poco poder de absorción debido a su poca altitud con respecto al cauce del río, por lo que muestra en los días de grandes lluvias una extensa zona pantanosa, que poco a poco va sumiéndose por debajo de las laderas septentrionales del Urratxa y resurgen por sus laderas meridionales, en un nivel topográfico inferior.

La zona exterior de las laderas se muestra, en general, como un gran campo absorbente de lapiaz, que nos muestra la labor de corrosión llevada a cabo por las aguas en el carbonato cálcico, formando un gran lenar.

(3) Análisis efectuado por el Sr. Goicoechea, del laboratorio de Firestone, S. A.



2) *Zona dinámica hidrológica o zona de conducción.*

Queda muy reducida, debido a la dirección de los estratos y al nivel de bases epigeas, siendo la longitud alcanzada en su máximo esplendor de unos 200 a 300 m., teniendo un desnivel de unos 10°, y discurriendo por diaclasas entrelazadas con planos de estratificación.

3) *Zona de emisión.*

Está formada por las resurgencias existentes, las que se pueden catalogar en dos grupos bien diferentes entre sí: las resurgencias muertas y las juveniles.

Las primeras se hallan situadas como mínimo a 20 metros sobre el actual lecho del río, y las segundas al nivel de las aguas exteriores, teniendo gran caudal hidrológico, y manteniendo todas ellas en su boca la dirección NO. También son apreciables pequeñas resurgencias, a nivel más bajo que el río, formando manantiales en sifón.

El análisis de las aguas del río Padrobaso es el siguiente (4) (muestra líquida, tomada en el interior de la cueva de Urratxa, sifón A):

Materias orgánicas ... ..	} En ácido oxálico ... ..	0,00119 %
		} En oxígeno en peso ... ..

Grado hidrotimétrico total: 11,50° C.

Indicios despreciables de nitrógeno en sus tres estados ... ..	} nitroso.	}	
			nitrico.
			amoniacal.

## LA CAMPA DE EGUIRIÑAO

A) *Su situación geográfica*

Situado ya el macizo del Gorbea y, en él, el valle de Zastegui, no es difícil la situación de esta campa. Tiene sus comienzos en las primeras líneas topográficas que caen del Gorbeigane de manera casi vertical en dirección NO., y precisamente en este punto superior de la campa de Eguiriñao y debajo de una peña, vomita sus aguas claras el manantial de Lekuotz, punto inicial del río que más tarde se denominará Bayas.

Esta campa de verde vegetación, la más alta de toda Vizcaya, rematada

(4) Análisis efectuado por el Sr. Goicoechea, del laboratorio de Firestone, S. A.

por centenarios hayales, que veneran la ermita de las Nieves, está comprendida entre los 0° 54' 10" y los 0° 54' 40" al Este del meridiano de Madrid y entre los 43° 2' 30" y 43° 3' Norte. Siendo su altura máxima de 1.120 m. s. n. m., abarca un área de 500 m².

Su punto más inferior coincide con las campas iniciales del valle de Zastegui, llegando a cortarse sus direcciones casi ortogonalmente.

Si seguimos en dirección O., tras el paso por un sendero labrado en la pared norte, de corte vertical, del monte Gatzarrieta, desembocaremos en la campa de Arraba, gran explanada situada al Norte de la línea Gatzarrieta-Gorosteta, y cuya pared occidental la limita con el carst de Itxina, formando varios portillos naturales para su acceso.

La campa de Eguiriñao pertenece al Ayuntamiento de Ceánuri, Vizcaya. (Ver la foto panorámica de la zona).

B) *Situación de las cavidades estudiadas en esta zona**Cueva Eg-C-101 (5).*

Situada a 210° N. del refugio sito en la campa, y a unos 20 metros sobre el río, en la falda SE. del monte Eguiriñao, sus coordenadas son N. 43° 2' 25" y E. 0° 54' 11".

*Cueva Eg-C-102.*

Situada a 170° N. de la cavidad anterior, a pocos metros. De coordenadas N. 43° 2' 24" y E. 0° 54' 12".

*Cueva Eg-C-103.*

Situada al Este del refugio de Eguiriñao y a unos 100 metros del mismo. Su boca, gran diaclasa vertical, abre en la ladera SE. del monte Eguiriñao. Sus coordenadas son N. 43° 2' 19" y E. 0° 54' 13". (Ver el mapa topográfico de Eguiriñao, con la situación de las cavidades descritas.)

C) *Su geología*

Descritas ya las formaciones geológicas del valle de Zastegui, sería absurdo describir nuevamente esta campa, afín a la anterior. Solamente mencionaremos su igualdad geológica con la zona de margas pizarrosas del Ipergorta, apreciándose además un banco de estratos areniscosos que descienden en dirección a Zastegui a manera de lentejón.

(5) Eguiriñao, Cueva 101.

En la margen izquierda del pequeño arroyo que desciende por esta campapa, el suelo terroso está formado por sedimentos calizos del complejo pizarroso supra-urgoniense.

En general, esta zona es el límite de transición entre las dos zonas diferentes del Gorbea: la zona sur, que incluye a Zastegui, y la zona de calizas superiores urgonienses.

Al Este, en las laderas que ascienden hacia la Cruz, se observa un manto desnudo de calizas urgonienses grises, del Albiense Inferior, formadoras de la peña de Aldamin, que llegan a infiltrarse hasta la ermita de las Nieves, en la capa de Eguirriñao, prosiguiendo hasta el corte oriental de la campapa de Arraba. (Ver la foto panorámica de la campapa de Arraba, en cuya mitad izquierda se aprecia el carst de Itxina, indicando el emplazamiento de la sima de Urikobaso'ko Lezandí, descrita por E. Nolte y Aramburu).

#### D) Su hidrología

##### 1) Las zonas de absorción.

Está formada casi exclusivamente por grandes dolinas semilunares que descienden, a manera de cauces de torrentes, de la cúspide del macizo. Tienen a mandar sus aguas por las laderas septentrionales al Cantábrico, pero a los 1.120 metros quedan encauzadas, en parte, en el rellano existente en Eguirriñao y, cambiada su dirección, son dirigidas a las laderas meridionales de Zastegui.

La vertiente O. del gran nevero de Aldamiñospe, denominado Igitai, que significa hoz, por su forma, realiza la función de depósito superior nival, pero estas aguas de deshielo no suministran material al manantial de Lekuotz, sino que resurgen por debajo de la campapa de Eguirriñao, en la vertiente cantábrica.

##### 2) Zonas dinámicas de conducción.

Se desarrollan por pequeñas diaclasas y galerías gravitacionales, siguiendo una dirección paralela al río epígeo. Tienen un desarrollo muy reducido, en cuanto a la potencia de las galerías erosionadas, perdiéndose, por tanto, el agua por colectores de libre circulación.

##### 3) Las resurgencias o zonas de emisión.

Están casi en su totalidad en estado muerto, a excepción de la Eg-C-102, pues el agua sigue su curso hipógeo en niveles más inferiores a los actuales pisos de las galerías subterráneas, resurgiendo en conjunto entre las margas pizarrosas de cotas inferiores

#### EL CAUCE HIDROEPÍGEO DEL RÍO PADROBASO

##### (Eguirriñao-Zastegui)

A los 1.120 metros de altitud, y en la parte superior de la campapa de Eguirriñao, mana de entre unos estratos pizarrosos supra-urgonienses un pequeño río (ver el mapa topográfico de Zastegui-Eguirriñao), cuyo caudal es de 13 cl. por segundo, estando las aguas en su surgencia a una temperatura de 5.2° C (6). Se denomina este manantial con el nombre de Lekuotz, derivado por el uso de Lekaitz, que significa en la toponimia euzkara sitio frío.

Sale el agua por un pequeño conducto de hierro, tomando su cauce en los terrenos sedimentarios de la campapa de Eguirriñao. Esta tiene la forma de un diminuto valle glacial, limitado al Norte por calizas urgonienses superiores y al Sur por calizas supra-urgonienses, juntándose al Oeste con las margas pizarrosas compactas del lentejón del Ipergota.

Continúa el cauce en dirección NO., paralelamente, y a unos 10 metros de un gran surco de 4 metros de diámetro, de erosión hidrológica, proveniente de las laderas superiores del macizo, entre los picos Gorbeigane y Aldamin. A unos 10 metros la corriente se sume, para resurgir nuevamente a los 50 metros en el interior del surco anteriormente citado y en unión de dos nuevos arroyos:

a) proveniente de un nivel inferior de la cueva Eg-C-103, que surge de entre un paquete de estratos horizontales, y

b) surgente de la cueva Eg-C-102, situada a unos 20 metros de desnivel, en un corte rocoso, cuya boca en forma de diaclasa corta a los estratos verticalmente, los cuales tienen un buzamiento en dirección NO de 10°.

Siguen las aguas en conjunto, en la dirección NO., erosionando débilmente las pizarras compactas que forman su suelo, mostrando en sus orillas gran cantidad de sedimentos arcillosos y, principalmente, calizos con cantos rodados de arenisca. A los 90 metros del punto donde se unen estos tres arroyos, pasa el río con una potencia de 50 centímetros de ancho por 10 centímetros de espesor de aguas, a unos 10 metros del refugio montañero de Eguirriñao (1.100 m.).

En la misma dirección, a los 15 metros, penetra el río por una zona poblada de hayales, siendo el talweg más suave y a veces con 2 metros de amplitud, sumiéndose a los 20 metros.

En los 40 metros siguientes, el lecho desprovisto de agua muestra al principio un gran caos de bloques areniscosos, descansando a continuación sobre un corte estratigráfico de pizarras, descendiendo a manera de gradas,

(6) Los datos de temperatura del agua, fueron tomados el día 1 de mayo entre las 15 y las 18 horas, siendo la temperatura del aire, a los 1.000 metros y al sol, de 21° C.

que finalizan en una masa compacta de aluviones de arenisca y pizarra cementados por sedimentos calizos recubiertos de hojarasca. El bosque finaliza, y en los 50 metros siguientes el cauce presenta las mismas características, con algunas charcas de agua estancada, portadoras de biotopos de crustáceos exteriores.

Los 150 metros siguientes, en dirección 290° N., muestran el lecho completamente seco, enseñando una zona con cantos rodados de arenisca en abundancia, y estando recubierto su cauce en algunas partes de césped, debido a la deflacción de las aguas a un nivel inferior hipógeo. A la derecha, el terreno está formado por campas de líneas suaves, pobladas de algunas chabolas pastoriles; a la izquierda existe una verdadera pared de bloques sueltos posturgonieneses, colocados a manera de morrenas laterales.

Al final de este tramo, el río resurge nuevamente entre estratos de areniscas a una altitud de 1.020 metros, existiendo un pequeño caño a manera de fuente que aprovecha las aguas del manantial. El agua sale a una temperatura de 7,5° C.

Siguen los 30 metros siguientes en dirección oeste, el río se desarrolla por varios saltos, formados por discordancias entre los estratos pizarrosos, y entra a continuación por una zona arbolada. Sigue su curso descansando por su derecha en un banco de calizas superiores urgonieneses, procedentes del monte Gatzarrieta.

Desemboca el arroyo en una gran planicie de sedimentos calizos, que son los formadores del comienzo del valle de Zastegui.

Continúa el río en dirección NO., formando meandros, para sumirse completamente antes de los 20 metros de recorrido. Su cauce, desprovisto de material hidrológico, zigzaguea entre cantos de arenisca, pasando a los 80 metros entre una garganta de calizas urgonieneses, desapareciendo por completo a los 20 metros en las laderas septentrionales de la Peña de Urratxa, a los 990 metros de altitud, en un terreno de sedimentos pizarrosos permeables, cuyo nivel piezométrico se encuentra a pocos metros del exterior, formándose una laguna en los días de fuertes lluvias.

Sigue por la izquierda de la Peña de Urratxa un pequeño valle de verde colorido, destacando de entre los grisáceos colores de las calizas que lo limitan; en él no se aprecia el cauce de ningún antiguo río epígeo, hasta que a los 80 metros de recorrido (975 m. de altitud) se observa a la derecha, en la ladera E. de la Peña de Urratxa, a 20 metros sobre la campa, la boca de Laporzulo (cueva de Urratxa), y por la izquierda surcar la campa, un cauce seco procedente de las laderas NO. de la cumbre del Gorbea, de 4 metros de ancho por 1,5 metros de profundidad, que siguiendo su curso, por la margen izquierda del valle, en una dirección de 240° N., desemboca, a los 940 metros de altitud, en un gran riachuelo, de 2 a 3 metros de anchura.

Remontando este riachuelo, por un pequeño valle-garganta, paralelo al anterior, pero por las faldas O. del Urratxa, se alcanza a los 50 metros la resurgencia sifonada de Ubegui, siendo ésta la salida de las aguas del río alóctono de Urratxa, situada a una altura de 950 m.; sus aguas salen a una temperatura de 5,7° C en dirección oeste. Su boca, de estratos horizontales, muestra formas semiparabólicas de dunas de erosión, formadas por la salida de las aguas a presión hidrostática desde un nivel inferior. El lecho está compuesto por grandes bloques clásticos y relleno de sedimentos arenosos.

A los 20 metros hacia abajo, se juntan en un gran pozo, de 2 metros de radio, estas aguas de Ubegui con las procedentes de una pequeña resurgencia que aflora en él mismo, con una temperatura de 6,2° C, y con las que arriban de otro riachuelo, procedentes de las faldas SE. del Ipergorta, que resurgen a los 20 metros del pozo, pero circulando en los niveles altos completamente por el exterior, sumiéndose en la entrada de la sima S-S-99.

Desde este pozo, continúa el río Padrobaso con una dirección de 240° N., formando el verdadero cauce del río los estratos pizarrosos supra-urgonieneses. El lecho de caliza desnuda muestra en algunos puntos pequeñas terrazas fluviales, que indican diferentes períodos erosivos, entre las que se asientan algunas surgencias muertas. A los 1.000 metros de recorrido se halla la surgencia juvenil de Laporzulo, que aporta gran cantidad de agua.

Siguiendo río abajo, a 250 metros de Laporzulo y en la margen derecha del Padrobaso, justamente donde una gran falla local, como lo hemos indicado en el apartado de geología, se encuentra la cueva-manantial de Azoleta, de escasa resurgencia de aguas. A 350 metros de esta pequeña cavidad, nos encontramos ya en la provincia de Alava, pero justamente en este límite, y probablemente perteneciendo a Vizcaya, y en la margen izquierda del río, se encuentra la cueva S-C-161, que aporta de las laderas de Gorostiano un gran caudal de agua, el que aflora por su boca circular de un metro de diámetro.

Inferiormente a este lugar, en los puntos denominados de Arlobi, se une el Padrobaso al Arralde, pasando ya a continuación por Arkaray, con el nombre de río Bayas.

Desde la Peña de Urratxa, este río se ha asentado en las actuales calizas descendiendo desde los desaparecidos estratos de arenisca que cubrían a las actuales calizas superficiales.

El río atraviesa zonas de una fuerte lenarización, viéndose en algunos puntos de sus orillas, donde hay algunas amplias superficies horizontales, campas de pedriscos denominados «Griza» por Maucé.

## LA ZONA DE AUSTIGARBIN

En exploraciones posteriores por esta zona se ha podido comprobar que todas las aguas que recoge este campo lapiaz, no se dirigen, como a simple vista parece, hacia las barrancadas de las laderas que descienden hacia el pueblo de Orozco formando el barranco de Xinxita, sino que la dirección de las aguas en los meandros subterráneos de esta zona es hacia la cresta Gorosteta-Usoteguieta, atravesando ésta por su interior y continuando hasta aflorar al río Padrobaso.

El principal talweg hipógeo en esta zona es el correspondiente a la sima de Lezabaltz. Este talweg dirige sus aguas hacia el interior del monte Usoteguieta, con una dirección de 140° N, siendo probable la unión hídrica con las cuevas de Zulobin y, por tanto, su resurgencia por la cueva de Lapurzulo. Esto es probable dado el buzamiento de estos estratos, similar al de Zastegui: tampoco niegan esta hipótesis las diferencias de altitudes, pues Austigarbin se halla a 1.033 metros y las cuevas de Zulobin a 970 metros, siendo la altura del río en el primero, de unos 1.000 metros, y en el segundo, de 930 metros.

Debido al sifonamiento de la cavidad no pudieron superarse en Lezabaltz más de 500 metros de recorrido del meandro inferior. En el gráfico adjunto puede verse la unión de esta zona, separada por una cresta, con la del río Padrobaso, de tal forma que es una ampliación de su cuenca hidrológica.

Todas estas cavidades presentan una morfología juvenil, bajo una facie de tipo meandro, que corta verticalmente a los estratos durante 18 metros y no alcanzan una anchura superior a 1 metro. El colector de todas estas aguas es el correspondiente a la sima de Lezabaltz, que se une río arriba con la sima Au-S-88 (Au = Austigarbin; S = Sima).

## LAS RESURGENCIAS MUERTAS

## A) El valle de Zastegui

## S-C-117

Se abre la entrada de esta cavidad a unos 20 metros río arriba de la entrada inferior de la surgencia de Lapurzulo y en un nivel superior al del actual río, aproximadamente a 30 metros sobre éste, en una escarpada pared erosionada por un nivel antiguo del río.

*Espeleomorfología y espeleometría.*

En esta cavidad muerta han llegado a un gran desarrollo los fenómenos de estalagmitización; tanto es así, que la han llegado a fosilizar casi por

completo a los 4 metros de la entrada, clasificándose por esta morfología como cavidad merofósil de sedimentación litoquímica (Llopis).

De su boca, de 2 metros de ancha por 0,60 metros de alta, parte la galería con una dirección de 320° N., no alcanzando una altura superior a los 0,60 metros. A los 4 metros de recorrido se aprecia el descenso de su anchura, debido a las coladas litoquímicas parietales, que impiden la progresión humana. (Ver la topografía de esta cavidad.)

*Espeleogénesis.*

Es la surgencia más antigua de todas las estudiadas. El régimen turbulento del agua abrió su galería a presión hidrostática, realizando la circulación con gran caudal, pero en escaso tiempo, pues las aguas encontraron nuevo lecho por las galerías más bajas de Lapurzulo, las cuales absorbieron el total de su caudal, debido al descenso del cauce epigeo del río Padrobaso.

Por tanto, sus galerías llegaron a alcanzar dimensiones muy reducidas, pues la erosión hidrológica de los estratos calizos fue mínima y solamente en el período freático. Rápidamente entraron en funcionamiento los fenómenos reconstructivos y de sedimentación, que llegaron a fosilizarla casi por completo, teniendo hoy día esta forma morfológica de fosilización litogénica a los pocos metros de su boca.

## S - C - 95

Esta cavidad se halla a 200 metros río arriba de la anteriormente citada, en la misma margen del río y a un nivel de 20 metros sobre su lecho exterior.

En su boca existe una pequeña base plana artificial, para resguardo de las ovejas, formando una atalaya semicircular que mira hacia Alava.

*Espeleomorfología y espeleometría.*

La galería principal de esta cavidad hipógea se encuentra en estado muerto, mostrando los comienzos de su senilidad. Por una galería lateral discurre un caudal hipógeo, que llega a cortar ortogonalmente a la galería principal, perdiéndose por un sumidero que se abre en la pared lateral derecha de la misma. (Ver el plano topográfico de esta cueva).

Su boca se abre al exterior con una dirección de 220° N., teniendo 3 metros de altura por 4 metros de anchura, y mostrando en sus paredes verticales varios estratos horizontales erosionados a manera de terrazas fluviales.

El tramo siguiente, de 40 metros de longitud, se desarrolla por una diacna gravitacional. Este tramo serpenteante, de paredes muy estrechas y

techo de 2,5 a 3 metros de altura, muestra una morfología de sedimentación clástica, existiendo numerosos bloques quimioclásticos, que cortan la galería dividiéndola topográficamente en dos pisos superpuestos, que nuevamente se vuelven a juntar. Apenas se aprecian los fenómenos de sedimentación litoquímica, y solamente descuellan algunas estalactitas climáticas de poco desarrollo e interés.

El periodo juvenil de esta cavidad ha dejado claramente marcados en este tramo, los pisos diferentes de formas primitivas de erosión: la primera en desarrollarse, visible en la parte superior de la cavidad, nos muestra una erosión turbulenta, producida por las aguas en su lenta circulación a presión hidrostática en el nivel primitivo fleático, teniendo 0,75 metros de alto por 2 metros de ancho; la segunda, visible en las paredes inferiores de la galería, nos muestra una erosión regresiva producida por la circulación libre de las aguas bajo un régimen fluvial con diferentes periodos de abundancia hidrológica, lo que ha producido la formación de dos marmitas conjugadas de unos 0,75 metros de anchura en un cauce sinuoso de aguas de poco caudal. Su suelo, formado de bloques clásticos, se halla relleno por tierras arcillosas, arrastradas por el antiguo río.

En el tramo siguiente aumentan considerablemente las dimensiones de la galería, alcanzando en su plenitud los 8 metros de anchura por 3,5 metros de altura, desarrollándose casi en dirección norte los 40 metros de longitud que la componen.

La galería toma una forma regular, recubierto su suelo por grandes depósitos de «tierra rosa», mostrando sus paredes una erosión uniforme propia de una galería dinámica hidrológica.

A los 15 metros se aprecia en la pared izquierda, y en su parte superior, una pequeña gatera ascendente en dirección 280° N., con un recorrido de unos 40 metros, de morfología clástica y mostrando diversas formas de erosión juvenil. Al final se abre una pequeña sima de 3,5 metros, que comunica con el actual río semi-juvenil.

Volviendo a la galería principal, y a escasos metros de la galería anterior, se abre otra, por cuya base discurre un pequeño río autóctono de poco poder erosivo, que corta a la galería principal, surcando sus sedimentos de «tierra rosa» y sumiéndose por un agujero circular de 0,2 metros de radio.

Esta galería, muy sinuosa, se abre en una diaclasa de libre absorción, desarrollándose a 300° N. y manteniendo una altura de unos 3 metros, con una anchura que discurre entre 0,5 y 0,75 metros, alcanzando una longitud superior a los 35 metros. El suelo varía entre un lecho de calizas post-urgonienses y depósitos de sedimentos aluviales autóctonos. Este tramo forma actualmente la zona húmeda de la cueva, pero con pocas muestras de erosión moderna.

El tramo final de la galería principal alcanza una longitud de 25 metros,

al final de los cuales la cavidad se halla fosilizada. Se desarrolla con una dirección de 80° N., y nos muestra la fosilización en todo momento por medio de fenómenos litoquímicos, que forman coladas parietales, cementando los bloques clásticos del suelo con las paredes laterales. Por tanto, al final de este tramo la cueva se halla fosilizada por sedimentación litogénica, siendo remota la circulación por ella de una corriente hipohídrica.

#### *Espeleogénesis.*

La galería principal lleva una dirección casi paralela al cauce epigeo del río Padrobaso, saliendo sus galerías secundarias hacia la cresta Usoteguieta-Ipergorta. Por tanto, este tramo de galerías (desde la entrada hasta el comienzo de la fosilización) es un colector de las galerías secundarias, que aportan a él el agua que recogen de las diferentes leptoclasas que a ellos afluyen.

La sala o tramo semifinal, donde confluyen las dos galerías secundarias, muestra amplias medidas, debido a la abundancia de agua en ella existente sin tener un cauce definido. Pero una vez superado este tramo por las aguas, éstas erosionan conjuntamente la galería serpenteante que las llevaría al exterior, formando de esta manera una nueva galería con claras dunas erosivas, definidas y perfectamente diferentes entre sí, según la variación del caudal con relación al tiempo.

En esta última diaclasa, y preferentemente en su boca, las aguas descansan en un paquete de estratos supra-urgonienses del Cenomanense Inferior, llegándolos a erosionar y dejándolos de una manera fantasmagórica, que nos muestra de una manera superpuesta las diferentes épocas de estío y periodos de abundante caudal hipógeo.

#### *Espeleometeorología.*

Esta espelunca se halla climáticamente unida y relacionada con la S-C-96, por lo que en esta última se encontrará el estudio climático de ambas cavidades consideradas como un solo complejo hipógeo.

#### *S - C - 96*

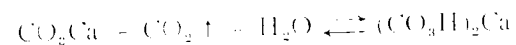
Este fenómeno espeleológico, antigua resurgencia de aguas, hoy en estado muerto, se encuentra a unos 20 metros río arriba de la S-C-95 y a su mismo nivel, pudiéndose clasificar las dos como un único complejo, pues se relacionan entre sí por medio del actual río autóctono que corta las cavidades y recorre parte de sus galerías secundarias.

*Espelcomorfología y espeleometría.*

Esta cavidad es un prototipo de cueva de madurez; en ella se aprecian los fenómenos de morfología sedimentaria y antiguos talweg de erosión hidrológica en diaclasas de libre absorción, situándose sus bases a un nivel de 4 metros por encima del actual cauce interno juvenil, de poco caudal, pero constante, que erosiona regresivamente la diaclasa con una dirección de 150° N., una anchura de 0,4 a 0,5 metros y una altura de 6 metros.

Su boca, de 3 metros de anchura por 0,6 metros de alta, está formada en un corte transversal de los estratos de Zastegui, entre los que surgía un antiguo río hipógeo, interiorizándose en dirección completamente Norte, aunque a continuación recorre una diaclasa de dirección 150° N., por la que prosigue la cavidad. (Ver topografía de la cueva.)

Ya desde su misma boca son apreciables los fenómenos de morfología en formas quimioclásticas (Montoriol), mostrando en el suelo pequeños bloques angulosos, dadas las dimensiones de la cavidad. A los 2 metros de su entrada se abre una sala de 2 metros de anchura por 3 metros de alta, de revestimientos parietales, mostrando en su pared lateral derecha una colada litogénica que efectúa una soliflucción, y en su techo es apreciable también la morfología litoquímica, en formas de estalactitas climáticas, debido a la corriente de aire existente en su interior, que dificulta la cesión del anhídrido carbónico, en el clásico paso reversible de carbonato cálcico a carbonato ácido de calcio



reacción principal de los fenómenos cársticos.

El suelo de esta sala está formado por sedimentos arenosos del antiguo río, depositados en la fase posterior a la erosiva, que mantienen a los bloques clásticos desprendidos de su techo por la acción corrosiva de las leptoclasas, tapizados en algunos casos por pequeñas películas estalagmíticas.

En los 6 metros siguientes, la galería meandrinosa no mantiene una anchura superior a los 0,4 metros, alcanzando su techo una altura de 2,5 metros; el estado de madurez en este tramo es poco visible en cuanto a la litogénesis, que sólo presenta minúsculas huellas de estalactitas climáticas, pendiendo de su techo. Presenta, sin embargo, una huella bien visible de la erosión primitiva, que produjo en sus paredes las clásicas dunas semiparabólicas de erosión, que nos indican desde su concavidad más pronunciada la dirección hipógea de las aguas.

A continuación se alcanza el actual cauce juvenil, por medio de un salto vertical de 4 metros, siendo el mismo que erosionó la diaclasa superior, pero debido a las leyes gravitacionales que rigen en todas las conducciones de tipo fluvial libre, se encuentra actualmente en un nivel más inferior.

Río arriba se alcanza un pequeño orificio resurgente de las aguas, que coinciden con el sumidero hipógeo de la S-C-95, por el que se infiltran las aguas provenientes de la galería juvenil de la citada cueva. Río abajo, la progresión humana se dificulta hasta obstaculizarse por completo, debido a sus dimensiones, yendo a resurgir el pequeño caudal de aguas al río Padrobaso por un manantial sifonante de minúscula salida.

*Espeleogénesis.*

Esta cavidad fue erosionada mecánicamente cuando el nivel epígeo de las aguas del Padrobaso se asentaban en un cauce superior en 20 metros al actual.

Sus galerías interiores nos muestran, al nivel del suelo, una circulación libre de las aguas juveniles, destacando en sus paredes laterales una erosión hidrológica de tipo normal; ahora bien, el agua buscó su cauce erosionando una diaclasa en la interioridad de la espelunca y, a los pocos metros de salir al exterior, por ella encauzaba sus materiales.

Debido al descenso de las aguas exteriores, el río hipógeo buscó un nuevo lecho interior por el que discurrir, produciéndose una difluencia en su curso. Dejó, por tanto, su antigua zona resurgente húmeda, transformándola primeramente en zona semihúmeda y posteriormente en zona seca, siendo utilizada en su segunda fase semihúmeda como «trop plein», aunque esto no es impedimento para que en los periodos de estiaje comiencen las formaciones de la fase de madurez o de todas las diferentes sedimentaciones cársticas.

*Espeleometeorología.*

Al unirse por medio de sus galerías (humanamente impracticables) la S-C-95 y la S-C-96, formaron entre ambas una cavidad, denominada climáticamente abierta (Montoriol), por lo que el clima existente en su interior es mixto, ocurriendo el fenómeno clásico denominado «termocirculación en tubo de viento», actuando en ella con un papel altamente termorregulador la roca madre de la misma; en este caso se trata de calizas supra-urgonnienses.

Al ser estudiada esta cavidad en época invernal, en la que la temperatura exterior del aire es menor que la del interior, la circulación del mismo, se dirigía de las zonas bajas a las altas, por lo que se apreció una gran corriente de aire saliendo por la boca de la S-C-95, lo que indica la existencia de una entrada de aire por la S-C-96 o inferior. La temperatura tomada en la cavidad el día 28 de marzo al mediodía fue de 4,8° C.

*S - C - 97*

Es ésta la única cavidad mencionada que se inserta en la orilla izquierda del río Padrobaso, abriéndose entre unos estratos horizontales, recubiertos en su exterior de una capa vegetal de musgo. Se halla a 100 metros de la S-C-96, río arriba y en un nivel superior en 25 metros, teniendo dos bocas al exterior.

*Espeleomorfología y espeleometría.*

Su boca principal es un cuadrado de 2 metros de lado, discurriendo sus 30 metros de galería principal en una dirección NE. En su final se halla un pequeño sifón resurgente, cuyas aguas recorren unos 7 metros de la galería principal, para sumirse y aflorar al Padrobaso por un pequeño manantial que marca la capa freática. Parten de esta galería otras dos secundarias, que, tras unirse a los 12 metros, salen al exterior por la segunda boca de la cueva, situada en el mismo estrato, a unos 15 metros más hacia el Norte. (Ver topografía de la cavidad).

Este fenómeno subterráneo se halla a nuestro juicio en la primera fase dentro de la vida de las cavernas, es decir, en el apartado juvenil, aunque actualmente la corriente hipohídrica sea mínima. Su total ausencia de fenómenos decalcificatorios, carencia de marmitas conjugadas, fenómenos quimiolitogénicos, etc., prueba nuestra afirmación. Las galerías son de tipo meandriforme, en las que quedan patentes las huellas de erosión mecánica. Sin embargo, se aprecia un fenómeno de senilidad y otro de rejuvenecimiento, dado que actualmente todavía se observa una costra de exudación, que nos habla de un aborto hídrico, pero de poca transcurriencia, en relación con otros fenómenos propios de madurez.

No cabe duda que, además de la erosión mecánica, de tipo físicamente dinámico, existe otra de tipo químico, es decir, de corrosión con muestras de dunas hidrológicas en sus paredes, que empezaría a funcionar cuando los planos de estratificación y diaclasas eran tan estrechos que el agua iba en conducción forzada o hidrostática (Gravitantiongang, S/Kyrle).

*Espeleogénesis.*

Es cosa fácil explicar su génesis, puesto que aún hoy día, aunque no por su misma boca, pero sí por un estrato inferior, circula el agua. Cuando el río epigeo local se hallaba 10 metros más alto, el río hipógeo procedente de colectores de las laderas SO. del Gorbeigane, que recogían a su vez las aguas de infiltración de pequeñas diaclasas, salía por la boca de la cueva,

hasta confundirse con el local. Baja el nivel de base epigeo, por lo que las aguas interiores buscan una salida más acorde, descendiendo de tal forma por un sumidero hipógeo.

Las galerías se formaron primeramente de una manera hidrostática, con régimen turbulento, erosionando el agua un tubo a presión, para a continuación desarrollar su régimen libre de una manera gravitacional. Las aguas están abortando esta cueva, en pleno uso juvenil, que es como actualmente se presenta.

*S - C - 98*

Se halla esta cueva en la ladera SO. de la Peña de Urratxa, entre un bosque de hayedos, a unos 75 metros del sifón de Ubegui.

En el exterior de su boca se aprecia un cauce semicircular, erosionado en los estratos post-urgonienses y recubierto por un verde césped debido a su inutilización hídrica.

En los niveles inferiores de su boca, y a unos 25 metros de ella, existe una diminuta resurgencia de aguas de unos 0,3 metros de diámetro, que es la zona de emisión del sumidero existente a unos 75 metros de la misma en dirección al Ipergorta, en otra vaguada colateral, denominado en las fichas espeleológicas del «G. E. V.» como S-S-99. Este resultó impracticable por su diminuta entrada, sumiendo las aguas de un pequeño torrente.

*Espelcomorfología y espelcometría.*

Esta cavidad muerta se extiende bajo un plano de estratificación de Oeste a Este, aunque por quererse desarrollar en algunos tramos por una diaclasa longitudinal de la misma dirección, nos muestra formas mixtas de conducción.

Su boca, de 1 metro de alta por 2 metros de ancha, nos da acceso a dos galerías: la inferior, de apenas 1 metro de alta por 1,5 metros de ancha, nos muestra una morfología de sedimentación clástica en desarrollo progresivo. La otra galería, en un nivel superior y paralela a la anterior, tiene tapizado su suelo por pequeños bloques clásticos y un fino piso de «terra rosa». (Ver la topografía de esta espelunca.)

El tramo siguiente, de unos 15 metros ascendentes, tiene el mismo desarrollo métrico que las anteriores galerías: sus paredes nos muestran algunas formas parabólicas de erosión hidrológica, estando su techo adornado de algunas estalactitas de caudal, entremezcladas con isotubulares. Su suelo está formado por pequeños depósitos aluvionales, conteniendo algunos bloques clásticos esparcidos por la galería.

En la pared derecha se hallan dos pequeñas gateras ascendentes. La galería se inicia en descenso, de unos 26° de desnivel: su suelo, de arcilla rojiza, nos muestra una zona húmeda, que finaliza a los 10 metros en un sifón.

*Espeleogénesis.*

La cueva se encuentra en un estado inicial de madurez, semihúmeda todavía y es probable que hasta hace poco tiempo realizaría la función de «trop-plein», pues, en el tramo final descendente, se aprecian en el suelo los diferentes niveles alcanzados por las aguas que lo sifonan.

Su época juvenil fue relativamente corta, a juzgar por las formas erosivas, que nos dan a entender la escasez de la circulación de las aguas como río continuo, y, por tanto, sus galerías se abrieron como aliviadero de las aguas alóctonas de la cueva de Urratxa, a juzgar por la dirección.

Por tanto, el período juvenil, aunque nos muestra, sobre todo en su final, algunas formas de erosión turbulenta, ésta es poco visible en general y más bien ha sido una cavidad de circulación libre.

La fase de madurez alcanzada se ha desarrollado en los períodos inactivos de erosión, en los momentos de poca circulación hipógea, lo que también produciría una sedimentación clástica entrelazada con cantos de caliza y arenisca.

*B) La campa de Eguiriñao**Eg - C - 101*

Se encuentra esta cueva a unos 1.110 metros de altitud, abriendo su boca en la transición de estratos calizos visibles al exterior, con los sedimentos de la campa de Eguiriñao, estando a unos 20 metros sobre el lecho del río.

*Espeleomorfolología y espeleometría.*

Su boca es de 1 metro de ancha por 2 metros de alta y muestra variadas formas de erosión hidrológica. El tramo inicial, de 10 metros de longitud en dirección 240° N., es en todo momento morfológicamente juvenil, aunque el agua haya dejado de recorrer su suelo, apreciándose una galería con una única marmita de erosión. Al final de este tramo, queda cortado ortogonalmente por una diaclasa, en dirección N., que presenta en la rampa izquierda descendente, un gran depósito de sedimentos autóctonos de calizas.

Sigue la galería por una zona clástica durante 5 metros en dirección O. Los bloques angulosos dificultan la progresión, dando al final a una pequeña sala de 2 metros de ancha por 5 metros de alta, formada por corrosión, manteniendo todavía las infiltraciones por leptoclasas y teniendo una pequeña chimenea al exterior. La sala presenta en su pared lateral derecha una colada litogénica, que la descubre parcialmente. (Ver la topografía).

Siguen los 20 metros restantes de la cavidad en dirección SO., hasta que

se estrecha impidiendo su paso. Esta galería gravitacional nos muestra en su talweg, dos marmitas conjugadas, bien diferenciadas, que cortan un estrato visible a 1 metro del suelo, cuyo buzamiento es perpendicular a la galería. Las terrazas del estrato están compuestas de sedimentos arcillosos.

Corta ortogonalmente a este último tramo una diaclasa de dirección 340° Norte. El brazo izquierdo es completamente activo y juvenil, mientras que el opuesto tiene una gran profusión de fenómenos litológicos en forma de ejemplares mixtos de estalagmitas, acusándose en un nivel más inferior la descalcificación de la roca madre.

La pared de la izquierda, de erosión moderna, con canalizos acuchillados, está regada de agua que la corroen sin cesar, mostrando en algunos puntos una adicional corrosión, de distinta morfología.

*Espeleogénesis.*

En tiempos pretéritos, las aguas procedentes de los colectores de las laderas septentrionales del Gorbea, circulaban activamente por esta cavidad, erosionando sus paredes y dando al exterior por su actual boca muerta.

Más tarde, las aguas por ley gravitacional, buscaron entre las diaclasas cercanas a la boca, un nuevo profundizamiento, pero debido a la poca absorción de éste, hallaron otro lugar de erosión más interior que produjo un descenso de las aguas interiores.

Esta ausencia de las aguas, proporcionó un reposo, aprovechado para el funcionamiento de las fases sedimentarias.

Las infiltraciones exteriores y el poco grosor del techo en la sala situada a 12 metros de la entrada produjo por fenómenos corrosivos el desmenuzamiento de la bóveda con caída de bloques al suelo.

Las diaclasas que cortan la galería de la cueva, por ser todavía zonas de absorción, muestran pequeñas coladas litogénicas en sus zonas seniles, pero gran desnudez sedimentaria en las demás zonas.

*Eg-C-103 o cueva de Lekuots*

Se encuentra a unos 100 metros campa arriba de la Eb-C-101 y a la misma altura sobre el cauce del río. A unos 5 metros por debajo de ella, se aprecia una capa húmeda de estratos, en continuo goteo resurgente.

*Espeleomorfolología y espeleometría.*

Comienza en una diaclasa de 1 metro de ancha por 5 metros de alta, que recorre un estrato esquistoso durante 18 metros, con una dirección de 200°



Norte; el suelo nos presenta grandes losas pizarrosas, exfoliadas de sus paredes, formando un caos de bloques. Esta diaclasa queda en su final cortada ortogonalmente por una galería juvenil, con un lecho activo, perdiéndose su caudal hídrico por una pequeña gatera situada a la derecha.

Se sigue la cavidad por el meandro izquierdo, en una dirección de 140° Norte, paralelo al cauce exterior, para proseguir a los 5 metros bajo una dirección de 200° N., que se adentra hacia los estratos de la falda Sur del Gorbeigane. Esta galería serpenteante, aunque es de morfología juvenil, debido al caudal que recorre su lecho, presenta en la parte superior de su techo una formación litogénica que fosiliza la continuidad de la diaclasa. En algunas salas que dan amplitud al meandro, se observan reconstrucciones de la misma clase pero en pequeño grado.

Esta galería prosigue unos 40 metros bajo esta morfología primaria. En el punto donde se finalizó la exploración, pudo ser localizada una pequeña fisura, posible continuidad de la cavidad pero impracticable, por donde circulaba gran cantidad de aire.

#### *Espeleogénesis.*

La resurgencia antigua de la cavidad ha quedado en estado muerto, debido a que las aguas no han mantenido ese cambio tan brusco, favorecidas por la ortogonalidad de las dos galerías, por donde permitía su afloramiento.

Por tanto, en ese mismo punto las aguas han buscado una más fácil progresión hipógea, erosionando en la misma dirección el manto calizo que les cerraba su paso, cosa que lograron debido al poder altamente erosivo con que llegaron a ese punto.

#### *Bioespeleología.*

La fauna cavernícola recogida en esta cavidad pertenece en su totalidad a especies troglófilas, provenientes de residencias ecológicas epigeas.

Se recogieron cuatro arácnidos, en los estratos esquistosos del comienzo de la cavidad, posiblemente argiópidos del género *Meta*, enviados al doctor Dresco para su clasificación taxonómica. Asimismo se recogió un miriápodo, éste ya en el interior de la cueva a unos 50 metros de su entrada.

### LAS RESURGENCIAS JUVENILES

#### A) *El valle de Zastegui*

##### *El complejo Lapurzulo-Zulobin*

La resurgencia de Lapurzulo es la cavidad situada a más bajo nivel de todas las descritas; se halla a unos 900 metros sobre el nivel del mar y es

la anteúltima aportación hidrológica que recibe el río Padrobaso dentro de la provincia vizcaína. Tiene cuatro salidas al exterior: dos a la margen derecha del río, saliendo por una de ellas un abundante caudal de agua; otra superior, antiguo «trop-plein», y, finalmente, una sima de erosión inversa de doble ciclo, situada al final de la cueva donde se encuentra el sifón.

Los sumideros de Zulobin se encuentran en una loma ascendente que va de Lapurzulo al monte Usoteguieta, en la cota de 970 metros de altitud, siendo tres las bocas de entrada, dos de las cuales se hallan completamente muertas y la tercera, aunque también morfológicamente muerta, tiene delante de su boca un pequeño río epigeo, que se sume justamente en su misma entrada, entre un conglomerado de bloques.

#### *Espeleomorfología y espeleometría.*

Para realizar dicho estudio vamos a dividir este complejo en varias partes afines y bien diferenciadas entre sí, tanto morfológica como topográficamente en el plano adjunto.

#### 1) *Los sumideros muertos de Zulobin I y II y el piso superior de la S-C-93.*

Estas galerías, componentes de estos pisos descritos, están morfológicamente en la fase de madurez, presentando en algunos puntos finales un estado senil.

La cueva de Zulobin I o entrada F en el plano topográfico (ver foto 1.ª), presenta desde su misma boca, la morfología sedimentaria de tipo aluvional, mostrando en su primera antesala un gran depósito de finos granos de arenisca, mezclados con arcilla. La galería sigue ascendiendo lentamente con una dirección de 130° N.; a los 12 metros de su boca se abre a mano derecha una galería con dirección Sur, que une esta cavidad con la mencionada como S-C-93. Los 20 metros que siguen, discurren por un pequeño meandro senil con muestras de revestimientos parietales, los que llegan a cerrarla, ayudados por sedimentos aluvionales.

La cueva Zulobin II o entrada H, es una pequeña galería que discurre en sus primeros 10 metros favorecida por una diaclasa de dirección 130° N., para a continuación cortar un estrato con una dirección de 260° N., que le conduce a los 15 metros a la entrada de la S-C-93. Tiene a su vez, a escasos metros de la boca, una galería lateral que enlaza con la Zulobin I.

Estas dos galerías descritas, no han representado otro papel que el de afluentes del gran sumidero S-C-93, que presenta características bien diferentes a las anteriores.

Presenta esta boca D (ver foto núm. 2), dimensiones bastante considerables, desarrollándose sus galerías con dirección Este. En su boca, entre la gran cantidad de bloques clásticos existentes en ella, se infiltra un pequeño caudal de agua. Esta primera sala, de morfología glyptoclástica, formada

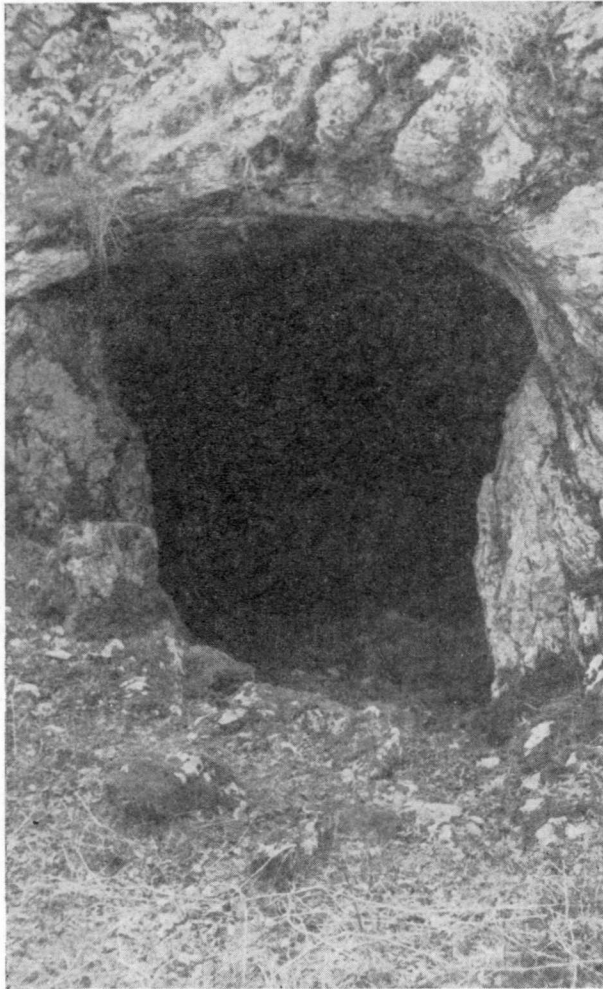


Foto 1.—Entrada de la cueva Zulober I. Fot. E. Nolte (G. E. V.)

por una red polirreticular en el joint de su estratificación, presenta en su techo formas de erosión juvenil. El suelo está formado por un gran caos de bloques, desprendidos de su techo por la triple acción de la gravedad, erosión y decalcificación (Montoriol). En su pared izquierda, donde aflora la galería procedente de la entrada H, existe un pequeño redil pastoril.

Continúa la galería unos 20 metros, mostrándonos paralelamente fenómenos clásticos y litoquímicos, para a continuación irrumpir en una sala, apreciándose en su parte inicial un gran «gour», cuyas aguas proceden de una pequeña gatera de conducción, escapando sus sobrantes por una pequeña sima colateral de escaso desarrollo.

En esta misma sala y justamente debajo de la galería que llega de la cavidad denominada Zulober I, se abre una pequeña gatera en sus comienzos, que a los pocos metros desciende sus paredes verticalmente hacia un pequeño pozo de unos 20 metros; esta galería pertenece al denominado piso de unión de la parte muerta con la parte juvenil.



Foto 2.—Entrada de la cueva S-C-93, complejo Zu'obin-Lapurzulo. Fot. E. Nolte (G. E. V.)

Continúa la galería unos 25 metros, al cabo de los cuales una colada litogénica une el techo con los sedimentos del suelo, fosilizando la continuidad de ella. En la pared lateral derecha y hacia la mitad de este tramo, se observa un hemicono de derrubios, mostrando en su suelo gran cantidad de materiales heterométricos procedentes de arrastres mecánicos.

2) *La galería de unión del piso superior con el inferior o juvenil.*

Comienza esta galería en el tramo C del plano topográfico, por medio de una gatera descendente, que se inicia en la sala interior de la cueva S-C-93, y terminando en la galería del río, tramo B.

Esta galería inicial desciende unos 12 metros, sobre una costra estalagmática, tapizada de barro sedimentoso, para a continuación descender verticalmente 20 metros por una megaclasa de 8 metros de macroeje por 2 de microeje, en dirección Este.

La base de esta diaclasa presenta un gran manto litoquímico, con grandes revestimientos parietales. Sigue en esta misma dirección una galería formadora de un piso intermedio, presentando grandes depósitos aluvionales de finos granos de arena.

Continúa la galería de enlace, con una dirección completamente sur, entre bloques clásticos, para descender verticalmente a los 15 metros de desarrollo por un pequeño pozo de 5 metros, pozo que presenta grandes formas de macroerosión hidrológica. Los 12 metros siguientes antes de aflorar a la galería inferior, presenta una intensa corrosión de la caliza del suelo, entremezclada con una erosión acuchillada, que presenta agudos surcos de fina arista.

Desde este punto, un salto de escalas de 12 metros, nos conduce al lecho de la galería juvenil.

Por la izquierda, continúa una galería con una dirección de 200° N.; al principio es amplia y presenta su suelo recubierto de sedimentos de arrastre mecánico, pero a continuación, tras pasar una galería ascendente, toman sus paredes una forma meandrinosa, que desemboca en su final a la sala clástica de la galería juvenil y a unos 6 metros de desnivel del cauce del río.

### 3) *El piso inferior o galería juvenil dinámica.*

Tras un salto, como se ha dicho anteriormente, de 12 metros, se alcanza desde la galería de enlace el lecho del río. En este punto, un pozo de 5 metros de ancho y 1,5 metros de profundidad, cubre totalmente este tramo.

De aquí parte la galería en dos direcciones, al Norte, remontando el cauce del río, y, al Sur, descendiendo juntamente con sus aguas.

Río arriba, impide el paso una cascada de unos 5 metros, que, remontada, da una galería de forma meandriforme de 1,5 a 2 metros de anchura que, tras otros 6 metros, cierra el paso una nueva cascada; desde este punto la galería toma una inclinación bastante pronunciada, se agudiza el zig-zag meandriforme y a esa altura se puede apreciar un tronco exterior atravesado.

Río abajo, continúa la galería gravitacional unos 10 metros en dirección Sur, con una anchura de 4 metros y una altura de 5 metros al principio y 2 metros en su final. Por la derecha recibe este río un aporte hídrico proveniente de un pequeño afluente hipógeo. El suelo presenta pequeños bloques clásticos. Los 10 metros siguientes discurren por un laminador de 0,5 metros de altura, en la misma dirección. El río se junta a su pared izquierda dejando

un tramo de suelo adyacente a la pared derecha sin cubrirlo, que se halla totalmente tapizado de pequeños cantos de arrastre.

Desemboca el río en una sala de morfología clástica, de unos 6 metros de anchura por 8 metros de altura. La formación de esta sala se debe principalmente a procesos químicos de corrosión. Por su izquierda, el río recibe una nueva aportación hídrica, proveniente de una pequeña diaclasa de absorción, lo que transforma a este río hipógeo alóctono en un río híbrido. Al final de este tramo el río desaparece, prosiguiendo la galería unos 12 metros por un meandro seco, con algunas muestras de formaciones litogénicas.

La dirección de la galería ha sufrido un cambio brusco, pasando de la dirección Sur a la de 70° N., la que se mantiene en el resto de este piso.

Al final de este tramo, la galería se bifurca en dos direcciones, una a la derecha, por la que se aprecia en un nivel inferior de unos 2 metros una fuerte corriente de agua encajonada entre dos paredes estrechas totalmente recubiertas en su parte superior de una capa de reconstrucción; la otra a la izquierda, continúa durante 7 metros con las mismas características anteriores al final de las cuales, un salto de 2 metros nos deposita de nuevo en el lecho del río. Las aguas alcanzan este punto por la galería colateral de la izquierda.

Desde este punto sigue la galería estando totalmente recubierto su suelo por el agua y presentando pequeños bloques clásticos llegados allí por arrastre. Sus paredes, como su techo, nos presentan en todo momento gran cantidad de dunas isodiametrales de erosión, dándonos a entender una antigua conducción forzada, que erosionaba turbillonariamente esta galería semicircular de 1 metro de radio. A los 10 metros presenta en su izquierda un hemicono de deyección, estando cementadas sus paredes por una mezcla de cantos rodados y arcilla. A los 40 metros de recorrido por esta galería altamente juvenil, se halla inserto un sifón que pone punto final a este piso; presentando sus aguas un reposo aparente en superficie.

### 4) *La cueva resurgente.*

La galería principal, de estructura meandriforme, lleva la dirección Sur predominantemente.

Al final de esta galería se abre una chimenea de erosión inversa, dando a los 7 metros al exterior, siendo su macroeje de unos 4,5 metros. A los pies de esta chimenea se halla el sifón correspondiente al del piso inferior de la cueva de Zulobin. Esta chimenea tiene la particularidad de haber funcionado en ambos sentidos.

Una diaclasa situada a la derecha de la chimenea y sifón terminales, recibe

un considerable caudal de agua, que va a engrosar probablemente el proveniente del sifón.

Los 30 metros finales de la cavidad (desde la sima hasta el comienzo de la galería secundaria, ver el plano topográfico), presentan en su pared izquierda, ausente de la erosión continua de las aguas, algunas formaciones reconstructivas de tipo de coladas parietales. Su suelo presenta un depósito de materiales clásticos heterométricos. En el comienzo de la galería secundaria, el techo y pared presenta una activa corrosión química, produciéndose una continua decalcificación, estando recubierto por unos 3 centímetros de bicarbonato cálcico, formando una capa del denominado «Mandmilch».

La galería secundaria toma una dirección de 100° N., recorriendo una distancia de 35 metros antes de llegar al exterior.

Su comienzo está formado por una colada litoquímica de unos 2 metros de altura. El suelo presenta a continuación grandes depósitos aluvionales, sedimentados en el desarrollo de la cavidad que hace de «trop-plein», completando su actual morfología algunas columnas litogénicas grises-pardas. Su boca exterior, de 3 metros de anchura por 0,5 metros de altura, se abre entre los estratos horizontales de una pequeña dolina semiabierta.

La galería principal se estrecha en el siguiente tramo de unos 10 metros para volverse a ensanchar nuevamente. Los 20 metros siguientes llevan una dirección casi paralela a la galería secundaria. Su morfología es de sedimentación clástica, mostrando varios bloques fusionados por efectos químicos. El río, de una anchura de unos 2,5 metros, prosigue entre pequeños bloques clásticos, erosionando lentamente el lecho.

El tramo siguiente, de 15 metros, recobra nuevamente la dirección Sur. Se desarrolla en su totalidad por un estrato de 1 metro de altura, erosionando regresivamente sus paredes laterales, que distan entre sí unos 6 metros.

Entra a continuación el río por una diaclasa absorbente de libre circulación. Esta diaclasa presenta en su parte más elevada una circulación antigua a presión hidrostática. Los 2 metros siguientes están ocupados por dos marmitas conjugadas erosionadas durante dos periodos de distinta erosión de las aguas que han abierto una galería de tipo gravitacional (Gravitantiongangs, S/Kyrle). En los 10 primeros metros de esta diaclasa se observa en sus paredes el corte de un paquete de sedimentos areniscosos muy bien estratificados de 1,5 metros de potencia, erosionado a manera de dientes de sierra. En los 15 metros siguientes, el agua lleva consigo un gran poder erosivo.

Después de atravesar una pequeña sala clástica, en la que se aprecia a la izquierda una galería de génesis forzada que, a los 10 metros, da al exterior, el agua aflora al río Padrobaso por una boca de 3 metros de anchura por 1 metro de altura máxima (ver fotografía núm. 3).

### Isopleometría.

	Desarrollo total	Altura máxima	Dirección	Desnivel
Pisos superiores . . .	155 m.	7,5 m.	90° M	nulo
Galería de unión . . .	103 m.	—	1.º 90° M 2.º 180° M	52,5 m.
Pisos inferiores . . . .	125 m.	13 m.	1.º 180° M 2.º 90° M	12,5 m.
Galería resurgente . .	198 m.	5 m.	180° M	5 m.

Desarrollo total del complejo: 581 metros.

### Hidrología.

El estudio hidrológico de esta cavidad, nos enseña la marcha de las aguas hipógeas por la ladera Este de la cresta Gorosteta-Usoateguieta.

#### 1) Zona de absorción.

Está representada esta zona, primeramente por las tres cavidades de Zubobin, que indican un gran sumidero; también entra a formar parte de esta zona, la galería o sima de enlace con el piso inferior.

Incrementan este apartado pequeños colectores, que conducen las aguas procedentes de la absorción de las diaclasas del gran campo lapiaz, directamente al río principal.

#### 2) Zona dinámica de conducción.

Está representada esta parte por el piso inferior; su lecho apenas presenta grandes desniveles y sus paredes son casi simétricas y de una forma regular. El río que circula por ella es un río híbrido, procedente de pequeños afluentes que a él arriban por zonas laterales y de la corriente híbrida que se sume antes de la entrada de la cueva S-C-93.

#### 3) Zona de emisión.

Forma parte de esta zona la totalidad de la cueva denominada como de Lapurzulo. En ella se aprecian las fases de resurgencia, según los diferentes niveles que ha tenido el río, alcanzando la cifra de cuatro y siendo su actual boca resurgente la que se puede apreciar en la foto número 3.

Por tanto, el punto que divide esta zona con la dinámica, es el lugar donde se halla el sifón de separación de ambas cavidades.

#### *Espeleogénesis.*

La formación de esta cavidad es fácil e interesante, por los ciclos morfológicos completos y por que se puede apreciar con toda claridad las tres zonas en que se divide toda cavidad formada por el curso de un río. (Véase en el apartado de hidrología.)

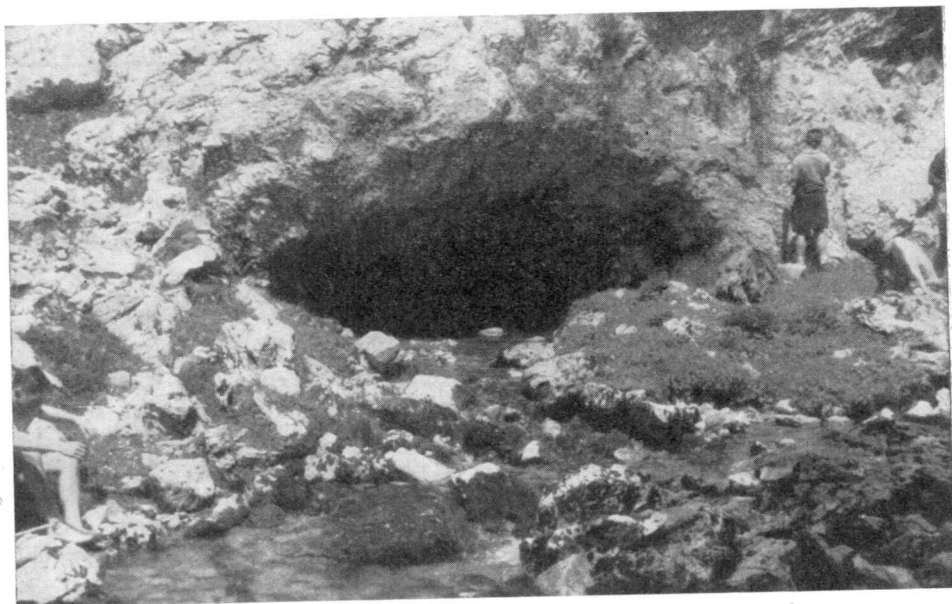


Foto 3.—Resurgencia activa de Lapuzulo. Fot. E. Nolte (G. E. V.)

Los sumideros superiores de Zulobin, absorbían las aguas que descendían del monte Usoteguieta, por los estratos de la falda Este. Las aguas, en su afán erosivo, abrieron rápidamente en el comienzo de la cavidad varias galerías superpuestas, que produjeron, en su derrumbe, la bóveda inicial.

Estas aguas continuaron, una vez unidas, erosionando una diaclasa y discurriendo entre estratos calizos, hasta alcanzar un piso inferior de difícil desgaste mecánico, por el que circulaban al principio a presión hidrostática, realizando una erosión turbillonar. Esta galería dinámica forma la denominada zona de conducción hidrológica.

Al mismo tiempo que el caudal de agua va erosionando la cueva de conducción, las aguas exteriores erosionan asimismo de una manera regresiva

su lecho, lo que produce un descenso de nivel de aguas que repercute dentro de la cavidad.

Por tanto, en este momento las aguas comienzan a erosionar desde el sifón, una nueva galería, la denominada resurgente. Como las aguas del río Padrobaso no alcanzan todavía la cota actual de nivel, sino una cota superior, las aguas hipógeas resurgen por la galería superior de la cueva de Lapuzulo, todavía de una manera forzada.

La sima de erosión inversa realiza en estos momentos la función de «trop-plein», y, por tanto, comienza en ella la circulación inversa a la primitiva, de tal forma que en algunos períodos efectúa también la labor de sumidero, completamente opuesta a su primitiva función.

Desciende todavía el nivel de base exterior, y, por tanto, el subterráneo. Las aguas siguen erosionando la cueva resurgente por un estrato inferior al anterior y afloran al final sus aguas por la cota de resurgencia actual. En su principio, se topan de frente con un estrato de gran dureza, lo que les hace cambiar su rumbo en 90°, aflorando de tal forma por la boca M' (ver el plano topográfico), de una manera hidrostática, como nos lo demuestra esa galería ascendente circular.

Por fin, tras la continua erosión del agua en la pared de la boca M, logra desgastar el paquete de estratos por un nivel inferior, resurgiendo al exterior tal como lo hace en nuestros días.

Formada de esta manera la totalidad de la cavidad, nos remontamos hacia atrás y vemos que no sólo se han realizado cambios según van avanzando las aguas, sino que también existen verdaderos cambios en el comienzo de la cueva. Se ha realizado un gran descenso de las aguas; las cavidades absorbentes han abortado su período juvenil; la morfología primitiva en los pisos superiores ha desaparecido casi por completo, apreciándose los comienzos de los fenómenos sedimentarios, que al principio son los restos del mismo río juvenil, los que se encargan de depositar sus aluviones; más tarde, cuando éste ha desaparecido, son los fenómenos clásticos activados por la corrosión, los que entran en vigor, y más tarde comienzan las formaciones litogénicas a producirse, las que cierran el ciclo y van lentamente fosilizando la cavidad.

La galería de unión muestra las mismas características que los pisos superiores, aunque por ella se han abierto nuevos cauces, que forman pequeños meandros de conducción, que arriban al río principal por un nivel superior a su galería.

El suelo de la galería de conducción ha descendido notablemente, y el agua que circula por él, lo realiza ya de una manera libre, con un cierto régimen fluvial, no procediendo sus aguas de la galería de unión, sino de niveles superiores en dirección a la misma galería, que descienden formando cascadas, de gran caudal en épocas de lluvias.

La erosión en estos momentos es mínima, pero la permanencia del río hipógeo impide la sedimentación aluvional, y aunque se aprecia, por ejemplo, en algunas salas la sedimentación clástica, realizada por la corrosión de la caliza por el agua procedente de niveles superiores que irrumpen en el techo de la galería, lleva todavía la supremacía de una manera considerable la morfología juvenil, la que se puede apreciar en todo momento en esta galería inferior.

La diaclasa longitudinal, que muestra en todo momento gran cantidad de dunas de erosión, se entrecruza en algunos momentos con planos estratigráficos, los que hacen disminuir de una manera clara la altura de la cavidad.

El tramo anterior al sifón es el que mejor conserva los caracteres de circulación hidrostática, mostrando una galería circular por completo. El sifón presenta por la amplitud de su bóveda un descenso de nivel, por falta de caudal.

La sima ha dejado totalmente su actividad en ambos sentidos, así como la galería superior, que aunque realizó en algún tiempo la función de aliviadero, se puede decir que tuvo corta vida juvenil debido a su amplitud y comparación a otras galerías de este mismo complejo.

El lecho resurgente es el que presenta más claramente el régimen de circulación libre, sobre todo en su última parte, pero no en las cercanías de su boca, donde las aguas se han encajonado en una diaclasa de una manera forzada en su principio, y gravitacionalmente en su continuación.

La cavidad alcanza la morfología actual, siendo su génesis la clásica, es decir, de una cavidad completa, habiéndose realizado un sólo ciclo en su vida y presentando actualmente la transición entre el período juvenil y el de madurez, dominando el primero o el segundo, ya sea en las galerías inferiores o superiores respectivamente.

#### *Espeleometeorología.*

El estudio climático de la cavidad está íntimamente ligado con el tramo del sifón, pues éste divide la cueva resurgente de la dinámica de conducción y varía según esté completamente o parcialmente sifonado.

Dividiremos este complejo, para tal estudio, en dos cavidades: la denominada Lapurzulo y la denominada Zulobin.

#### 1) *Espeleometeorología de Lapurzulo.*

El tipo de esta cavidad es el de abierta, dadas las cuatro bocas que tiene, a diferentes niveles, por lo que el fenómeno climático que ocurre en su interior es totalmente epígeo, debido al renovamiento constante del aire, llamándose anemocirculación.

Todo su interior está vinculado a una zona de cambio, que se relaciona íntimamente con el clima epígeo. La temperatura tomada el día 27 de marzo cerca de su final marcaba 5,7° C.

#### 2) *Espeleometeorología de Zulobin.*

El sifón terminal de la cueva de conducción cierra esta cavidad para los efectos climáticos. Por ello pertenece al tipo merocirculante descendente, pues aunque tiene tres bocas al exterior de proporciones considerables, por encontrarse cercanas entre sí y en una misma cota topográfica, sin embargo, realizan la función de una sola para los efectos climáticos del piso inferior (obsérvese la pequeña entrada a este piso, que relaciona con el exterior).

El clima interno es mixto y el fenómeno que ocurre es el de termocirculación en saco de aire.

El papel perturbante del aire es muy complejo, dándose las tres clases de zonas existentes:

a) La zona de enlace, que se desarrolla por los estratos termov variables del piso superior, produciéndose entre ellos una anemocirculación con clima epígeo, siendo a la vez una zona de cambio.

b) La zona de salto, representada por la galería o sima de enlace del piso superior con el inferior; el clima en él es más estable, acusando tan sólo las oscilaciones externas anuales.

c) La zona isozona, que comprende el total del piso inferior, desarrollándose por un estrato isotérmico, teniendo el agua del río un importante papel.

El aire se encuentra en una semiestabilidad parcial y únicamente se aprecian algunas débiles corrientes de aire, en una zona de pequeña cascada, que corresponden al comienzo topográfico de esta galería, y que explica su génesis, por el aumento de energía cinética del agua: aumento que proviene de la correspondiente disminución de energía potencial, dado el descenso de las aguas.

#### *Bioespeleología.*

El 27 de marzo, se recogió, a las once de la mañana, en la cueva resurgente de Lapurzulo, un quiróptero clasificado por el doctor E. Balleis R. como un macho de *Rhinolophus ferrum-equinum*; la temperatura en ese punto era de 5,7° C, encontrándose a 80 metros de la boca principal, colgado sobre un techo de decalcificación activa y a 50 centímetros del suelo, de la misma materia pero en estado seco. Estaba situado en el comienzo del piso superior, a 2 metros de altura sobre el río de la cavidad. Sólo y en letargo.

## LA CUEVA DE URRATXA I

Se abre esta cavidad en las laderas SE. de la peña del mismo nombre, de altitud un poco superior a los 1.000 metros, desde la que se divisa la última pequeña planicie que forma el valle de Zastegui.

A su misma altura, avanzando por la misma ladera de la peña hacia el Norte unos 100 metros, existe una diaclasa que abre una pequeña cavidad denominada Urratxa II, de escasa importancia, pues apenas tiene desarrollo.

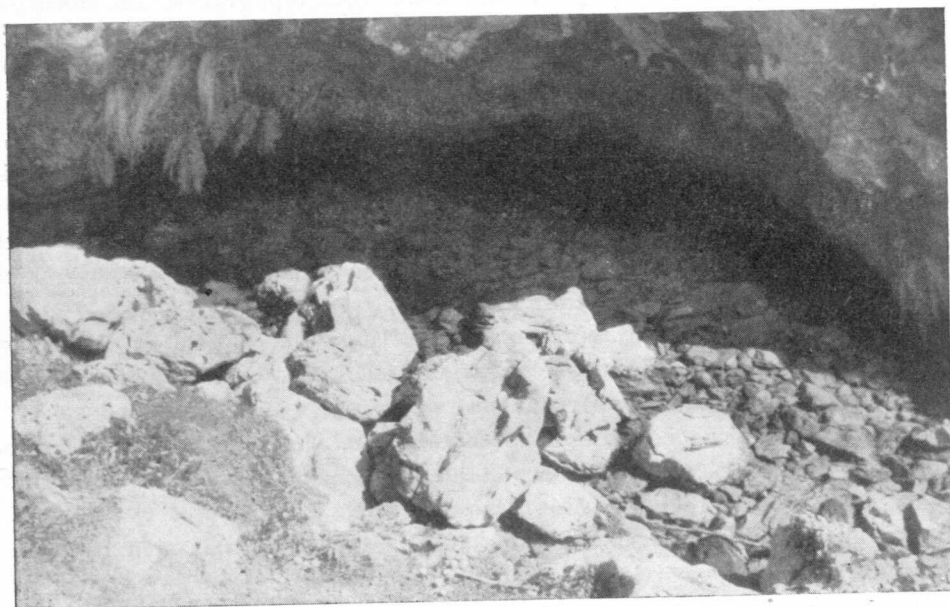


Foto 4.—Resurgencia activa de Ubergui (Urratxa). Fot. E. Nolte (G. E. V.)

En la parte inferior de la peña de Urratxa, en las laderas SO., se abre una surgencia sifonada (ver foto núm. 4) denominada de Ubergui (begui = ojo; U, ur = agua); éste es el punto donde el río Padrobaso toma las características como tal, siendo la surgencia de las aguas que recorren parte de esta cavidad, provenientes del manantial de Lekuotz, en Eguiriñao.

En el mismo macizo montañoso del Gorbea existen dos manantiales denominados también Ubergui. Uno, en la subida de Ceánuri al Gorbeigane, a 3.800 metros de distancia desde su plaza, y el otro en el camino que une Urigoiti (barrio de Orozco) con la campa de Arraba, al pie de las peñas denominadas «Atxeta», filo Oeste de los agrestes lapiaces de Itxina.

*Espeleomorfología y espeleometría.*

Vamos a dividir la cueva, según su morfología, en tramos bien diferentes:

1) *La galería ascendente de unión con el exterior (tramo D-C).*

Con una boca de 3 metros de ancha por 4 metros de alta, comienza la cavidad presentando en su misma entrada, a mano derecha, una gran concavidad, a modo de duna de erosión, de unos 2 metros de macroeje por 1,5 metros de microeje. En los 15 metros primeros, la caliza viva se halla recubierta por una pequeña capa de barro, en la que se desarrolla una vegetación epígea y acaba en una sima de 5 metros a la que llega la galería superior, posible galería de enlace con la zona de absorción superior.

Continúa una deslizante rampa (ver el plano topográfico), que tras pasar por una pequeña gatera formada por reconstrucción, alcanza la galería principal a los 65 metros, de la cual hablaremos en el apartado 2.º.

Esta galería presenta en su primera actividad una erosión inversa, que se halla entrelazada con la posterior erosión regresiva.

En la primera fase, el suelo se hallaba a 1,5 metros sobre el actual; éste estaba formado por cantos, sedimentos y huesos, entre los que se aprecian algunos pertenecientes a la familia de los Ursidos; todo esto formó en su día una costra de exudación, hoy casi desaparecida, debido al segundo período, que erosionó la parte central, dejando sólo las muestras laterales de una terraza colgada. El suelo sigue estando formado por sedimentos compactos de arcilla, recubiertos de una fina capa de decalcificación, que les da dureza.

La parte final, que se desarrolla por una gatera, es de típica morfología reconstructiva, habiendo sido semifosilizada. Entre la entrada y el punto más inferior de esta galería, existe un desnivel de unos 33 metros.

2) *El piso principal muerto (tramo A-C-B).*

La galería a partir del sifón (punto A del plano topográfico), presenta en sus 20 metros siguientes, dos zonas completamente diferentes. A la izquierda, el suelo presenta una facie senil, grandes depósitos aluvionales de grano fino, pequeñas concreciones, y a ambos lados del techo los clásicos lenares de erosión inversa. A la derecha se aprecia un cauce juvenil de gran erosión actual, cuya agua proviene de la galería que funciona como aliviadero del río.

Los 35 metros siguientes de galería, en dirección 120º N., hasta alcanzar el punto topográfico C, presenta a su izquierda diferentes galerías-sumideros, relativamente jóvenes, pero actualmente inactivos.

Este tramo se desarrolla por un estrato, presentando su suelo gran cantidad de sedimentos arcillosos.

Pasado el punto de unión con la galería que asciende al exterior, continúa esta galería principal por una zona sedimentaria hasta alcanzar un tramo con gran profusión de sedimentación litoquímica (ver foto núm. 5).

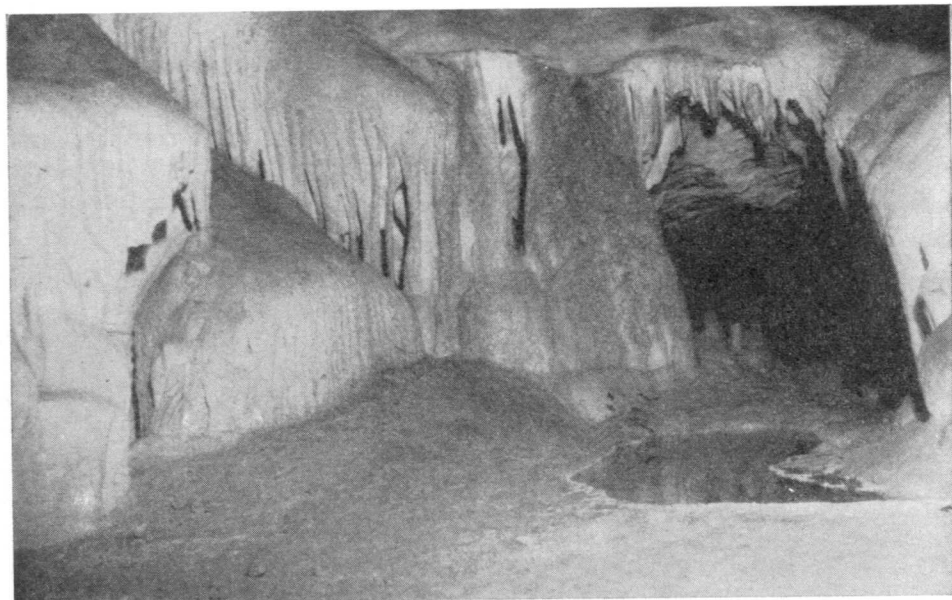


Foto 5.—Tramo superior de la galería principal de Urratxa. Fot. E. Nolte (G. E. V.)

Esta parte presenta bellas concreciones calcáreas; abundan las estalactitas de caudal de tipo de palmera y las formas gráciles de color blanco, así como pequeños ramilletes de excéntricas e isotubulares. El suelo presenta una colada litogénica de color marrón rosado, interrumpida por pequeños gours repletos de agua. El techo se halla unido al suelo por columnas de tipo mixto y asimismo se halla adornado de algunas estalactitas abandonadas.

Como caso curioso se pueden apreciar varias columnas que presentan una fracturación con desplazamiento horizontal, y en su final una nueva y minúscula concreción ha entrado en desarrollo por causa de la escasa infiltración actual.

La galería continúa por una zona de grandes revestimientos parietales de 10 metros de altura, que llegan incluso a estrechar, hasta 0,75 metros, la anchura de la galería. Estos revestimientos, unidos a los puramente axiales observados anteriormente, dan una característica pura de madurez con un rasgo de senilidad.

Un descenso brusco entre bloques clásticos, cementados por arrastres mecánicos y depósitos de «terra rosa», nos enseña un cambio de morfología. El techo presenta una erosión inversa, con sus clásicas formas de lenares.

La galería prosigue por un estrato horizontal, inferior al anterior en unos 10 metros, pero vuelve a iniciar un ascenso entre un terreno puramente aluvional de gran cantidad de arenas y cantos de arrastre, terminando en una especie de semicolector o diaclasa, de paredes desnudas, por la que discurre un fino hilo de agua, estando representado en el plano topográfico como punto B.



Foto 6.—Lecho del río juvenil de Urratxa. Fot. E. Nolte (G. E. V.)

### 3) La galería con río juvenil y la de «trop-plein».

Comienza el río en un sifón resurgente de unos 4 metros de profundidad, formando un pequeño lago de unos 15 metros de largo por 5 metros de ancho. Sigue el río por una galería (ver foto núm. 6) tapizada de pequeñas dunas de erosión, dejando a mano derecha una gran sala clástica, en cuya pared izquierda, tras ascender unos 10 metros de desnivel por una gran colada litoquímica, nace una galería secundaria. A mano derecha de esta misma sala nace otra galería de estado juvenil, que se desarrolla por un meandro, el que encajona una pequeña corriente hipohídrica, que surge en un continuo goteo de entre un manto sedimentario.

Continúa el río principal unos 50 metros antes de desaparecer por una



zona de pequeñas galerías. Esta galería está formada por una diaclasa superior a unos 45° de inclinación y de 0,3 metros de anchura, yuxtaponiéndose a continuación una marmita de 2,5 metros de anchura, que forma el thalweg del río.

En su final, transcurre el río entre una zona de gran sedimentación clásica, donde existen varios sumideros por los que pierde parte de su caudal. En esta zona y en la parte superior de la galería, se aprecia una diaclasa absorbente, con una posible conexión con el exterior, debido a los materiales hallados en ella. A unos 5 metros antes de filtrarse las aguas por el último sumidero, parte a mano derecha una galería que une estas aguas, en periodos de abundancia hidrológica, con el sifón terminal de la galería principal, realizando de esta manera una función de «trop-plein» o aliviadero.

En el techo de unión de ambas galerías, se pueden ver algunas estalactitas isotubulares, distantes entre sí, y también algún tipo mixto de poco desarrollo.

Esta otra galería secundaria está formada por una diaclasa vertical con tres pisos diferentes: 1) El piso superior presenta una galería antigua de conducción forzada, de 1 metro de anchura por 2 metros de altura. 2) El piso medio, que se desarrolla por un estrato horizontal de unos 5 metros de ancho por 0,3 metros de alto, presentando depósitos de arena de grano fino. 3) El piso inferior, actual cauce del río en épocas de grandes aguas, que presenta una marmita de roca desnuda de 1 metro de ancho por 1,5 metros de alto.

Hacia la mitad de esta galería, parte a mano izquierda otra galería ascendente entre un gran semicono de arenas de sedimentación, alcanzando una pequeña sala superior. Esta sala presenta, a mano izquierda, en medio de estas masas calizas, un filón de espato calizo romboédrico, cuyos cristales en forma de prismas oblicuos de base cuadrada, muestran una birrefringencia de 1,658 de índice de refracción. La potencia del estrato es de unos 0,7 metros de ancho por 1 metro de altura, no pudiéndose apreciar su longitud, si bien, en la falda Sur del monte Gatzarrieta, se divisa de nuevo a flor de tierra, aunque con muchas más impurezas que en esta zona hipógea.

A mano derecha de esta sala, tras remontar unos 8 metros por una pendiente de unos 45° de desnivel, entre bloques sueltos, se alcanza una salita impidiendo toda progresión, debido a la gran abundancia de fenómenos de reconstrucción.

#### 4) Las galerías secundarias de la zona Norte.

Comprende este apartado una pequeña red de galerías de escaso funcionamiento, supeditado a días de grandes lluvias, siendo probablemente la

zona de conducción de las aguas procedentes de la zona más baja de Zastegui y de las laderas que descienden del Gorosteta.

Finalizan estas galerías en dos sifones y presentan una morfología juvenil, con un iniciamiento de su madurez, muy poco acusado pero visible en pequeños gour, sedimentos, etc..., debido al cese, posiblemente intermitente, del caudal que las recorre.

#### Espeleometría.

	Desarrollo total	Altura máxima	Dirección	Desnivel
Galería de unión con el exterior.....	100 m.	—	—	33 m.
Galería principal.....	195 m.	12 m.	1.º 130º M 2.º 45º M	—
Galería juvenil (río).....	90 m.	15 m.	315º M	—
Galería de la zona norte.	160 m.	—	225º M	—
Otras galerías.....	455 m.	—	—	—

Desarrollo total: 1.000 metros aproximadamente.

#### Hidrología.

Todas las galerías que componen esta cavidad pertenecen, o han pertenecido, al tipo dinámico de conducción. Las aguas que las recorren son las mismas que afloran por el manantial de Lekuotz, y que antes de llegar a la peña de Urratxa, se sumen por un terreno de sedimentación. Por tanto, este río es alóctono, siempre aumentado por las infiltraciones que discurren por pequeñas diaclasas existentes en la zona de absorción de la misma peña.

La resurgencia de todas estas aguas se realiza de una manera constante por la denominada de Ubegui.

#### Espeleogénesis.

La primera galería en desarrollarse fue la principal o tramo A-B. Esta se abrió cuando las aguas provenientes de Eguiriñao llegaban por el exterior, como lo marca su cauce, hasta el mismo pie de la falda Norte del monte Urratxa. El gran caudal de agua que por ella circulaba era demasiado para poder resurgirlo por el sifón del punto A, hasta alcanzar la

verdadera resurgencia de Ubegui, por lo que fue necesario que el agua erosionase la denominada galería ascendente de unión con el exterior.

En periodos posteriores de menor abundancia hidrológica, se fueron abriendo poco a poco las galerías de la zona Norte, que son las que actualmente conducen el agua; en ciertas épocas del año estas aguas provienen del gran sumidero situado en las faldas Norte del Urratxa.

De tal forma, que tenemos formada casi la totalidad de la cueva, menos la parte actual puramente juvenil.

A unos 150 metros del sumidero exterior, donde actualmente se sumen las aguas del Padrobaso antes de llegar a Urratxa, éstas abrieron un nuevo surco hipógeo de conducción, de tal forma que se erosionó el tramo E-F, abriendo así la actual conducción hidrológica constante, aunque todavía, por ser muy juvenil, tiene un aliviadero que conduce el resto sobrante de sus aguas que no pueden ser absorbidas, al sifón de la galería principal.

Es cosa curiosa, que las aguas del Padrobaso ya no circulan por las galerías de la zona Norte, sino por la situada al lado opuesto. La surgencia, en cambio, no ha variado desde el comienzo de su funcionamiento, y si la zona de absorción y la de conducción.

#### Espeleometeorología.

Se puede catalogar a esta cueva como del tipo merocirculante, presentando una sola boca superior, en íntima relación.

En la gatera de la galería de unión con el exterior, se pudo apreciar una gran corriente de aire, produciéndose una termocirculación en saco de aire.

Las pocas temperaturas que se pudieron tomar el día 2 de mayo son:

Galerías	Temperaturas del aire
Ascendente.....	6° C
Principal (punto A, sifón).....	6° C
Principal (punto B).....	6,2° C
Juvenil-río (punto E).....	5,7° C
Temperatura del agua.....	5,2° C

#### Bioespeleología.

Como fauna exterior tenemos restos óseos, determinados por don Jesús de Altuna, como de la familia de los úrsidos, que fueron hallados en una costra de exudación a pocos metros de la entrada.

La fauna cavernícola podemos dividirla en dos apartados:

1) *Especies troglóbias*.—Fueron recogidos nueve ejemplares de Opiliones, pertenecientes al género de los *Ischyropsalis*, enviadas en su totalidad al doctor Dresco para su clasificación.

También se recogió un coleóptero en estado muerto, el cual tal vez pueda ser un *Bathyscino* del tronco de los *Speocharis*, especies puramente cavernícolas en nuestra región, enviado al doctor Cabidoche.

2) *Especies troglófilas*.—Fueron observados varios ejemplares de tricópteros en vuelo, en la zona de los sifones terminales de las galerías secundarias correspondientes a la zona Norte.

#### B) Campa de Eguiriñao

##### Eg - C - 102

Es una pequeña cavidad que se halla situada entre la Eg-C-101 y la 103 y a su misma altura, con respecto a la campa. Hoy día está aprovechada como abastecimiento de aguas del refugio montañoso de Eguiriñao, por lo que tiene en su exterior una pared de manutención de aguas, con una toma por medio de un tubo de hierro.

Su boca es de 1 metro de altura por 0,75 metros de anchura, encontrándose totalmente sifonada a los 5 metros, punto donde la galería ha disminuido todavía más sus dimensiones, teniendo este tramo una dirección NE. (ver la topografía).

Sólo es apreciable morfológicamente, pequeñas dunas de erosión. Su suelo se encuentra recubierto de sedimentos que acarrear las aguas, que son probablemente, aunque no en su totalidad, las que circulan por la cueva de Lekuotz o Eg-C-103.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Estudios del Grupo Espeleológico Alavés 1962-1963*, Diputación Foral de Alava, Consejo de Cultura, Vitoria.
- ERASO, Adolfo: *Polje de Zaldive*, «Munibe», año 1958, núm. 4, San Sebastián.
- ERASO, LLANOS, AGORRETA y FARIÑA: *Karst del S. E. del Gorbea*, «Boletín de la Institución Sancho El Sabio», núm. 1-2, Vitoria, 1959.
- GOICOECHEA, Néstor de (Leandro de Acha): *Al correr del río Bayas*, «Hidrografía Alavesa, Vida Vasca», 1963; págs. 23 a 36, Bilbao.
- — — *El valle de Zastegui (Macizo del Gorbea)*, «Geo. y Bio. Karst.», núm. 3, 1964, Barcelona.
- — — *Apuntes sobre la Geología de Vizcaya*, «Pyrenaica», núm. 3, 1965, Tolosa.
- — — *Apuntes espeleológicos de la sima del Vivero y otras cavidades adyacentes (Carranza, Vizcaya)*. En prensa en NOTAS Y COMUNICACIONES, Madrid.
- — — *Emplazamiento geológico de la cueva de Arenaza (Vizcaya)*, Geo. y Bio. Karst., núm. 4, 1965, Barcelona.
- — — *Cavidades del barranco de Peñalba (Trucios, Vizcaya)*, «Geo. y Bio. Karst.», número 10, 1967, Barcelona.

- Grupo Espeleológico Vizcaíno: «Memorias de la Asamblea regional de Espeleología», Carranza, 1958, Editada por la Enema, Diputación de Vizcaya, Año, 1959, Bilbao.
- JULIVERT, M.: *Morfología kárstica*, «Speleon», Tomo VIII, enero-diciembre 1955, núm. 1-2-3-4: págs. 57 a 80.
- KYRIE, G.: *Grundriss der theoretischen Speläologie*, año 1923, Viena.
- LLOPIS LLADÓ, N.: *Sobre algunos principios fundamentales de morfología hidrológica kárstica*, «Speleon», tomo III, abril 1952, núm. 1-2: págs. 33 a 69, Oviedo.
- — — *Karst holofossil et méro-fossile*, Premier Congrès International de Spéléologie, Paris, 1953, Publications du Congrès, Section I.
- — — *Sobre algunos fenómenos de subsidencia y solifluxión en las cavernas*, «Speleon», tomo II, núm. 4: págs. 217 a 224, Oviedo, año 1951.
- MAUCCI, W.: *L'ipotesi dell'erosione inversa, come contributo allo studio della speleogenesi*, «Boletino della Società Adriatica di Scienze Naturali», vol. XLVI, Trieste, 1951-1952.
- — — *Contributo per una terminologia speleologica Italiana*, «Boletino de la Sociedad Adriática de Ciencias», Trieste, 1961.
- MONTORIOL, J. y THOMAS, J. M.<sup>a</sup>: *Sobre la abundancia relativa en las formaciones hipógeas de estalactitas y estalagmitas, con algunas consideraciones sobre la morfología de las mismas*, «Urania», núm. 225, 1953, Tarragona.
- MONTORIOL PONS, J.: *Los procesos cásticos hipógeos*, «Rass. Sp. Italiana», año III, fascículo 4: págs. 119 a 120, 6 figs., 10 fot., Como, 1951.
- — — *Resultado de nuevas observaciones sobre los procesos cásticos hipógeos*, «Rass. Sp. Italiana», fasc. VI, año 1954, Como.
- NOLTE y ARAMBURU, E.: *Breve aportación al conocimiento del aparato kárstico de Itxina (Macizo del Gorbca), por medio de sus fenómenos espeleológicos*, «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Minero de España», núm. 65, 1962: págs. 87 a 106.
- — — *Catálogo de fenómenos espeleológicos de la provincia de Vizcaya*, «Speleon», tomo XI, Enero-diciembre, núm. 1-2-3-4, Oviedo, 1960.
- — — *Caverna de Lezate*, «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Minero de España», número 57, Madrid, 1960.
- — — *Notas para el estudio de la Caverna de Peña Roche*, «Notas y Comunicaciones del Instituto Geol. y Minero de España», núm. 61, Madrid, 1961.
- RAT, P.: *Les Pays Crétacés Basco-Cantabriques*, «Publications de l'Université de Dijon», tomo XVIII, 525 págs., 68 figs., 9 pl., dont une carte géol. au 200.000, Anne 1950, Dijon.
- — — *Structure de la chaîne Basco-Cantabrique entre le Massif du Gorbca et la Plaine de Durango (Espagne)*, «Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences», tomo 238: págs. 707 a 709, séance du 8 février, Paris, 1954.
- — — *Les milieux Urgoniens Cantabriques*, «Bulletin de la Société géologique de France», 7.<sup>a</sup> série, tomo I: págs. 378 a 384, Paris, 1959.
- UGARTE URTIAGA, Gaizka: *Breves notas introductorias al conocimiento de los sumideros del Hoyo de Gasterán, I y II*, «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Minero de España», número 71, 1963: págs. 47 a 62.

Recibido: 28-X-1964.

YVES CHAMPETIER

## SOBRE UN TIPO PARTICULAR DE EXTRUSION EL RELIEVE DOLOMITICO DE MONTNÈGRE (PROVINCIA DE ALICANTE) (\*)

RESUMEN

Se hace un estudio sobre los contactos de las dolomías formadoras del Montnegre y las calizas que lo rodean: puede tratarse de una zona con valor anticlinal como se observa en el Barranco del Castello, o pueden considerarse hundimientos alrededor de un núcleo con valor de horst.

P. Viennot ha definido en 1927 (1) bajo el término de «extrusión», las láminas de rocas rígidas que levantan y perforan su cubierta plástica: los dos complejos están generalmente separados por un contacto anormal. Este tipo tectónico, señalado en España por J. Polvéche (2), ha sido reconocido en numerosas localidades, especialmente en África del Norte (3).

Es un fenómeno comparable al que será descrito a continuación, una vez explicada la naturaleza litológica de las formaciones que lo componen. La roca perforante es una dolomía y la cubierta está constituida por calizas en losas donde la plasticidad —tiene la diferencia de la cubierta de las extrusiones definidas por P. Viennot o citadas en la región de Alicante por J. Polvéche— es bastante limitada.

La región (Hoja de Benisa), donde se sitúa el fenómeno aquí descrito, está al Este de la zona prebética, autóctona, al SO. del pueblo de Pego (4). Este está constituido en el fondo de una depresión con valor sinclinal OSO-ENE., rellena de margas blancas del Mioceno superior (?) con facies «tap». La depresión se apoya, al Norte, sobre el flanco meridional del anticlinal de Oliva, mientras que, del lado sur, está levantada o cabalgada más o menos claramente en el contacto del Cretáceo superior del fondo del valle del Ebo, que por otra parte se muestra intensamente fallado, siguiendo diversas direcciones. Pasado el Puerto de Sagra hasta el nivel de Pego, en especial, al O. y al S. del castillo de Hembra, las fracturas ligadas a esta zona de cabalgamiento son utilizadas diapíricamente por el Triás margo-yesífero. Como se

(\*) Traducción realizada por M.<sup>a</sup> CONCEPCIÓN LÓPEZ DE AZCONA, «C. R. Soc. Geol. de France», Fase, 2, pág. 52, 1966.

sabe que del Jurásico superior y del Cretáceo inferior, extremadamente potente, afloran a poca distancia al Norte (Oliva) (5), al Oeste (la Querola) (6), y al Sur (Puig Campana), parece cierto que el Triás ha perforado oblicuamente esta serie y que ha utilizado para ello el cabalgamiento, pero que no ha facilitado el nacimiento de este último.

La serie cretácica comprende aquí, en la base, potentes dolomías cristalinas (100 a 150 m.) con pátina oscura, a menudo negra, pero con fractura clara. B. Darder Pericás (4) tiene tendencia a referir este nivel al Cretáceo superior (Turonense-Coniaciense), mientras que los autores del mapa geológico de Benisa (7) lo consideran como una variación de facies del Turonense. En el valle, al NO. de la Cruz de Caval, se ve muy claramente hundirse estas dolomías bajo una potente serie (unos 400 m.) de calizas compactas con pátina gris, en losetas de 0,50 m. a 1 m., de aspecto sublitográfico. Su microfauna prueba su edad cretácica superior: *Pithonella ovalis* (Kaufm.), muy frecuentes; *Pithonella trejoi* Bonet, escasas; «*Lagenasphaerica* Kaufm., frecuentes; *Calcisphaerula innominata* Bonet, frecuentes; *Rugoglobigerina* sp., frecuentes; *Globotruncana* sp., frecuentes; *Gümbelina* sp., frecuentes pero muy a menudo mal conservadas; Radiolarios, muy numerosos, transformados en calcita y prismas de *Inoceramus*. En algunos niveles, estas calizas pueden hacerse menos compactas con intercalaciones margosas. Proporcionan entonces *Inoceramus* más o menos bien conservados; basándose en éstos, Darder Pericás cita, después de las determinaciones de Heinz (4), las formas del Campaniense superior.

El Montnegre sobresale de 100 a 200 m. de las montañas que lo rodean, formadas por calizas sublitográficas y margosas del Senonense. A primera vista, esta posición morfológica hace suponer que la dolomía «turonense» está recubriendo al Senonense. El estudio de los contactos entre dolomía y caliza muestra que no es, sistemáticamente anormal, corresponde en la mayoría de los casos a fallas normales inclinadas hacia el exterior del macizo y que se continúan lateralmente en el interior de las calizas. También a menudo, como se ve en la vertiente norte, todo ocurre como si la dolomía hubiera simplemente levantado y perforado las calizas, levantándolas en el contacto. El plano (fig. 1) y los cortes (fig. 2) permiten observar el fenómeno.

Dejando aparte la naturaleza de las formaciones, se trata de una extrusión: contactos sistemáticamente anormales, aspecto de perforación de la dolomía, alargamiento del macizo, contornos angulosos. La causa de tal estructura sigue siendo enigmática. En efecto, la intervención del Triás a la manera de un pistón sigue dudosa: una franja de terreno de por lo menos 1.000 m. debe separarlo de la dolomía «turonense» (igualmente, J. Polvéche (2) nota que en la región de Busot, Alicante, el Triás no parece realizar ningún juego). Puede tratarse de una zona con valor anticlinal, como parecería mostrarlo un afloramiento de dolomía puesto al descubierto por la erosión en el

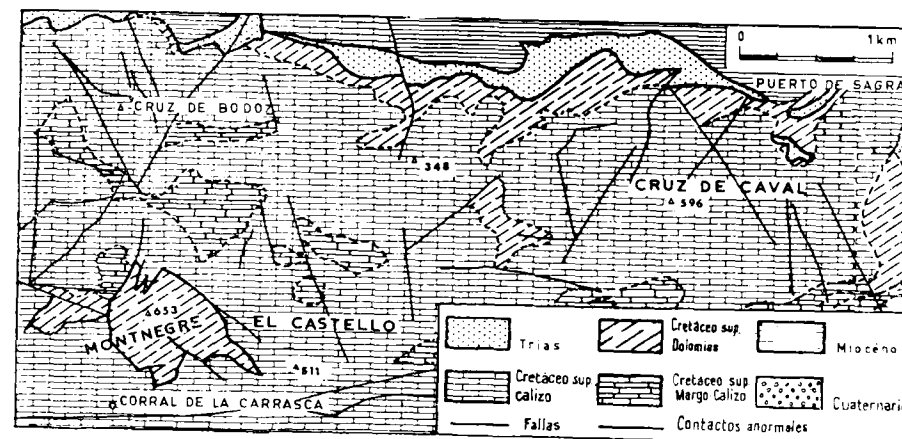


Fig. 1.—Mapa geológico de la región del Montnegre. Triás.—Cretáceo superior, Dolomías.—Mioceno.—Cretáceo superior, Calizas.—Cretáceo superior Margo-calizo.—Cuaternario.—Fallas, Contactos normales.

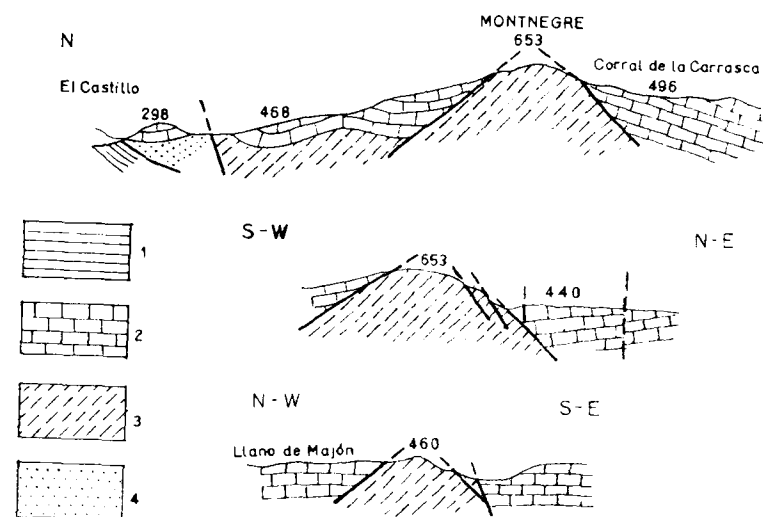


Fig. 2.—Cortes.  
1. Mioceno.—2. Cretáceo superior, calizas.—3. Cretáceo superior, dolomías. 4. Triás.

interior de las calizas senonenses, más al Noreste en el Barranco del Castillo, pero nada en la dolomía del Montnegre —que está estratificada— muestra la curvatura a la que se atendería en esta hipótesis. Se puede también considerar los hundimientos alrededor de un núcleo con valor de horst. La elección es difícil, pero sea la que fuere, este tipo de extrusión en el Este de la zona prebética me pareció digno de ser señalado.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.—VIENNOT, P.: *Sur la géologie des environs d'Hasparren* (B.-F.), «C. R. Ac. Sc.», t. 185, págs. 564-566, 1927.
- 2.—POLVECNÆ, J.: *Les extrusions de la région de Busot et le problème de la limite entre pré-bétique et subbétique dans la région d'Alicante*, «Rev. Géogr. Phys. et Géol. dyn.» (2), vol. V, fasc. 3, págs. 203-210, 1962.
- 3.—CASTANY, G.: *Les extrusions jurassiques en Tunisie*, «Ann. Mines et Géologie», núm. 14, Tunis, 1955.
- 4.—DARDER PERICÁS, B.: *Estudio geológico del norte de la provincia de Alicante y sur de la de Valencia*, «Bo. Inst. Geol. y Min. España», núm. 57, t. I, págs. 232-234, 1945.
- 5.—CHAMPETIER, Y.: *Coupe du Jurassique supérieur de l'anticlinal d'Oliça (prov. de Valence, Espagne)*, «C. R. Ac. Sc.», t. 261, págs. 1354-1357, 1965.
- 6.—BUSNARDÓ, R. y DURAND DELGA, M.: *Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante)*, «B. S. G. F.», (7), II, págs. 278-287, 1960.
- 7.—RÍOS, J. M., NAVARRO, A., TRIGUEROS, E. y VILLALÓN, C.: *Mapa Geológico de España: Explicación de la Hoja núm. 822, Benisa (Alicante)*, Madrid, «Inst. Geol. y Min. de España», págs. 37-38, 1961.

Recibido: 13-VI-66.

DENISE MONGIN

AU SUJET D'UNE NOTE DE J. T. C. YEN: *A Molluscan fauna of the Wealden formation in Spain*

Dans cette publication, le paléontologiste américain omet de mentionner les publications des géologues français sur les Mollusques du Wealdien, et notamment sur les Naiades.

Dans le paragraphe: «Previous records in North Europe», il fallait signaler:

— Répartition biogéographique des Naiades pendant le Wealdien, par Denise Mongin, 1963, in Colloque sur le Crétacé Inférieur, Lyon, «Mém. B. R. G. M.», n. 34, pp. 409-17, 1 carte biogéog.

Au sujet du Wealdien français (p. 91), il devait citer:

— *Description des coquilles d'eau douce du fer Néocomien supérieur Haute-Marne*, par J. Cornuel, 1874, «Bull. Soc. Geol. Fr.» (3), n. 2, publication dans laquelle sont étudiées 9 espèces d'*Unios*.

Pour le Wealdien d'Espagne (p. 92), il ne fallait pas oublier:

— *Recherches géologiques dans la région cantabrique*, par L. Mengaud (Thèse Paris, imprimée à Toulouse, 1920), qui décrit et figure *Unio valdensis* trouvé dans cette province, ainsi que la note de:

D. Mongin et F. Gautier, *Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Wealdien de la province de Teruel*, «Bull. Mus. Hist. Nat. Paris» (2), t. 37, n. 1, pp. 192-7, 1 pl. sortie en mai 1965, et dans laquelle est décrit et figuré un nouvel *Unionidae*: *Teruella gautieri* nov. gen. nov. sp.

Enfin, pour le paragraphe sur les Unionindae (p. 96), une référence était à signaler:

*Unio valdensis* Mantell, *from the Wealden beds of England, its taxonomic position and its geographical distribution*, par Denise Mongin («Proc. Malac. Soc. London», 1961, vol. 34, part. 6, pp. 340-5, 3 pl.) où l'espèce anglaise est attribuée au genre *Margaritifera* et au sous-genre *Pseudounio*.

Pour un sujet aussi peu étudié que les Naiades crétacées d'Europe, il était indispensable de rétablir impartialement la bibliographie de ces études malacologiques.



Noticias

DATOS ESTADISTICOS Y COTIZACIONES

COTIZACION DE METALES

M A T E R I A S	8-12-64	15-12-66	28-6-67	31 8-67	28-9-67
<b>ZINC</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	14,50	14,50	14,50	14,60	14,35
Londres (£ por Tm.) .....	130 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -131	104-105	98 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> -98 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	96 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> -96 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	96 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -97
<b>ALUMINIO</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	24,50	24,50	25,—	26,50	26,50
Londres (£ por Tm.) .....	196,—	192,—	196,—	196,—	196,—
<b>MERCURIO</b>					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	480-500	495-510	490-500	495,505	495-505
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.) .	140,—	185-210	177,—	171,—	180,—
<b>WOLFRAMIO</b>					
Londres (chelines por Tm.) .....	169-174	310-325	367/6-377/6	317,6-327,6	346/6-352/6
<b>PETROLEO</b>					
Nueva York (£ por barril). East Texas, crudo, en pozo....	3-3,10	3,10	3,10	3,20	3,20
<b>ESTAÑO</b>					
Nueva York (centavos por libra). .	171,—	154,—	155,—	132,37	151,—
<b>COBRE</b>					
Nueva York (centavos por libra). Electrolítico.....	64,50	36-38	38-38,25	38-38,25	38-38,25
Londres (£ por Tm.) .....	502-510	426-426 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	358-358 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	376-377 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	397 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -398 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
<b>PLOMO</b>					
Nueva York (dólares por libra)....	15,—	11,30	11,30	11,30	11,30
Londres (£ por Tm.) .....	141-142	81-81 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -82 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	84-84 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -82 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>

## ECONOMIA

## EL GAS NATURAL COMO MATERIA PRIMA

En los medios industriales ingleses se interesan cada vez más por el gas procedente de los yacimientos del Mar del Norte como posible materia prima para la obtención de algunos productos.

Este gas se compone fundamentalmente de metano y pequeñas cantidades de etano, propano y otros hidrocarburos de la serie de las parafinas. De acuerdo con su composición, dicho gas es apropiado para la producción de amoníaco y alcoholes, y bajo condiciones de precio muy favorables, se podría utilizar también para la fabricación de acetileno.

## PLANTA COMERCIAL PARA LA FUSION DEL TITANIO

La firma Jessop-Saville, de Sheffield (Inglaterra), va a convertir su laboratorio de investigación sobre fundiciones de titanio, radicado en Whiston Grange, en la primera planta comercial del mundo para la fundición de titanio y de sus aleaciones. Hasta los trabajos realizados por esta firma sobre la fundición de este metal, se había aceptado que la única forma de tratamiento del titanio era un mecanizado costoso a partir de barras sólidas.

Ha influido en la decisión de su tratamiento a escala industrial, la disminución experimentalmente ultimamente por el precio del metal, que de 10 libras (1.670 ptas.) el kilogramo, ha descendido a 30 s. (aproximadamente 250 ptas.) el kilogramo, lo que unido a la economía de los nuevos procesos de fundición, abrirán a este metal nuevos campos de aplicación en la industria química, en donde la resistencia del titanio a la corrosión le convierten en el metal ideal para bombas, válvulas y motores.

## PRODUCCION BRITANICA DE ACERO

Según la «British Steel Corporation», la producción británica de acero alcanza en la actualidad solamente las tres cuartas partes de su capacidad total.

Coincide este estado con el informe del Ministerio de Energía, que da un consumo de acero por parte de la industria británica, inferior en un cuatro y medio por ciento al consumo del año anterior.

El proyecto de creación de un sistema completamente centralizado para la exportación de acero, anunciado por el Presidente de la Asociación de Exportadores e Importadores de Hierro y Acero, no complació a las compañías miembros de dicha Asociación, que consideran preferible sigan vigentes los actuales convenios de exportación.

## INCREMENTO DE LA PRODUCCION DE AZUFRE EN MEJICO

Debido a la creciente demanda mundial de azufre, Méjico se propone aumentar la producción de sus ricos yacimientos en el istmo de Tehuantepec. Esta región ya abastece

cerca del 25 por 100 de las necesidades mundiales en azufre, y este año 1967 producirá cerca de dos millones de toneladas. Se están ofreciendo nuevas concesiones a los productores de azufre, cuyas exportaciones serán permitidas dentro de un porcentaje de las reservas.

Para tener derecho a una concesión, las compañías azufreras deben tener el 66 por 100 de propiedad mejicana. Muchos empresarios mejicanos, como Bernardo Quintana, Bruno Pagliai, José García, Enrique Madero y Emilio Azcárraga, han organizado nuevas compañías para explotar los yacimientos de azufre, varias en coparticipación con compañías europeas, canadienses y americanas.

## LAS MINAS DEL RIF

Delegados de la casa Krupp, visitaron Marruecos con el propósito de interesarse en los yacimientos de hierro del Rif, de propiedad española hasta el mes de abril, en el que fueron transferidos al Gobierno marroquí.

Se está estudiando la posible instalación en Nador, de un complejo siderúrgico para beneficiar un millón de toneladas anuales, actual producción de las minas.

## LOS ABONOS POTASICOS EN TUNEZ

El consumo de abonos potásicos ha crecido fuertemente en Túnez. Las importaciones se duplicaron en el año 1966. Los principales exportadores han sido Benelux, Alemania Federal y Alemania del Este. Los tres exportadores del año 1965, España, Francia e Italia, no han vendido nada en el 1966.

## FERIA TECNICA DE LA QUIMICA APLICADA

El 23 de octubre de 1967 fue inaugurado el certamen conocido con el nombre de Expo-química, en el que participan 412 expositores españoles pertenecientes a los sectores orgánico e inorgánico, plásticos, resinas y maquinaria y aparatos para la industria química.

## PRODUCCION MUNDIAL DE PETROLEO EN 1966

La producción mundial de petróleo se ha elevado en 1966 a 1.632,8 mill. t., cifra que representa un aumento del 8,6 por 100 (170 mill. t.), sobre la del año precedente. Los países que contribuyeron en mayor grado a incrementar dicha producción fueron, EE. U.U., URSS, Arabia Saudí, Irán y Libia, que obtuvieron en conjunto 92 mill. t. más de petróleo que en 1965.

## NACIONALIZACION DE COMPANIAS PETROLERAS EN ARGELIA

El Gobierno argelino ha nacionalizado cinco compañías petroleras, propiedad de las firmas americanas Esso y Mobil. Una de ellas, Esso Saharienne, se dedicaba a la explotación, y las restantes al refinado y la distribución. Quedan importantes intereses petroleros americanos, de las compañías Mobil y Sinclair, que producen en conjunto de 3 a 4 millones de toneladas al año.

El Gobierno se propone transferir los haberes y mercados de venta de las cinco compañías, a la Sonatrach, empresa estatal argelina, reservándose también el abastecimiento a la refi-



nería de Argel, mientras que se ha dado orden a las compañías extranjeras de exportar todo el crudo que produzcan.

#### AMPLIACION DE CAPITAL DE ADELA

La sociedad de inversiones ADELA, en la que participan empresas bancarias e industriales de Norteamérica y países europeos (entre ellos España), ha incrementado últimamente su capital, que ha pasado de 40 a 50 millones de dólares. Se han incorporado a los accionistas varias entidades norteamericanas y ha anunciado su participación el Oesterreich'sche Laenderbank, de Austria.

ADELA financia importantes inversiones en la industria pesada de los países iberoamericanos, como plásticos, componentes de automóviles, cemento y madera. También financia la actividad de las sociedades de promoción del desarrollo en varios países.

Hasta ahora las inversiones se han realizado principalmente en Ecuador, Méjico y Venezuela, y, últimamente, en la República Dominicana.

#### CRIADEROS

##### EL GAS NATURAL DEL MAR DEL NORTE

Las reservas de gas del Mar del Norte descubiertas hasta ahora ascienden a no menos de 708.000 millones de metros cúbicos y permitirán un suministro diario de unos 85 millones de metros cúbicos durante 20 ó 30 años.

#### NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

##### REACTOR DE FLUJO DE NEUTRONES RAPIDOS

De acuerdo con un proyecto aprobado por los Gobiernos de Francia y de la República Federal Alemana, un grupo de investigadores francoalemán trabaja actualmente en el diseño de un nuevo reactor de flujo de neutrones rápidos. El reactor será montado en Grenoble, en las proximidades del Centro de Estudios Nucleares, dependiente del «Commissariat à l'Energie Atomique».

##### ELIMINACION DEL PETROLEO EN EL AGUA DEL MAR

Los investigadores de la «Ekoperl GmbH», de Dortmund (Alemania), han descubierto un producto que puede utilizarse con éxito para la eliminación del petróleo procedente de los buques y que contamina aguas y playas. Está preparado con tierra de infusorios y tiene una capacidad de absorción del petróleo correspondiente a seis veces su peso. Una vez absorbido éste, la capa formada se retira fácilmente y puede quemarse.

##### NUEVA TECNICA DE DESALACION DEL AGUA DE MAR

Se ha ultimado recientemente en los Estados Unidos una nueva técnica para convertir el agua de mar en agua potable, mucho más económica que los sistemas actuales.

Consiste en bombear el agua salada bajo presión a través de tubos de lana de vidrio, revestidos de una membrana de acetato de celulosa preparado. Esta membrana es permeable al agua, no deja de pasar ninguna de las sales disueltas y sólo filtra agua potable. Este procedimiento es aplicable también al tratamiento de aguas residuales. Con este último fin, se investiga la construcción de dispositivos portátiles, que puedan trasladarse a aquellos lugares en los que se interrumpe el abastecimiento normal de agua.

#### NUEVA PLANTA DE ALUMINIO

En Valco, Ghana, se ha puesto en marcha una fábrica de aluminio primario, que forma parte de un importante programa de desarrollo. Ha hecho una venta inicial de 250 toneladas de aluminio a Inglaterra el pasado marzo, con lo cual entra con carácter formal en el mercado del aluminio. La máxima capacidad que se prevé para finales del año 1967, es de 115.000 toneladas anuales y simultáneamente 1.000 puestos de trabajo. La producción de esta fábrica será vendida por las firmas Kaiser y Reynolds en proporción de las inversiones que cada una tiene en la mencionada planta.

#### MEJORA DE LA REFINERIA DE PETROLEO EN COLOMBIA

Se ha logrado un importante aumento de capacidad y una mejora considerable en la calidad de los productos, de la refinería perteneciente a la Empresa Colombiana de Petróleos Econpetrol, situada en Barrancabermeja (Santander). El último y mayor aumento de capacidad fue en 50 por 100, o sea hasta 75.000 barriles diarios. Con la terminación de la tercera fase, que está en curso, la capacidad será suficientemente elevada para satisfacer las necesidades del país hasta 1972, incluyendo la fabricación nacional de productos petroquímicos.

La refinería está situada a unos 322 kilómetros al N. de Bogotá, a orillas del Magdalena. La última fase, que va a costar unos 25 millones de dólares, incluye una unidad de destilación primaria del crudo, otra de destilación por vacío, y una unidad de cracking catalítico fluido con una planta de recuperación de azufre. Además cuenta con las instalaciones existentes para reducción de la viscosidad y tratamiento de destilado, bien modernizadas y ampliadas para responder a las nuevas operaciones del refino.

#### EL MAYOR ACELERADOR DE PROTONES

La Unión Soviética ha puesto parcialmente en funcionamiento en Serpukhov el acelerador de protones mayor del mundo. Está constituido por un gigantesco anillo de 460 metros de diámetro y 1,5 kilómetros de contorno, y su intensidad oscila entre los dos y tres mil millones de protones por impulsión. La introducción de las partículas se efectúa por medio de un dispositivo inyector de 100 metros de longitud, con una energía de 100 mill. eV.

#### REUNIONES CIENTIFICAS

##### XI CONGRESO INTERNACIONAL DE FOTOGAMETRIA

Durante los días 8 a 20 de julio de 1968, se celebrará en Lausana el XI Congreso Internacional de Fotogrametría.

La Fotogrametría se inició con su aplicación a la topografía, y después de algún tiempo, gracias a las máquinas electrónicas, es una importante ayuda científica, tanto de los

técnicos como de los economistas. No es solamente una técnica de la medida, que tiene un desarrollo creciente sin cesar y una aplicación cada vez más extendida; engloba también la interpretación de la imagen, así como el registro del estado de la superficie terrestre y de los cuerpos celestes fotografiados. Después de los desarrollos espectaculares se manifiesta sobre todo en el levantamiento topográfico, en la cartografía, en la medida catastral, así como en todos los proyectos de construcción, en los trabajos públicos y urbanos, en la determinación, levantamiento e inventario de las reservas naturales del suelo.

La S. I. P., tiene como objeto dar a conocer y extender todo progreso de la fotogrametría a la ciencia y a la técnica, así como de sus varias aplicaciones. Ha organizado siete Comisiones para el próximo Congreso Internacional.

Las Comisiones y los temas de trabajo de cada una de ellas figuran a continuación:

1.ª Fotografía aérea y navegación.—*a)* Calidad de imagen.—*b)* Geometría de la imagen.—*c)* Material fotográfico.—*d)* Navegación.—2.ª Teoría, métodos e instrumentos de restitución.—*a)* Teoría de los métodos de restitución.—*b)* Instrumentos de restitución nuevos.—*c)* Control y aparatos de restitución.—*d)* Problemas fundamentales.—3.ª Aerotriangulación.—*a)* Métodos de aerotriangulación analíticos: análisis críticos.—*b)* Tratamiento de bandas y bloques: recogida de información.—*c)* Modelos dependientes: tratamiento de información.—*d)* Empleo de los datos auxiliares. — *e)* La fotogrametría en la geodesia por satélites.—*f)* Error de aerotriangulación.—*g)* Aerotriangulación por bloques: ensayos sobre la compensación del bloque ícticio.—*h)* Problemas fundamentales.—4.ª Aplicaciones de la fotogrametría a la representación de la superficie de la tierra.—*a)* Ensayo sobre la aplicación de la fotogrametría a escala grande en el catastro, ingeniería rural y selvicultura.—*b)* Trabajos experimentales sobre los levantamientos urbanos.—*c)* Informaciones recientes sobre los levantamientos de pequeña escala, 1:25.000 e inferiores.—*d)* Patrones y criterios de precisión en el establecimiento de planos y cartas.—*e)* La aplicación de la fotogrametría a la construcción de autopistas.—*f)* Los problemas fundamentales.—*g)* El papel de la fotogrametría en desarrollo de los recursos naturales: integración fotogramétrica y fotointerpretación.—5.ª Aplicaciones especiales de la fotogrametría.—*a)* Fotogrametría en la ingeniería civil y la industria, sistemas estereométricos de precisión elevada, aplicaciones no topográficas del tratamiento de los bloques analíticos.—*b)* Micro fotogrametría a distancia corta, historia y situación actual de la fotogrametría arquitectural, determinación fotogramétrica de la trayectoria de partículas animadas de velocidades grandes.—*c)* Fotogrametría en el espacio y en los tiempos. Determinación de las posiciones actuales y futuras de los cuerpos en movimiento acelerado.—6.ª Bibliografía, enseñanza y terminología.—*a)* Enseñanza de la fotogrametría en el mundo: por países en vía de desarrollo; bases de cultura científica y técnica general indispensables a la formación de fotogrametrías.—*b)* Establecimiento de la terminología fotogramétrica.—*c)* Bibliografía fotogramétrica internacional establecida por la I. T. C.—*d)* Historia de la fotogrametría en los diferentes países.—7.ª Foto-interpretación.—*a)* Aspectos fisiológicos y sociológicos de la foto-interpretación.—*b)* Recogida de informaciones relativas a la foto-interpretación, por medio de todo vehículo aeroportado.—*c)* Automatización de la foto-interpretación.—*d)* Métodos de expresión de los resultados de la foto-interpretación: gráficos, estadísticos, etc. *e)* Lugar de la foto-interpretación de los métodos de la geografía humana.—*f)* Problemas de la enseñanza y de la documentación en foto-interpretación.—*g)* Desarrollo de un método de la foto-interpretación.

Entre los grupos especiales de trabajo figuran los siguientes:

A) Esclarecimiento de problemas fundamentales de la fotogrametría: calidad de las operaciones y del material, tolerancia teórica de errores.—B) Aplicación de la fotogrametría a la construcción de autopistas: tratamiento automático de la información.—C) Integración de la fotogrametría y de la foto-interpretación en las técnicas de inventario de las reservas naturales para los países en desarrollo.

#### SEPTIMA CONFERENCIA MUNDIAL DE LA ENERGIA

La VII Conferencia Mundial de la Energía se celebrará en Moscú, del 20 al 24 de agosto de 1968.

Durante el periodo de la reunión, se celebrarán tres conferencias de mesa redonda con los siguientes temas:

1. Régimen del agua en unidades supercríticas y en reactores de agua hirviendo. 2. Papel de la transmisión en corriente continua en las redes de energía y en sus interconexiones. 3. Problemas de suministro de energía en los países en vías de desarrollo.

El tema general de la Conferencia es: «Los Recursos Energéticos Mundiales y su Utilización en Beneficio de la Humanidad» y está subdividido en la siguiente forma:

División I. Recursos energéticos y su utilización: *a)* Estadística nacionales sobre los recursos en combustibles y en energía. *b)* Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y rentabilidad de su utilización. *c)* Recursos de energía renovables.

División II. Balances energéticos: *a)* Métodos de establecimiento y de evaluación de los cuadros de balances energéticos. *b)* Principios para el establecimiento racional de los balances energéticos con vistas a la explotación óptima de los recursos energéticos.

División III. Producción de energía eléctrica: *a)* Desarrollo y perfeccionamiento de las centrales eléctricas, térmicas e hidráulicas (comprendiendo las centrales de acumulación por bombeo y las centrales mareomotrices). *b)* Centrales Nucleares; su economía y su papel en la economía energética. *c)* Nuevos métodos de producción de energía eléctrica. *d)* Redes eléctricas e interconexión entre ellas. Papel de las líneas de transporte a alta tensión (con exclusión de las cuestiones propias de la C. I. G. R. E.)

División IV. Transporte de energía: *a)* Estudios nacionales sobre los métodos de transporte de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. *b)* Aspectos económicos y técnicos de los distintos medios de transporte de energía.

División V. Utilización de la energía: *a)* Racionalización del consumo de energía. *b)* Instalaciones de consumo y métodos para perfeccionarlas.

División VI. Recursos energéticos secundarios: *a)* Estudios nacionales sobre los recursos energéticos secundarios. *b)* Métodos de utilización de los recursos energéticos secundarios

#### XIII COLLOQUIUM SPECTROSCOPIUM INTERNATIONALE

Durante los días 19 a 23 de junio, se celebró en la Universidad de Carleton (Ottawa), una reunión, que se celebró en Canadá con motivo del centenario de su construcción como país.

Las secciones en que se agruparon los trabajos fueron las siguientes: llama y absorción atómica, emisión óptica, absorción en el infrarrojo, absorción en el ultravioleta, fluorescencia de rayos X, aplicaciones a metales, aplicaciones astrofísicas, aplicaciones geoquímicas.

En cada sección hubo una conferencia magistral y se presentaron varias comunicaciones. En la sección de metales, la conferencia estuvo a cargo del Dr. Ing. López de Azcona y versó sobre el «Efecto estructural en la emisión espectral de los productos metalúrgicos».

Entre los trabajos presentados había una preponderancia de los correspondientes a los campos de la geoquímica y de la metalurgia.

El Congreso estuvo patrocinado por la Universidad de Carleton, por la Sociedad de Espectroscopia Aplicada de Canadá, y la del mismo título de U. S. A.

### CONSTITUCION DE LA COMISION INTERNACIONAL DE HISTORIA DE LAS CIENCIAS GEOLOGICAS

Del 6 al 12 de junio se celebró en Yerevan (Armenia), patrocinado por las Academias de Ciencias de la URSS y de Armenia, la constitución de la Comisión Internacional de Historia de las Ciencias Geológicas, de acuerdo con la oportuna resolución del Congreso de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas celebrado en la India.

Esta Comisión, además de ser una filial de la Unión Internacional mencionada, forma parte de la organización internacional de historia de las ciencias naturales y de la técnica.

Participó de cada país un delegado, el cual tenía encomendada una disertación, que al representante español, Dr. Ing. López Azcona, se le encomendó «Notas para la historia de la geología y minería hispánica durante los siglos XVII y XIX».

Simultáneamente se celebró un Coloquio sobre los primitivos desarrollos de la minería y geología en Armenia, al que siguió una excursión por los establecimientos mineros y metalúrgicos prehistóricos y de la primitiva historia de Armenia.

El último día quedó constituida la Comisión internacional, en la que se designó al representante español como vocal para la Europa Occidental.

Se reservó un puesto de vocal para Iberoamérica.

### VII REUNION DEL GRUPO ESPECTROQUIMICO.

Organizado por el Distrito Minero de Oviedo con la colaboración del Grupo Espectroquímico, se celebró en Oviedo durante los días 14, 15 y 16 de septiembre la VII Reunión del Grupo. El tema de esta reunión, fue «Aplicación del análisis espectroquímico a la metalurgia, siderurgia e industria mineralúrgica».

Con una brillante participación de espectroquímicos, se pronunciaron cuatro conferencias y presentaron 10 comunicaciones científicas, todas de considerable importancia para la industria extractiva y básica de Asturias.

### XIII CONFERENCIA GENERAL DE PESAS Y MEDIDAS

Durante el mes de octubre de 1967, se celebró en París la XIII Conferencia General de Pesas y Medidas.

En ella se dio cuenta del proceso de expansión del sistema decimal en metrología, salvo Estados Unidos y Canadá, así como de la decimalización de la moneda, que se espera sea universal para 1971. También se destacó el rápido avance de la implantación del sistema SI, el que se esperaba en España sea una realidad en plazo breve, por estar su ley favorablemente informada en las Cortes.

Fueron tratados los progresos en las unidades base, que son: longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente, temperatura e intensidad luminosa.

Se hicieron consideraciones sobre la cantidad de materia, cuya propuesta fue desechada y sobre la medida absoluta de la intensidad de la gravedad.

Quedaron aceptadas y definidas como unidades derivadas: Número de onda, entropía, calor másico, conductividad térmica, intensidad energética, y actividad.

Se suprimieron: Mica y bujía nueva.

La impresión general, fue de un nivel científico bajo, poco estudio de las propuestas por parte de la Oficina Internacional y se apreció como única razón para la celebración de esta Conferencia el interés, aceptado con reducidas simpatías, de aumento de las cuotas internacionales.

### XIV COLOQUIO ESPECTROSCOPICO INTERNACIONAL.

Del día 7 al 12 de agosto se celebró en Debrecen (Hungria), el XIV Coloquio Espectroquímico Internacional, con una brillante participación de espectroscopistas de todo el mundo y principalmente de los países del grupo comunista.

Los trabajos presentados se agruparon en las secciones siguientes:

C) Laser. D) Espectroscopia de llama. E) Espectrofotometría aplicada. F) Emisión por arco. G) Espectrofotometría. H) Espectroscopia de masas. I) Emisión por chispa. K) Polvos. L) Rayos X. M) Valoración por emisión. N) Plasma. O) Soluciones. P) Infrarrojo. R) Absorción atómica. S) Cátodo hueco. T) Espectrometría de emisión. V) Varios.

Se pronunciaron 23 conferencias y presentaron 117 comunicaciones científicas.

Se confirmó la celebración en Madrid (mayo de 1969) del XV Colloquium Spectroscopicum Internationale y al Dr. Ing. López de Azcona como Presidente del mismo, y la celebración en 1971 del XVII en Alemania Federal.

### CONCLUSIONES DE LAS TERCERAS JORNADAS NACIONALES Y PRIMERAS INTERNACIONALES MINERO-METALURGICAS

En las III Jornadas Nacionales y Primeras Internacionales Minero-Metalúrgicas celebradas en Gijón, del 15 al 20 de mayo de 1967, y organizadas por la Asociación Nacional de Ingenieros de Minas, se han estudiado diversos temas y analizado problemas actuales relacionados con la minería, la industria metalúrgica, la industria química y la energía.

Los trabajos presentados y discutidos en estas Jornadas fueron agrupados en las diez siguientes Secciones:

- I a. Investigación Minera. Minería Metálica.
- I b. Investigación Minera. Minería no Metálica.
- II. Combustible y Energía.
- III. Metalurgia y Siderurgia.
- IV. Aguas Subterráneas.
- V. Industrias Químicas, Cementos y Explosivos.
- VI. Mecánica del suelo.
- VII. Seguridad e Higiene.
- VIII. Enseñanza e Investigación.
- XI. Racionalización, Legislación y Varios.

La Asociación Nacional de Ingenieros de Minas, a la vista de los problemas planteados con carácter más vital y urgente para la economía y el desarrollo español, estudiadas las soluciones propuestas por las diferentes Secciones, ha formulado las siguientes.

## CONCLUSIONES

1.1. *Desequilibrio actual.*

El país se enfrenta ante un grave problema de abastecimiento de materias primas. La minería ha sufrido un abandono en los últimos años, a pesar de ser España un país tradicionalmente dotado de riquezas mineras, habiendo dado lugar a una participación marcadamente creciente de las materias primas en el desequilibrio del comercio exterior desde 1964 a 1966. En este último año, el déficit de nuestro comercio exterior de minerales y materias primas obtenidas a partir de éstas representó el 24 por 100 del déficit total habido en dicho comercio (140.230 millones), si bien se reduce al 17 por 100 excluyendo el sector de hidrocarburos, que tradicionalmente es deficitario.

1.2. *Inventario de las riquezas del subsuelo.*

Para deducir la posibilidad que existe de modificar el indicado desequilibrio y en qué cuantía, es obligado el inventario de las riquezas del subsuelo, de forma que pueda programarse con base suficiente el abastecimiento de materias primas a nuestra industria en expansión. Este inventario sólo puede realizarse eficazmente mediante la investigación minera crecientemente tecnológica, lo que hace que sea clasificada como una investigación de desarrollo. Así ha sido tenido en cuenta por la Comisión de Investigación Científica y Técnica y por el Comité de Minería del II Plan de Desarrollo Económico y Social.

1.3. *Lineas de actuación.*

Las líneas de actuación en este orden deben moverse en las siguientes direcciones, claramente diferenciadas:

1.3.1. Revisión de la inversión necesaria en investigación de desarrollo minero para recuperación de desfase y crecimiento. Se estima que en 1966 se invirtió solamente el 21 por 100 de la inversión óptima para recuperación de desfase y crecimiento. Esta inversión óptima se cifra en 4.000 millones de pesetas para el cuatrienio correspondiente al II Plan de Desarrollo. Por dificultades de financiación sólo ha aprobado el Gobierno el 50 por 100 de la referida cantidad.

1.3.2. Vincular la industria extractiva con la industria transformadora relacionada con aquélla.

1.3.3. Promover la atracción del capital.

1.3.4. Facilitar administrativamente el desarrollo de la investigación y tecnología mineras.

1.3.5. Promover una instrumentación que permita detectar los sectores insuficientemente asistidos y promover con carácter oficial la adecuada campaña de investigación.

1.3.6. Establecer una coordinación eficaz entre los diversos organismos oficiales de investigación minera. Refundir a escala nacional toda la información sobre el subsuelo procedente de diferentes orígenes y actualmente dispersa y poco o nada utilizada. Acelerar la confección de la cartografía geológica nacional.

1.3.7. Dedicar atención especial al personal investigador. Ha quedado demostrado que individualmente los investigadores se han incorporado a las modernas técnicas, lo que confirma que el fallo en el pulso de la investigación de desarrollo minero reside en la labor de conjunto y en la insuficiencia de medios. Se precisa mejorar los niveles de remuneración.

establecer campos de experimentación y no regatear esfuerzos en las dotaciones de los Centros docentes y Organismos de Investigación.

1.3.8. Revisión de la Legislación vigente en orden a:

1.3.8.1. Revisión de la política fiscal de la minería, introduciendo, entre otras medidas, el factor de agotamiento y la exención de impuestos en el período de investigación como alicientes de la misma; modificación de la estructura actual del cánón de superficie para evitar el mantenimiento de concesiones inactivas. Reconsideración del actual sistema sobre zonas de reserva a favor del Estado para acomodarlas a los medios económicos y tiempos disponibles.

1.3.8.2. Promover con urgencia una nueva legislación de Aguas Subterráneas.

1.3.8.3. Actualización periódica del Reglamento de Policía Minera en cuanto se refiere a los nuevos avances técnicos y de profilaxis de las enfermedades profesionales.

1.3.9. *Enseñanza.*—Se sugiere la creación en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Minas de cátedras dedicadas a la Hidrología, Mecánica de Rocas, Geoquímica y la intensificación de las enseñanzas relacionadas con la prospección, explotación y refino de los hidrocarburos, así como la organización de cursillos para postgraduados y alumnos avanzados que versen sobre las materias de mayor actualidad, con la colaboración, si se estima conveniente, de especialistas extranjeros.

1.4. *Problemas urgentes.*

El suministro de materias primas mineras plantea en algunos sectores problemas de urgente resolución. Estos sectores son:

1.4.1. *Carbón.*—El sector de la minería del carbón, prácticamente desvinculado actualmente de la industria transformadora, presenta problemas que requieren atención preferente. Se espera que la intervención del Estado, prevista en el Decreto de constitución de H.U.N.O.S.A., considere la gran importancia de las hullas coquizables, la necesidad de revisar y ampliar su inventario, de estudiar a fondo los problemas de mezclas y de acelerar la total puesta en marcha de las instalaciones del Instituto Nacional del Carbón y sus derivados. Por otra parte, se señala la conveniencia de tener en cuenta e investigar otras posibles aplicaciones del carbón, de modo semejante a como se viene realizando en diversos países.

1.4.2. *Petróleo.*—Las importaciones de crudos de petróleos gravan fuertemente la economía española. El consumo se ha duplicado en cuatro años y es de prever que aumente considerablemente. Actualmente, la investigación petrolífera está perdiendo vigor, y se puede predecir una disminución importante si no se pone remedio eficaz a través de una modificación de la Legislación de Hidrocarburos que haga más atractiva la prospección, problema éste que fue ya recogido en las Conclusiones de las II Jornadas Minero-Metalúrgicas de Sevilla. Sin embargo, las posibilidades de descubrir nuevos campos similares al de Ayoluengo, en estructuras análogas o de yacimientos más importantes, no son ni mucho menos escasas.

1.4.3. *Mineral de hierro.*—Se espera que la acción concertada para la minería de hierro reactive este sector con mayor coordinación y eficacia que la conseguida en el sector hullero mediante este mismo instrumento. No obstante, parece conveniente formular algunas observaciones: es evidente que en un futuro inmediato se producirá falta de mineral de hierro en España si no se da solución a los minerales del Noroeste, y no se investigan en la medida adecuada por falta de recursos ni se explotan al ritmo y nivel requerido por falta de capital los criaderos del Suroeste.

Aun cuando la Acción Concertada prevé la satisfacción de las necesidades de nuestra Sidurgia exclusivamente con minerales de hierro nacionales, se sugiere la conveniencia de adquirir intereses en minas de ultramar.

1.4.4. *Aguas Subterráneas.*—Las posibilidades que tiene el subsuelo para abastecer agua potable barata y con pequeñas inversiones a grandes centros urbanos debe hacer meditar a la

Administración sobre el enfoque de los futuros proyectos de abastecimiento. Se precisa un mayor ritmo de investigación de las posibilidades acuíferas de nuestro subsuelo, teniendo en cuenta que los grandes embalses subterráneos, cuya realimentación es posible en los periodos favorables, pueden servir de reguladores, al mismo tiempo que evitan las pérdidas por evaporación y los peligros de contaminación de las aguas. Deben, por tanto, incrementarse los estudios hidrogeológicos para determinar las cantidades de utilización posible y el régimen de explotación óptimo de cada una de las cuencas hidráulicas subterráneas españolas (tipo Plan del Guadaluquivir).

Estos estudios deben constituir la base para la creación de medios legales que eviten el deterioro irreversible de los acuíferos por su explotación abusiva.

Una solución puede ser la promulgación de leyes especiales sobre zonas limitadas. Otra solución es la promoción y aprobación de una reforma parcial de la Ley de Aguas, en lo que a aguas subterráneas concierne (por ejemplo, el proyecto actualmente en la Dirección General de Minas).

**1.4.5. Potasa.**—España exporta potasa. Sin embargo, la extensión de nuestros yacimientos justificaria un mayor volumen de producción, ya que, a pesar de la situación poco floreciente del mercado actual de potasa en el mundo, se prevé una gran demanda en la próxima década. Esto significa que se dispone del tiempo mínimo preciso para sacar el máximo partido de las zonas ya conocidas de nuestros criaderos y para reconsiderar en la medida necesaria las amplias zonas reservadas en la cuenca Subpirenaica, dando carácter preferente a la investigación que en dicha cuenca se está llevando a cabo.

Sería muy conveniente, casi imprescindible, para conseguir este fin de manera óptima promover la fusión de empresas para simplificar sistemas de extracción y de tratamientos y mejorar costos.

Por otra parte, el bajo nivel de utilización de potasa como nutriente de nuestros suelos sólo se explica por una deficiente difusión de sus posibilidades, a la que urge poner rápido remedio.

**1.4.6. Suministros de materias primas.**—El suministro de grandes volúmenes de materias primas importadas tropieza con la incapacidad de los puertos españoles para recibir grandes barcos y grandes tonelajes. El único puerto que se prepara medianamente para ello es el de Gijón, a costa de una fuerte inversión. Esto trae consigo un encarecimiento de las materias primas, debido al elevado costo de transporte. Es preciso abordar estos problemas a escala nacional estudiando la creación de un superpuerto en las costas gallegas, apto para recibir barcos gigantes y transbordar a barcos pequeños de distribución: petróleo, mineral de hierro, carbón coquizable, alúmina o bauxita, etc., aunque un día, caso poco probable, nuestro país fuese autosuficiente en estos productos, este puerto podría convertirse en el centro distribuidor a Europa de materias primas procedentes de ultramar.

## 2. Industria.

Así como han sido puestos de manifiesto problemas de suministro de materias primas a la industria básica, se estima que algunos sectores industriales adolecen de defectos estructurales que pueden tener graves consecuencias. Dos sectores han sido estudiados en detalle: el sector energético y el sector siderúrgico.

### 2.1. Energía

El balance energético nacional expresado en toneladas equivalentes de carbón presenta actualmente un porcentaje del 46 por 100 de importación. La previsión de dicho balance para los

próximos años depende totalmente de la política económica adoptada por el Gobierno. En particular la evolución de la política de generación de energía eléctrica es decisiva para el porvenir de los combustibles sólidos nacionales, cuya agobiante situación sólo puede resolverse mediante su adecuada participación en la producción de aquella.

Habida cuenta de que el potencial eléctrico se duplicará en los próximos años y de que las posibilidades hidroeléctricas son ya limitadas, se deberán tener en cuenta las siguientes premisas:

**2.1.2.** Puede ponerse en duda la conveniencia de la construcción prevista de centrales nucleares en gran escala debido a los siguientes motivos:

**2.1.2.1.** Exigen costos de inversión superiores a las centrales convencionales.

**2.1.2.2.** Dan lugar a costos de producción superiores al que se podría conseguir en grandes centrales térmicas a bocamina.

**2.1.2.3.** Nuestras limitadas reservas de uranio barato serán más útiles hacia 1980, en que estarán en marcha comercial los reactores reproductores rápidos que consigan un aprovechamiento del combustible 50 veces superior al de los actuales tipos de reactores. Para fecha más lejana se prevé la posible utilización de nuestros recursos en torio.

**2.1.3.** La estructura actual y situación institucional del sector eléctrico no parece responder a las exigencias que un servicio público de la importancia de la energía eléctrica ha de comportar en un país en vías de desarrollo.

### 2.2. Siderurgia

Los defectos de estructura y los desfases en retrasos en la puesta en marcha de nuevas instalaciones en las distintas factorías siderúrgicas, y aun dentro de una nueva factoría, pueden impedir la consecución de los objetivos previstos para 1972.

**2.2.1.** Se teme que la Asociación Concertada no está dando los frutos que debería esperarse en lo que se refiere a coordinación de planes de expansión. En particular, parece grave el desarrollo poco ordenado de muchas acerías eléctricas y la falta de coordinación entre la fabricación de productos planos de Altos Hornos de Vizcaya y ENSIDESA, ejemplo que se extiende a otros productos.

**2.2.2.** Se debe replantear la fecha en que será necesaria la cuarta planta siderúrgica integral, puesto que, aprovechando al máximo las posibilidades de las plantas existentes y de UNINSA, la producción nacional podría cubrir los objetivos previstos para 1972. Para ello, sin embargo, será necesario planificar el trabajo de estas instalaciones en condiciones óptimas.

**2.2.3.** De este modo habrá tiempo para estudiar cuidadosamente la implantación de la cuarta fábrica integral, lo que es preciso abordar desde ahora, sin secretos inútiles y por técnicos españoles perfectamente capacitados para hacerlo, sobre todo si se tiene en cuenta que la mayor parte de los problemas se refieren a puertos, transportes, obras civiles y aguas.

**2.2.4.** Parece factible, y debería estudiarse en detalle, la posibilidad de que al hacer trabajar ENSIDESA sus hornos altos en condiciones óptimas produzca de momento un exceso de arrabio que, utilizado por UNINSA, permitiese a esta última escalonar sus inversiones, limitándolas en principio a acerería y laminación.

**2.2.5.** Es opinión común que la situación exige medidas por parte de la Administración que no han existido hasta ahora y una política concreta bien definida de esta última en el sector siderúrgico.

Para la solución de los numerosos e importantes problemas planteados, algunos de los cuales fueron ya estudiados en las anteriores Jornadas Minero Metalúrgicas y aún no resueltos, se precisa contar con un equipo de especialistas suficiente en número y preparación. Los ingenieros de minas que trabajan en los diversos campos están dispuestos a colaborar en la tarea, como demuestran los trabajos presentados y las discusiones sostenidas.

## V A R I O S

OBTENCION DIRECTA DE ARRABIO  
CON GAS NATURAL

La empresa siderúrgica alemana «Hüttenwerk Oberhausen AG» proyecta construir una instalación de reducción para la obtención de arrabio directamente, a partir de mineral de hierro de elevada concentración, empleando gas natural como manantial de calor.

Este nuevo procedimiento es más económico que el de los hornos altos, de mayor rendimiento y constituye el primer paso hacia un procedimiento de fundición continuo que lleve a la automatización total del proceso.

Con esta primera instalación comienza en la República Federal Alemana una nueva era para la obtención del hierro, y es posible que el horno alto construido a mediados de 1966 por la Firma Klöckner-Werke, de Bremen, sea el último que se construya en la República Federal.

## EXPOSICION DE CERAMICA ESPAÑOLA

Una exposición de cerámica y artículos de regalo en la que han exhibido sus productos 19 firmas españolas se ha celebrado en Londres. Se expusieron objetos de cerámica fina, cerámica popular de Manises y Talavera, cerámica de Sagardelos, azulejos artísticos, cerámica verde de Gerona y artículos de regalo confeccionados con metal y madera.

## LA CONTAMINACION DE AGUA DEL MAR POR HIDROCARBUROS

El «Boletín Oficial del Estado», de 28 de octubre de 1967, ha publicado el texto del Convenio Internacional para prevenir la contaminación del agua del mar por hidrocarburos establecido en 1954 y enmendado en 1962. El texto ahora publicado sustituye al que figura en el «Boletín Oficial del Estado», de fecha 29 de julio de 1964.

Información legislativa

## PERSONAL

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
179	10718	28-VIII-67	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se convoca concurso para la provisión de vacantes en el Cuerpo de Ayudantes de Minas.
192	11368	12-VIII-67	P. del Gob.	Decreto 1.810 1967, de 16 de junio, por el que se designa Presidente del Consejo de Administración de la Empresa Nacional «Hulleras del Norte, S. A.», a D. Alejandro Suárez y Fernández-Pello.
238	13648	5-X-67	P. del Gob.	Orden de 22 de septiembre de 1967, por la que se dispone el cese de D. Esteban Calderón Alessón en el cargo de Jefe del Servicio de Minas de la Guinea Ecuatorial.

## ENSEÑANZA

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Minist.	A S U N T O
200	11825	22-VIII-67	E. y C.	Resolución de la Dirección General de Enseñanza Profesional, por la que se convoca concurso previo de traslado para cubrir las cátedras vacantes de las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera que se citan.
205	12169	28-VIII-67	E. y C.	Decreto 2.085 1967, de 22 de julio, por el que se crea en la capital de Huelva una Escuela de Ingeniería Técnica Industrial y se agrupa con la de Ingeniería Técnica Minera, con la denominación de Escuela de Ingeniería Técnica Industrial y Minera.
205	12173	28-VIII-67	E. y C.	Orden de 19 de agosto de 1967, por la que se deja sin efecto a partir de 1 de octubre próximo las reducciones de horario del profesorado de las Escuelas Técnicas de Grado Medio.
209	12329	1-IX-67	E. y C.	Orden de 19 de agosto de 1967 por la que se aprueba el expediente de la oposición del Grupo XIV, «Preparación de minas y explosivos», de las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de Cartagena, Huelva y Bilbao.
212	12446	5-IX-67	E. y C.	Orden de 29 de julio de 1967 por la que se nombra Catedráticos de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Minas de Madrid y Oviedo a D. Juan Carlos Paredes Quevedo y

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
213	12485	6-IX-67	E. y C.	D. Manuel María Rejares del Prado, respectivamente. Orden de 23 de agosto de 1967 sobre solución de continuidad en la enseñanza oficial de las Escuelas Técnicas Superiores por el plan de 1964 a efectos de lo dispuesto en la Orden de 22 de agosto de 1966.
220	12765	14-IX-67	E. y C.	Resolución de la Dirección General de Enseñanza Técnica Superior por la que se publica la relación de Aspirantes admitidos a la oposición para proveer la cátedra del grupo XIX, vacante en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo.
220	12765	14-IX-67	E. y C.	Resolución de la Dirección General de Enseñanza Técnica Superior por la que se publica la relación de aspirantes admitidos a la oposición para proveer la cátedra del grupo IX, vacante en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo.
220	12765	14-IX-67	E. y C.	Resolución de la Dirección General de Enseñanza Técnica Superior por la que se publica la relación de aspirantes admitidos a la oposición para proveer las cátedras del grupo XXI, vacantes en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Minas de Madrid y Oviedo.
233	13374	29-IX-67	C. y C.	Orden de 20 de septiembre de 1967 sobre solución de continuidad en la enseñanza oficial de las Escuelas Técnicas de Grado Medio por el plan 1963, a efectos de lo dispuesto en la Orden de 6 de septiembre de 1966.
236	13567	3-X-67	E. y C.	Orden de 11 de septiembre de 1967 por la que se implantan especialidades del plan 1964 en Escuelas Técnicas de Grado Medio.

## HIDROCARBUROS

B. O. N.º	Fecha	Pág.	Minis.	A S U N T O
202	11931	24-VIII-67	Ind.	Decreto 1.845/1967, de 13 de julio, por el que se adjudican nueve permisos de investigación de hidrocarburos solicitados por las sociedades «Coparex Española, S. A.», «Continental Oil Company» e Instituto Nacional de Industria en la Zona I (Península).
202	11933	24-VIII-67	Ind.	Decreto 1.846/1967, de 13 de julio, por el que se

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
242	13937	10-X-67	Ind.	adjudican tres permisos de investigación de hidrocarburos solicitados conjuntamente por las Sociedades «Spanish Gulf Oil Company» y «Compañía Española de Minas de Riotinto, S. A.», en la zona II (Fernando Poo). Decreto 2.422/1967, de 19 de agosto, por el que se adjudican cuatro permisos de investigación de hidrocarburos solicitados por la «Sociedad de Explotación de Petróleos Españoles, S. A.» (SEPE), «Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A.», (CIEPSA), y «Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A.» (ENPASA), en la Zona I (Península).
242	13938	10-X-67	Ind.	Decreto 2.423/1967, de 19 de agosto, por el que se adjudica un permiso de investigación de hidrocarburos denominado «Pisuerga», solicitada por la Sociedad «Coparex Española, S. A.», e Instituto Nacional de Industria» en la Zona I (Península).
245	14069	13-X-67	Ind.	Orden de 3 de octubre de 1967, por la que se aprueba el Convenio entre el Instituto Nacional de Industria y «Gao of Spain Inc.», relativo a los permisos «Arredondo» y «Ramales».

## PERMISOS DE INVESTIGACION, CONCESIONES DE EXPLOTACION

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
213	12491	6-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Barcelona, Guipúzcoa, Vizcaya, La Coruña, Madrid, Murcia y Santander, por la que se declaran caducadas las concesiones de explotación y los permisos de investigación que se indican.
216	12609	9-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Córdoba, Guipúzcoa, Madrid y Zaragoza, por la que se otorgan y titulan las concesiones de explotación que se mencionan.
218	12685	12-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Guipúzcoa y Palencia por la que se declaran caducadas las concesiones de explotación que se indican.
218	12686	12-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de La Coruña, Oviedo y Santa Cruz de Tenerife, por la que se cancelan los permisos de investigación que se indican.



B. O. N.º	Pág.	Fecha	Minist.	A S U N T O
218	12686	12-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Madrid, Palencia Santander, Salamanca, Zaragoza y Oviedo, por la que se otorgan los permisos de investigación que se indican.
219	12723	13-IX-67	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Madrid, por la que se otorgan los permisos de investigación que se indican.
230	13254	26-IX-67	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Granada, por la que se declaran extinguidas las dos concesiones de explotación que se indican.
231	13300	27-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Barcelona y La Coruña, por la que se otorgan los permisos de investigación que se citan.
240	13796	6-X-67	Ind.	Resolución del Distrito Minero de León por la que se cancela el permiso de investigación que se indica.
243	13979	10-X-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Almería, Santander y Zaragoza, por la que se declaran caducadas las concesiones de explotación que se indican.
243	13979	11-IX-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de Badajoz, Barcelona y Madrid, por la que se otorgan y titulan las concesiones de explotación que se citan.
247	14159	16-X-67	Ind.	Resolución de los Distritos Mineros de la Coruña, León, Córdoba, Madrid, Santander y Sevilla, por la que se declaran otorgados los permisos de investigación que se indican.

## RESERVAS

«B. O. del E.» núm. 200, 22 VIII-67, pág. 11838.

Orden de 12 de agosto de 1967 sobre prórroga de reserva de minerales radiactivos, con reducción de las superficies reservadas, nueva delimitación de la Zona primera, que comprende cuatro áreas con diversa denominación (Córdoba y Badajoz) y modificación de la Zona segunda (Badajoz).

«B. O. del E.» núm. 205, 28 VIII-67, pág. 12188.

Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Navarra. Denominación y delimitación. «Zona decimoctava-Albareda», comprendida en la provincia de Navarra. Su delimitación es un polígono irregular de lados rectos, cuyos vértices sucesivos son: Vértice geodésico denominado «Ecaitza», aguja de la iglesia de Zubie-

ta. torre de la iglesia de Areso: vértice geodésico denominado «Ipoliño» y vértice geodésico denominado «Ecaitza», con lo que queda cerrado el polígono.

«B. O. del E.» núm. 212, 5-IX-67, pág. 12461.

Corrección de errores de la Orden de 20 de julio de 1967, por la que se establece reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos líquidos y gaseosos, en la zona costera de Málaga y Cádiz.

«B. O. del E.» núm. 216, 9 IX-67, pág. 12607

Corrección de erratas de la Orden de 12 de agosto de 1967 sobre prórroga de reserva de minerales radiactivos, con reducción de las superficies reservadas, nueva delimitación de la «Zona primera», que comprende cuatro áreas con diversa denominación (Córdoba y Badajoz) y modificación de la «Zona segunda» (Badajoz).

«B. O. del E.» núm. 218, 12-IX-67, pág. 12683.

Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles, por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que a continuación se designa, comprendido en la provincia de Avila, correspondiente al Distrito Minero de Madrid, a partir del día siguiente de la publicación del presente anuncio en el «Boletín Oficial del Estado». Denominación y delimitación. Paraje denominado «Carretero», del término municipal de Candeleda, provincia de Avila, con la siguiente delimitación: Punto de partida: Es un mojón hecho de cemento y ladrillo, de forma prismática y remate piramidal, enlucido, de unos 35 centímetros de altura, sito en el paraje «Carretero», junto al camino de acceso a la casa de dicha fábrica y a unos 30 metros de la carretera de Madrigal de la Vega a Candeleda. Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes: Al centro de la chimenea más alta del palacio de Rosarito, Sur, cuarenta y tres grados cincuenta y seis minutos (43° 56') Oeste; al centro de la veleta de la torre de la iglesia de Candeleda, Este, once grados diez minutos (11° 10') Este; al kilómetro 5 de la carretera de Madrigal de la Vera a Candeleda, Oeste, seis grados sesenta y dos minutos (6° 62') Norte; desde el punto de partida, en dirección Norte, 20 grados Este Este, y a 200 metros, se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, en dirección Este, veinte grados Sur, y a 350 metros, se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, en dirección Sur, 20 grados Oeste, y a 700 metros, se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, en dirección Oeste, 20 grados Norte, y a 600 metros, se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, en dirección Norte, 20 grados Sur, y a 700 metros, se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, en dirección Este, 20 grados Sur, y a 250 metros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un rectángulo de 700 por 600 metros, con un total de 42 hectáreas o pertenencias. Todos los rumbos se refieren al Norte verdadero y se miden en grados centesimales.

«B. O. del E.» núm. 243, 11 X-67, pág. 13978.

Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles, por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones de

explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica comprendido en la provincia de Huelva. Denominación y delimitación. «Huelva Dos. La Madroña», de 20 hectáreas o pertenencias en el término municipal de Encinasola, de la provincia de Huelva. Punto de partida: Es un mojón de forma circular, de mampostería, de unos 40 centímetros de alto, siendo el mismo punto de partida de la antigua concesión «Los Morochos, segundo», situado a unos 15 metros dirección Nordeste, del pozo de la antigua mina de este nombre, encontrándose en las proximidades de la margen izquierda abajo, del barranco «La Madroña», cuyo barranco se encuentra a la derecha de la carretera de Encinasola al pueblo portugués Barrancos. Se ha tomado como auxiliar de visuales otro mojón de mampostería idéntico al anterior, con la situación siguiente: De punto de partida a vértice «Limonos», Norte, cuarenta y seis grados 68 minutos (46° 68') Este. De auxiliar de visuales al eje principal, cortijo «Carreira» (Portugal), Oeste, veintidós grados cuarenta y tres minutos (22° 43') Norte. De auxiliar de visuales a eje chimenea más al Oeste del cortijo de «Flores», Norte, tres grados cuarenta y cuatro minutos (3° 44') Oeste. De auxiliar de visuales a eje chimenea mayor del cortijo «Sierra Concha» Norte, tres grados cincuenta y seis minutos (3° 56') Este. Desde el punto de partida en dirección Norte y a 200 metros se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, en dirección Este y a 200 metros se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, en dirección Sur y a 500 metros se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca en dirección Oeste y a 400 metros se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, en dirección Norte y a 500 metros se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, en dirección Este y a 200 metros se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un rectángulo de 400 por 500 metros, con un total de 20 hectáreas o pertenencias. Todos los rumbos se refieren al Norte verdadero y se miden en grados centesimales.

## VARIOS

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
202	11917	24-VIII-67	Ind.	Decreto 1.824/1967, de 13 de julio, por el que se fijan las existencias mínimas y las capacidades de almacenamiento de productos petrolíferos de que deberán disponer las refinerías autorizadas para suministro al mercado nacional.
221	12798	15-IX-67	P. del Gob.	Decreto 2.149/1967, de 19 de agosto, sobre supresión e integración de Organismos en la Administración Civil del Estado.
225	12989	20-IX-67	P. del Gob.	Orden de 15 de septiembre de 1967, por la que se fijan las Bases Generales de la Acción Concertada para el Sector de la Minería del Hierro, previstas en el artículo quinto de la Ley 194/1963, de 28 de diciembre, por la que se aprobó el Plan de Desarrollo Económico y Social.
225	12992	20-IX-67	Ind.	Orden de 16 de septiembre de 1967 sobre revisión del precio de venta de la pirita cruda en el mercado interior.
241	13889	9-X-67	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Oviedo, por la que se hace público el señalamiento de fecha para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan.

B. O. N.º	Fecha	Pág.	Min.	A S U N T O
242	13936	10-X-67	Ind.	Decreto 2.418/1967, de 22 de julio, por el que se autoriza a «Rio Gulf de Petróleos, S. A.», la capacidad de refino de cuatro millones de toneladas-año en su refinería de Huelva.
242	13938	10-X-67	Ind.	Decreto 2.424/1967, de 16 de septiembre, por el que se autoriza a «Compañía Española de Petróleos, S. A.», la capacidad de refino de cuatro millones de toneladas-año en su refinería de Algeciras.
242	13939	10-X-67	Ind.	Decreto 2.425/1967, de 16 de septiembre, por el que se autoriza a «Eso Petróleos Españoles, S. A.», la capacidad de refino de cuatro millones de toneladas-año en su refinería de Castellón de la Plana.
243	13980	11-X-67	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Oviedo relativa al levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan, afectadas por la expropiación forzosa solicitada por la «Unión de Siderúrgicas Asturianas, S. A.» (UNINSA).
245	14067	13-X-67	O. P.	Resolución de la Dirección General de Puertos y Señales Marítimas por la que se autoriza a «Nueva Montaña Quijano, S. A.», la ocupación de una parcela de terreno de dominio público adscrita a la Junta de Obras del Puerto de Sevilla, en la margen izquierda del canal de Alfonso XIII (Sevilla).

Notas bibliográficas

## GEOLOGIA

*Contribuciones a la Primera Reunión sobre Geología de Galicia y Norte de Portugal, (1965),  
Overdruk uit Leidse Geologische Mededelingen, núm. 36, págs. 205-320, 1966.*

- I. Parga Fondal: *La investigación geológica en Galicia.*  
E. den Tex: *Aperçu pétrologique et structural de la Galicie cristalline.*  
P. Floor: *Los metasedimentos y gneises graníticos ante-hercínicos.*  
H. Koning: *Les types des roches basiques et ultrabasiques qu'on rencontre dans la partie occidentale de la Galicie (Espagne).*  
D. E. Vogel: *Las rocas catazonales de la región de Cabo Ortegal.*  
F. W. Warmaars: *Las rocas básicas de Monte Castelo (La Coruña).*  
C. F. Woensdrecht: *Informe preliminar sobre los estudios de la petrografía del extremo occidental de Galicia.*  
P. J. M. Ypma: *Sumario de la mineralización metalífera y su génesis en Galicia occidental (España).*  
A. Ribero y J. A. Rebelo: *Stratigraphie et structure de Trás-os-Montes oriental (Portugal).*  
P. M. Anthonioz: *Géologie sommaire de la région de Morais (Trás os Montes, Portugal).*  
C. R. Baltar: *Beneficio de minerales densos en las playas de Galicia.*

En esta Reunión se establecieron varias conclusiones, y las más importantes de ellas son las siguientes:

Intensificar los contactos entre el grupo de geólogos que trabajan al NO. de la Península Ibérica. Celebrar reuniones periódicas que pueden ser de orden de unos dos años. Colaborar activamente en la preparación de los mapas geológicos del NO. escala 1:200,000 y 1:500,000. Estudiar una nomenclatura y representación cartográfica general para los trabajos de conjunto.

*Reconnaissance géologique et structurale du Nord du Bassin de Taoudenni*, por JEAN REMY VILLEMUR, B. R. G. M., Paris, 1967, núm. 51, 151 págs. 19 lám.

La región estudiada por el autor constituye la parte norte del gran sinclinatorio de Taoudenni, conjunto de formaciones sedimentarias no metamórficas, descansan sobre el zócalo cristalino y metamórfico del continente y cubren una gran parte del África Occidental. Estas formaciones afloran en aureolas concéntricas, las más recientes se encuentran al centro, en la región de Taoudenni, donde son conocidas como pertenecientes al Carbonífero. Este conjunto se describe otras veces con el nombre de «sinclinal de Taoudenni», pero el término de «sinclinatorio» recientemente definido por los autores rusos, le conviene mejor. El autor, continúa, no obstante, utilizando el término de sinclinal, pero con un sentido más restrictivo, para designar solamente la cuenca vertiente estructural de la región de Taoudenni, es decir, la región limitada al N. por el Hank, al O. por el Adrar mauritano, al SO. por la región de Aouker y al S. por la Azaouad (al N. de Tombuctú).

Se ha visto en la descripción de las regiones naturales del sector estudiado, su correspondencia estrecha con las unidades geológicas. Estas unidades se suceden de N. a S. superpo-

niéndose. Se encuentran, en efecto, sobre la vertiente norte de la cuenca sinclinal de Taoudenni. Las pendientes tienen una disposición general concéntrica en dirección de la región Djouf, vecina del centro de la cuenca. Estas pendientes son del orden de algunos grados, a veces, desfiguradas por pequeños accidentes locales.

La exposición del estudio comienza por una descripción en orden estratigráfico de estas diferentes unidades geológicas superpuestas, y continúa por unas condiciones generales sobre los diferentes caracteres de la región y de la cuenca.

Se describe en el capítulo primero las formaciones de Hank, y se llega a la conveniencia de atribuirles a una edad infracambriana por comparación con las regiones vecinas.

Las formaciones de Azlaf, se describen en el capítulo segundo, de Krib en Naga, de El Erg Chech y de Mahia. Se agrupan estas formaciones con el nombre de cambro-silurianas del lecho por sus límites inferiores y superior de edad devoniana conocida. Al fin de este capítulo, se aclaró la conveniencia de reducir este límite al Ordoviciense.

Las formaciones de la fauna devoniana son el tema del capítulo tercero.

A las formaciones carboníferas se consagra el capítulo cuarto, y se ve que la serie estratigráfica es, en la cuenca, de origen marino en su base, y continental al fin del Dinantiense.

En el capítulo quinto, se describen numerosas intrusiones de ériticas que afectan a esta región, sus diferentes aspectos y los de su metamorfismo de contacto.

Se da una rápida descripción de las formaciones recientes en el capítulo seis.

Se exponen en el séptimo los aspectos tectónicos y estructurales de la cuenca, teniendo en cuenta los elementos suministrados por el estudio estratigráfico, se establecen las conclusiones sobre la estructura profunda y las fases de su evolución, y sobre la edad probable de las formaciones del sinclinorio de Taoudenni. Este desarrollo constituye, en efecto, la conclusión general de este estudio.

Se recopilan en el capítulo octavo las observaciones hidrogeológicas y la aplicación de las conclusiones estructurales y la descripción de los seekhas, para formar una hipótesis concerniente a la existencia de capas profundas subfósiles en la estructura del sinclinal de Taoudenni.—L.

A. J. PANNEKOEK: *Generalized Contour Maps, Summit Level Maps, and Streamline Surface Maps as Geomorphological Tools*, Zeitschrift für Geomorphologie, t. II de la nueva serie, 1967, cuad. 2, págs. 169-182.

El profesor Pannekoek, de la Universidad de Leiden, se refiere en su trabajo a las limitaciones que presentan, en su aplicación a los estudios geomorfológicos, tanto los mapas de nivel de cumbres (summit level, Gipfelflur), como los que representan la superficie envolvente (enveloping surface, Hüllfläche) y la del zócalo del relieve (Reliefsockelfläche), de K. Fischer y H. Louis. Tales inconvenientes han motivado algunas discusiones y controversias, y considera el profesor Pannekoek que los rasgos principales del relieve se reflejan más claramente en los mapas de contornos generalizados que, por ejemplo, en los de nivel de cumbres, ya que las altitudes de éstas no son, en realidad, los datos que mejor revelan la altura general de una cadena de montañas. Dicho autor estima mucho más aconsejable el empleo de mapas con curvas de nivel generalizadas, los cuales, por otra parte, tienen la ventaja adicional de visualizar las grandes unidades morfológicas que integran una cadena montañosa, aportando en apoyo de sus ideas ejemplos y gráficos tomados de los Alpes, los Pirineos Orientales, Montes Cantábricos y Galicia Occidental (área de Caldas de Reyes, Pontevedra), zona ésta en donde el profesor Pannekoek ha realizado importantes trabajos de investigación en estos últimos años.

Terminó con las referencias bibliográficas de rigor. E. T. E.

CARDEVILA, R. (1967): *Extension du métamorphisme régional hercynien dans le Nord-Ouest de l'Espagne (Galice Orientale, Asturies, León)*, Société Géologique de France, fasc. 7, págs. 277-279, 1 fig.

Se hace aquí un breve estudio del metamorfismo regional hercyniano en el NO. de España, exceptuando Galicia occidental, llegando a las observaciones siguientes:

— La zona no afectada por el metamorfismo corresponde a la cantábrica, siendo de un nivel estructural superior.

— La epizona (zona de la clorita) corresponde aproximadamente a las zonas asturiana y leonesa, que pertenecen a un nivel estructural intermedio.

— La mesozona (zona de la biotita, almandino y estauroлита) y la catazona (zona de la silimanita) corresponden en gran parte a la zona galaico-castellana y pertenecen a un nivel estructural inferior, caracterizado por pliegues acostados.

Hace notar el autor la aparente anomalía que representa en el esquema precedente, la zona de biotita que afecta a una parte del anticlinal del Narcea, en León, y que estructuralmente tiene un nivel relativamente superior, mientras que en Galicia Nordoriental, la biotita aparece en un nivel estructural inferior. Entendiendo que se trata de una zona de metamorfismo regional y no de contacto, se puede pensar que ha habido en esta región muy externa un metamorfismo regional de baja presión que determina la formación de biotita en niveles estructurales superiores a aquéllos en que se desarrolla en Galicia Nordoriental.—A. L. DE G.

PAQUET, J. (1967): *Étude géologique de l'Ouest de la Province de Murcie (Espagne)*, Société Géologique de France, fasc. 7, págs. 282-283.

El autor hace un estudio de la evolución estructural de una transversal principal de las cordilleras béticas entre Caravaca y Cieza al Norte y la Sierra Espuña al Sur.

Estudia el autor detalladamente la estratigrafía de las series Secundaria y Terciaria del Prebético autóctona y del Subbético arrastrado, definiendo los trazos paleogeográficos fluctuantes en el Jurásico y en el Cretáceo de esta cuenca externa accidentada, de surcos y de zonas elevadas, marcados en la sedimentación. Al S. de la Subbética vienen los dominios internos, cortados en unidades que separan contactos anormales.

El límite entre Intermidas y Externidas es una serie detritica del Eoceno superior, del Oligoceno y del Burdigaliense, hasta ahora mal conocido.—A. L. DE G.

#### GEOTECTÓNICA

E. B. A. BIRDSON: *The role of micro-crack systems in the spheroidal weathering of an intrusive granite in Galicia (NW, Spain)*, Geologie en Mijnbouw, sept. 1967, págs. 333-340.

Con este título el doctor Birdson, del Instituto Geológico de la Universidad de Leiden, ha publicado un interesante trabajo sobre la relación existente entre la meteorización esférica del granito intrusivo de Caldas de Reyes (Pontevedra) y el desarrollo de sistemas de microfisuras. Para este fin se han servido del método ideado por Jongertius y Heintzberger (1963), que posibilita el estudio en secciones delgadas de muestras no coherentes, como las que se pueden recoger en las zonas externas resultantes de la meteorización esférica de un granito. Dicho método consiste en incluir el material en una resina poliéster, y permite estudiar los cambios mineralógicos y mecánicos, en particular los referentes a los sistemas de

microfisuras que se producen al pasar de una zona a otra, y correlacionarlos con observaciones de campo.

El doctor Bisdom, después de pasar revista a las teorías sobre el origen de la meteorización esferoidal, describe las zonas distinguibles en un bolo granítico sometido a este tipo de meteorización, y las características que ofrecen las microfisuras en cada zona. Entre la zona 1, constituida por el granito de grano grueso no meteorizado, y la superficie de los bolos, puede apreciarse una banda «limonítica», divisible, a su vez, en dos zonas (2 y 3) de acuerdo con el diseño de las microfisuras. Las escamas se forman en la zona 3 a lo largo de fisuras o grietas groseramente paralelas a la superficie del bolo, que se convierten en macrofisuras en la zona 4, o más externa, en la que las escamas quedan sueltas.

Los resultados del estudio del sistema desarrollado durante la meteorización esferoidal de este tipo de granito, ponen en duda la validez de las teorías que suponen que la forma esferoidal se origina, bien por la existencia de superficies de debilidad alrededor de núcleos magnéticos, bien como consecuencia de una disminución o descarga de la presión confinante.

A final del trabajo se consigna la bibliografía pertinente.—E. T. E.

## PROSPECCION

*Contribución al Estudio Sedimentológico y Genético del Yacimiento Plomocincífero de Reocín (España)*, por G. MONSEUR, Universidad de Lieja, Laboratorio de la Facultad de Ciencias Aplicadas, núm. 44, 1966, 88 págs., 3 lám.

El yacimiento de Reocín, sin enlace directo con una fuente magmática, se sitúa en el horizonte dolomítico de la cúspide del Aptiense; sólo la parte inferior contiene las mineralizaciones estratiformes con una potencia de 40 metros.

Los estudios sedimentológicos y mineralográficos, así como las investigaciones especiales sobre los sedimentos y los minerales, permiten definir las condiciones del medio y del yacimiento.

Desde el punto de vista genético, independiente de los procesos sedimentológicos a gran escala, la existencia de finas capas margosas mineralizadas, así como las microestructuras y microtexturas, sugieren la intervención de procesos singenéticos. El mineral presenta, por otra parte, deformaciones evidentes en el curso mismo de la deposición del mineral no consolidado.

La relación Co/Ni en las marcasitas, piritas y melnicovitas, así como la carencia de talio en los mismos sulfuros, son un dato en favor de un origen sedimentario.

Según el autor, al contrario de las investigaciones anteriores, los resultados actuales favorecen la hipótesis sedimentaria singenética.

Después de un capítulo de introducción dedica el segundo a los Estudios Sedimentológicos. En él, considera la definición de la zona estudiada y del cuadro geológico regional. La descripción sedimentológica es detallada.

El capítulo tercero, que se dedica a estudios mineralógicos, considera el yacimiento de Reocín, los criaderos de Udías y los de la Florida.

El cuarto capítulo se refiere a investigaciones especiales sobre los sedimentos y los minerales, con los aspectos siguientes: Ley en materiales orgánicos. Determinación de minerales arcillosos. Valoración del estroncio en las dolomitas. Análisis químicos y espectrográficos. Determinación de la temperatura de formación de las blendas.

En las conclusiones, tiene en cuenta las condiciones del medio. Las condiciones de los yacimientos minerales. Las consideraciones genéticas.

Completa la obra con una bibliografía con 107 citas.—L. DE A.

ARMEL GUILLEMAUT y KIOUMARS MOHADJER: *Análise des roches silicatées par spectrométrie de fluorescence X*. Rapport CEA-R 3286, 1967.

El estudio a que nos referimos tiene por objeto la puesta a punto de una técnica general de las rocas silicatadas, con espectrometría de fluorescencia de rayos X.

La muestra la preparan por fusión con bórax, en presencia de óxido de cobalto, que hace el patrón interno, cuyo fin es eliminar errores operatorios.

Las leyes son calculadas con relación a las muestras patrón, de composición aproximada a la de la muestra sometida a análisis.

El trabajo da algunos ejemplos de valoraciones realizadas con las técnicas que describe, y lo completa con doce notas bibliográficas.

E. B. A. BISDOM: *Micromorphology of a weathered granite near the ria de Arosa (NW Spain)*. N. V. Drukkerij J. J. Groen en Zoon, Leiden, 67 págs. con fotografías y cuadros anejos.

En la introducción de esta tesis doctoral, dirigida por el prof. Dr. A. J. Fannekock, se expresa el propósito de profundizar en el conocimiento de detalle, incluso a escala microscópica, en los fenómenos de meteorización. Los métodos convencionales empleados hasta ahora consistían en análisis de varios tipos realizados sobre material suelto, y creyéndoles insuficientes, el Dr. Bisdom emprende el estudio de perfiles de meteorización, utilizando muestras endurecidas *in situ* mediante el empleo de un producto plástico (vestopal), lo que le permitió preparar secciones delgadas grandes de material intacto sin excluir el examen de campo, concentrando su investigación en el granito hercínico tardío de Caldas de Reyes y de otras localidades próximas a la ria de Arosa (Pontevedra), cuyas características geológicas y climáticas describe. Para la determinación de los minerales presentes en fracciones muy pequeñas, emplea el método de difracción de rayos X.

En la segunda parte se aborda el estudio de los perfiles de meteorización, se definen los términos regolito, saprolito, sapro-roca («saproek» en el original, que designa la roca meteorizada, pero aun coherente), se hace el estudio de las diaclases y microfisuras por las que progresa la meteorización, se trata de la meteorización esferoidal ligada a ciertos sistemas de microfisuras, de la formación de bandas concéntricas, etc. También se estudia y define lo que, a juicio del autor, debe entenderse por saprolito, precisando el sentido de este término, y se investiga la influencia de las oscilaciones de nivel del agua subterránea y la probable edad de los saprolitos investigados. Asimismo, se estudia el material coluvial suprayacente, estableciendo dentro del regolito la distinción entre saprolito y coluvial, e indicando los medios seguidos para determinar sus límites (investigaciones de campo, contenido en minerales pesados, análisis de fábrica). Se ocupa igualmente el autor del estudio de los suelos del área considerada y de los minerales pesados presentes en los regolitos y en los sedimentos del río Umia.

En la parte tercera se investiga a fondo la meteorización de los minerales primarios (feldespatos, biotita, etc.), y las condiciones que presiden la formación de los secundarios (gibbsita, caolinita y otros), deteniendo su atención en la influencia de las microfisuras de diverso origen, e ilustrado sus ideas con microfotografías.

La cuarta parte comprende el análisis de fábrica de perfiles de meteorización, aplicando al regolito el método que empleó Brewer para el análisis de fábrica de los suelos, e introduciendo el Dr. Bisdom cierto número de términos nuevos que considera necesarios.

En la parte final se condensan en 27 conclusiones los resultados de este fino y dificultoso trabajo de investigación, del cual nuestra breve recensión sólo puede reflejar las líneas más generales. La tesis interesará, sin duda, de modo especial a cuantos se ocupan de los problemas que plantean los procesos de meteorización, y va seguida de una amplia bibliografía.—E. T. E.

RAABE, H.: *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Die irregulären Echiniden aus dem Cenoman und Turon der Baskische Depression (Nordspanien), t. 127, págs. 82-126, 8 figs., 5 lám., 1 tabl., 1966.

Se describen los equínidos irregulares hallados hasta ahora en el Cenomanense y en el Turonense inferior, en el sector de Quisicedo-Espinosa de los Monteros-Bureña, en la cordillera Cantábrica, al Norte de Burgos. Se revisan clasificaciones anteriores, de acuerdo con la sistemática propuesta por Mortensen, y se dan detalles sobre los métodos de trabajo empleados. Se indica la situación precisa de 28 yacimientos de los citados fósiles.

WIRTH, M.: *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet der Quinto Real (Westpyrenäen) mit Hilfe von Conodonten, pags. 179-244, 15 figs., 5 lám., 2 tabl., 1966.

Se dan importantes precisiones sobre la estratigrafía del Paleozoico superior —del Givetense al Namurensis A— del macizo de Quinto Real (Navarra), gracias al estudio sistemático de los conodontos. Estos terrenos constituyen una serie de unos 3.000 metros de potencia. Los macrofósiles no abundan mucho, y, por lo demás, solo se encuentran en unos pocos niveles. Los conodontos han permitido dataciones precisas de un número de niveles mayor que el de los que se disponía, y se rectifican las relativas a algunos de éstos.

Más de la mitad del trabajo está dedicado a la descripción sistemática de los conodontos hallados en esa serie de Quinto Real. Comprenden 12 géneros y más de 40 especies, 4 de las cuales son nuevas. También se dan detalles interesantes sobre los métodos de trabajo seguidos. J. M. F.

TRURNIT, P.: *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Paläozoikum und mesozoischer Rahmen im SE-Teil der Sierra de Tremedal (Hesperische Ketten, Spanien), pags. 349-365, 3 figs., 2 tabl., 1967.

En conjunto, los datos y conclusiones de este trabajo concuerdan con los de la memoria de O. Riba (1959) dedicada a esa región. Se añaden algunas novedades, y se modifican algo las dataciones de las formaciones paleozoicas.

La parte sudoriental de la Sierra de Tremedal (al ONO de Albarracín, en la Cordillera Ibérica) muestra una sucesión que comprende desde el Llandeiliano al Valentiense. En este artículo se dan nuevas precisiones estratigráficas sobre la misma, y se esbozan las características de la cuenca sedimentaria.

En varios puntos de la Sierra se encuentran afloramientos de pórfido cuarcífero. Sin duda, corresponden a la etapa volcánica subsecuente de la orogénesis hercíniana, y tienen probablemente edad estefanense.

También se dan algunos nuevos datos sobre la estratigrafía de Mesozoico y del Cenozoico de la Sierra del Tremedal y sus alrededores inmediatos. Resaltan las notables variaciones de potencia del Buntsandstein, las cuales deben relacionarse con el diastrofismo.

Como ya había indicado O. Riba, la estructura del Paleozoico se caracteriza por pliegues relativamente sencillos, de dirección NNO-SSE. Están rotos por fallas de edad terciaria, o, por lo menos, removilizadas durante ese tiempo. También es terciaria la deformación del conjunto según pliegues suaves cuya dirección es la de NO o SE. J. M. F.

BIJVANK, G. J.: *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, Über das Vorkommen von Inoceramen im Tertiär und das Alter der Schichtfolge in einem Küstenprofil bei Güecheo (Vizcaya, Nord-Spanien), págs. 385-446, 1 fig., 1967.

Se rectifica la noticia dada por K. O. Kopp (1959, *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*), según la cual se habían encontrado Inoceramas en capas de edad cocena, en un afloramiento situado junto a la playa de Arriñaga. En realidad, se ha comprobado que dichos fósiles proceden de capas de edad mastrichtense inferior. Se añaden interesantes datos sobre las microfauñas encontradas y sobre la estratigrafía detallada de dichos afloramientos. J. M. F.

SCHMIESKE, H. U. y SWANSON, D. A.: *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, Ignimbrite Origin of Euxaxites from Tenerife, Canary Islands, pags. 700-703, 1 fig., 1967.

Según las investigaciones de los autores, por lo menos parte de las eutaxitas de Tenerife tienen el carácter de ignimbritas. Se dan detalles sobre situación, composición química de una de las muestras y análisis modal.—J. M. F.

GOOSENS, P. y AUTENBOER, T. VAN: *Bull. Soc. belge de Paléont. et d'Hydrog.*, Minéralisations et fluorite zébrée dans la Sierra de Baza (Andalousie, Espagne), t. LXXIII, págs. 511-517, 1 fig., 1964.

Los autores tratan de algunos yacimientos minerales de sulfuros (sobre todo, galena) de la Sierra de Baza. Como ganga se encuentra fluorita, calcita y, en algún caso, baritina. Distinguen dos tipos: filones transversales y filones-capa.

De estos últimos describen más especialmente la fluorita "acebrada", que corresponde a la llamada comúnmente "piedra franciscana", por los mineros del S. de España. Para los autores, este material se habría formado mediante un proceso metasomático hidrotermal, a partir de lechos de caliza.

Es importante señalar que esta interpretación de la génesis de la "piedra franciscana" es contrapuesta a la sigenética-sedimentaria, que parece imponerse después de las investigaciones recientes de otros autores, como, por ejemplo, J. P. Jacquin (ver nota bibliográfica sobre uno de los trabajos de este último, en estas mismas páginas).—J. M. F.

PRIEM, H. N. A., BOELRUK, N. A. I. M., VERSCHURE, R. H. y HERBERA, E. H.: *Geol. en Mijnb.*, Isopic ages of two granites on the Iberian continental margin: the Traba granite (Spain) and the Berlenga granite (Portugal), t. 44, págs. 353-354, 1965.

Tanto sobre la edad del llamado granito de Traba, que aflora extensamente al O de La Coruña, como sobre la de la isla de Berlenga (pequeña isla situada unos 10 km. al NO del cabo Carveiro) se carecía de datos seguros. La aplicación del método del Rb/Sr por parte de los autores demuestra que ambos son hercínianos. Las edades absolutas (en millones de años) son: para el de Traba, de  $274 \pm 11$ ; para el de Berlenga de  $280 \pm 15$ , las cuales, según las escalas geomorfológicas de Holmes y de Kulp corresponden al Carbonífero superior. Las determinaciones efectuadas sobre la biotita separada de la roca en el granito de Traba dan edades que superan la mencionada, pero esto puede ser debido a los procesos de alteración del mineral.—J. M. F.

PRIEM, H. N. A., BOELRIJK, N. A. I. M., VERSCHURE, R. H., HEBEDA, E. H. y FLOOR, P.: *Geol. en Mijb.*, Isotopic evidence for Upper-Cambrian or Lower-Ordovician granite emplacement in the Vigo area, north-western Spain, t. 45, págs. 36-40, 1966.

Como es sabido, además de los granitos hercinianos afloran otros en Galicia, cuya colocación fue netamente más antigua. Entre ellos están los que, transformados en ortogneis, afloran en la parte occidental de Galicia, desde Vigo hasta Malpica, y tienen un neto carácter alcalino.

Según las determinaciones de edad absoluta con el método del Rb-Sr, tales rocas corresponden a granitos cuya colocación se habría efectuado en el Paleozoico inferior (de  $486 \pm 24$  a  $544 \pm 16 \times 10^6$  años, según muestras). Ahora bien, efectuadas las medidas en concentración de biotita y de microclina, las edades absolutas son mucho más modernas (de unos 280 millones de años), lo que sugiere que estos minerales se debieron originar en los procesos de recristalización correspondientes al metamorfismo herciniano. Se discuten, además los resultados correspondientes a concentrados de astrofilitas (que darían edades excesivamente antiguas), y de riebeckita.

Para los gneises biotíticos, también los concentrados de biotita dan edades netamente más recientes (de  $286 \pm 15$  millones de años) que el conjunto de la roca (de  $487 \pm 25$  millones de años). Es evidente, por tanto, una recristalización de la biotita durante el metamorfismo herciniano, mientras que la colocación del granito originario habría ocurrido en el Paleozoico inferior, como para los granitos originarios de los actuales gneises riebeckíticos antes mencionados.—J. M. F.

DELATTRE, GH. et WATERLOT PAIRE, M.: *Ann. Soc. Géol. Nord*, Études préliminaire du bassin carbonifère de Feixa-Castellás (Pyrenées espagnoles), t. LXXXVII, págs. 21-29, 4 figs., 1967.

Se aportan nuevas precisiones sobre la litoestratigrafía del Carbonífero inferior del sector oriental de la unidad de las Nogueras. Se trata de una formación esencialmente detrítica de facies parálida. Predominan con mucho las pizarras, entre cuyos lechos se intercalan algunos de areniscas, de microconglomerados y de pudingas. La sedimentación caliza está muy escasamente representada. Se describen tres cortes detallados.

La estructura tectónica se caracteriza por una sucesión de pliegues de dirección general ONO-ESE, y vergencia al SSO. Un pliegue —el anticlinal de Matarrosa— tiene una dirección NE-SE, lo que según los autores, podría indicar su génesis en una fase diferente de los anteriores, dentro del ciclo herciniano. Los autores atribuyen la estructura de fractura a la orogénesis alpídica. El contacto N del Paleozoico de la unidad de las Nogueras con el Permo-Triás de la cobertera de la Zona Axial situada inmediatamente al Norte, se hace, según los autores, mediante una falla muy inclinada, de buzamiento al Norte. Ello apoyaría la interpretación autoctonista, por lo menos, de este sector de dicha unidad.—J. M. F.

JACQUIS, J.-P.: *Ann. Centre d'Enseignement Sup. Brazzaville*, La «franciscaine», un problème de petrogenèse dans les dolomies du Triás alpujarroide de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne), t. II, págs. 79-90, 6 figs., 1966.

El nombre de piedra franciscana o simplemente franciscana, es bien conocido y usado desde tiempo por los mineros del Sur de España. Se trata de una roca caracterizada fundamentalmente por la coexistencia de zonas de color blanco y negro (o gris oscuro) respectivamente, las cuales pueden presentarse con estructura listada y brechoide. Si predomina esta última, se

ha empleado también el nombre de *pedra india*, en lugar de franciscana. La franciscana sólo ha sido encontrado en el Triás de ciertas unidades de la zona bética.

El referente considera oportuno recordar que rocas análogas se encuentran también en el Triás de los Alpes meridionales y de las zonas internas de los Cárpatos occidentales.

La composición mineralógica de la franciscana no es homogénea. Las zonas blancas pueden estar constituidas por dolomitas y/o por fluorita de grano relativamente grande, como minerales esenciales. Como minerales accesorios pueden contener cuarzo y calcita. Las zonas negras se caracterizan por su grano mucho más fino; pueden estar formadas, como en las blancas, por dolomitas y/o fluorita, como minerales esenciales; y como accesorios, además de cuarzo pueden contener sulfuros y materia orgánica. Entre los sulfuros hay que señalar especialmente la galena. Por su abundancia ha sido objeto de numerosas explotaciones en toda la región.

Daña la imprecisión que de esta variedad de composiciones resulta para el término de franciscana, el autor distingue los tres tipos de rocas siguientes: las brechas de composición mineralógica compleja, las dolomíticas listadas, y las muy ricas en fluorita, también listadas. Propone reservar el nombre de franciscana a las del segundo tipo de roca acabado de considerar, y el de *pedra india* para el último.

El autor describe tres cortes del Triás del sector del pico de la Estrella, en la parte occidental de la sierra de Gádor, en los cuales afloran estas rocas tan particulares. Los niveles de «*pedra india*» contienen galena, que ha sido objeto de explotación.

El estudio litoestratigráfico detallado muestra que la sucesión establecida en un corte varía rápidamente al alejarse del mismo, especialmente por lo que se refiere a los niveles de *pedra franciscana*, *pedra india* y las brechas referidas. Pequeñas discordancias intraformacionales, cambios de potencia, cambios laterales de naturaleza en un mismo nivel, son comunes. Es importante señalar que todos los accidentes tectónicos visibles en este sector son posteriores a los materiales en cuestión, por cuanto los afectan. Y, por otro lado, que aún con las variaciones antes aludidas parece evidente que estos materiales ocupan una posición bien definida en el Triás de la sierra de Gádor. Si a esto último se añade la existencia de estructuras sin-sedimentarias o de origen indudablemente diagenético, la conclusión de un origen sedimentario de la franciscana y materiales más o menos análogos se impone.

Esta conclusión es de gran importancia. Hasta hace pocos años se venía admitiendo que los yacimientos estratiformes de galena que se presentan en el Triás de la sierra de Gádor, de sierra de Luján y de otras unidades similares de la zona bética tenían un origen metasomático; soluciones hidrotermales de origen desconocido habrían mineralizado selectivamente ciertos niveles del Triás. En estos últimos tiempos se han llevado a cabo investigaciones por parte de diversos autores que llegan a conclusiones coincidentes con las del artículo que se está reseñando, y el origen singenético sedimentario de tales yacimientos estatiformes parece definitivamente aclarado.

El autor trata finalmente de las condiciones sedimentológicas de la franciscana. Invoca la acción de movimientos pencontemporáneos de la sedimentación, de origen tectónico, los cuales habrían provocado deslizamientos en masa de parte de los materiales en curso de diagénesis depositados en el fondo de la cuenca sedimentaria triásica.—J. M. F.

C. S. EK DR. ARTL. SCI.: *Flotation behaviour of a high-iron copper ore*, Transactions/Section C. Publ. por la Institution of Mining Metallurgy, Londres, Bulletin núm. 733, diciembre, 1967, págs. 287-288, 2 figs.

Frecuentemente, minerales de cobre con alto contenido en hierro, ponen a prueba la habilidad de los operadores de flotación cuando se sospecha que la concentración posee un alto contenido en cobre y se desea una buena recuperación.



Hace algunos años se lanzó al mercado el isopropil-etiltienocarbonato Z-200, recomendado especialmente para separaciones difíciles de pirita de cobre (reducía el consumo de cal y daba una mejor selectividad cobre-hierro, en la gama alcalina de pH 9 a pH 11.5).

En 1962, en Estados Unidos, varias compañías utilizaban el Z-200. Entre otras, citamos la «Anaconda Co», que lo empleó juntamente con algún isopropil-xantato con un pH de 11.8. La «Phelps Dodge» lo utilizó en unión de «Sodium Aerofloat», con un pH de 11.8, y finalmente, la «Andes Copper Co» utilizaba el Z-200 juntamente con isopropil xantato, con un pH de 11.3.

También se utilizó el Z-200 para una separación cobre-plomo de una concentración grosera. El plomo se eliminó con almidón y dióxido de azufre, y los sulfuros de cobre se flotaron con Z-200, que resultó ser el colector más eficaz para minerales de cobre. El valor del pH se mantuvo entre 4 y 4.5.

La «Bethlehem Copper», emplea Z-200 en unión del amil-xantato y una pequeñísima cantidad de mercaptobenzotiazol para recuperar una concentración de bornita-calcopirita, de un mineral de baja ley en pirita. Asimismo, la «Pima Mining Co» utilizó recientemente el Z-200 con un pH 1.3 controlado con cal.

Estas aplicaciones del Z-200 han demostrado que los ensayos comparativos con colectores más convencionales podrían ser rentables para el beneficio de una mena de cobre pirrotítica de América del Sur.

La mena triturada se trató por flotación con diferentes colectores (principalmente etil-xantato, aerofloat 238 y Z-200) con diversos pH (en todos los ensayos se usó CaO para controlar el pH, y como separador se utilizó aceite de pino). Por etapas se añadieron colectores y se recogieron concentraciones separadas.

El índice de concentración  $I_c$  se definió así:

$$I_c = \left( \frac{0^{o} \text{ Cu concentrado}}{0^{o} \text{ Cu alimentado}} \right) \times \text{Cu recuperado}$$

El Z-200 se muestra como el colector más favorable, porque  $I_c$  tiene un valor máximo para la mínima adición de colector. El pH más favorable para esta mena de cobre de alto contenido en hierro, con Z-200 como colector, es 7.5.—A. L. DE G.

D. V. SALATIC D. SC.: *Floatability of monacita and zircon related to electrochemical changes on their surfaces*, Transactions, Section C., Publ. por la Institution of Mining & Metallurgy, Londres, Bulletin núm. 733, diciembre, 1967, págs. 231-237, 10 figuras, 1 tabla.

Los estudios electrocinéticos y las pruebas de tubos Hallimond han demostrado que monacita y zircón no pueden ser flotados con xantato sin previa activación.

Para que un modificador se comporte como activador de monacita y zircón es preciso que se invierta el signo positivo del potencial zeta en presencia del colector de xantato. Si esto no ocurre, entonces el modificador se comporta como depresor de los minerales.

Un modificador que invirtiese el signo del potencial de solamente uno de los minerales corregiría su flotación selectiva. De todos los modificadores que han sido investigados, solamente los que contienen el grupo aniónico  $\text{SO}_4^{-2}$  eran capaces de activar el zircón para que flote con xantato.

Es muy importante, sobre todo, establecer una correlación entre la flotabilidad del zircón y los cambios producidos en el potencial zeta cuando se añade el xantato a la solución. Cuando el zircón demuestra un potencial zeta negativo, se puede lograr su flotación con éxito empleando xantato. Cuando el valor del potencial tiene la tendencia de llegar a ser positiva, la flotabilidad descende.

Se pretende extender este trabajo de investigación a su aplicación a los ácidos grasos y sus jabones, así como a colectores de cationes de los dos minerales.—A. L. DE G.

S. M. STOEY y D. WATSON PH. D.: *Influence of ultrasonic vibrations on secondary concentration of minerals in a froth*, Transactions/Section C. Publ. por la Institution of Mining & Metallurgy, Londres, Bulletin núm. 733, diciembre, 1967, págs. 284-286, 2 figs.

Se ha estudiado el comportamiento mecánico de partículas de ganga que muestran poca capacidad inherente de separación. Gracias a un proceso de repulsión se logra que no se concentren estas partículas en el separador. Los procesos que a continuación se desarrollan en el separador tiene como resultado la desaparición, en las capas superiores del mismo, de esos minerales no deseados en la concentración.

La eliminación de estas partículas indeseables ha recibido el nombre de «concentración secundaria», para distinguirla del proceso de concentración primaria, que existe en la pulpa. Este proceso de concentración secundaria da un grado mejor y disminuye las operaciones de limpieza.

Prácticamente, el proceso puede intensificarse por los dos métodos siguientes:

1. Escogiendo agentes que formen un separador de baja viscosidad (se facilita el movimiento de las partículas).
2. Empleando un pulverizador fino de agua sobre el separador.

En este trabajo se describen las investigaciones llevadas a cabo en el laboratorio Warren Spring sobre el empleo de vibraciones ultrasónicas, con objeto de intensificar la concentración secundaria. Los experimentos llevados a cabo por uno de los autores (S. M. S.) en el Instituto Geológico y Mínero de Sofía demostraron que las vibraciones ultrasónicas intensificaron el proceso de separación secundaria. La producción de vibraciones ultrasónicas es relativamente cara, pero tiene la ventaja de que el aparato generador produce poco ruido audible en el lugar de trabajo.

En la investigación con vibrador se observa un cambio en el color de las superficies del separador. El efecto de las vibraciones ultrasónicas se estudia cualitativamente, observando el cambio de tono en los colores de interferencia.

Al aplicar la vibración ultrasónica a la intensidad máxima, se vieron movimientos muy intensos de áreas coloreadas en todas las profundidades del separador, mientras que, en ausencia de vibraciones ultrasónicas, los anillos de color en la superficie de las burbujas eran relativamente estacionarios. Estas perturbaciones también ocurrían en la fase gaseosa (introduciendo humo en varias burbujas seleccionadas, a distintas profundidades, se observaron movimientos rotatorios del aire encerrado en las burbujas al aplicar vibraciones ultrasónicas). A. L. DE G.

F. D. POOLEY PH. D.: *Some aspects of the flotation behaviour of coals with an insoluble collector*, Transactions/Section C. Publ. por la Institution of Mining & Metallurgy, Londres, Bulletin núm. 733, diciembre, 1967, págs. 282-286, 5 figs.

En la flotación del carbón se emplean como colectores más eficaces los hidrocarburos líquidos insolubles neutros derivados de la destilación del petróleo, madera y alquitranes de hulla.

Los colectores aceitosos actúan por humidificación selectiva y no por absorción. La reacción a la adición de colector, en la flotación, depende del tipo de carbón (grado o estado metamórfico) y de la distribución de tamaños del mineral en la pulpa.

Se hicieron ensayos con muestras de carbón con o sin colector. Las alimentaciones consistían en fracciones de carbón de tamaño específico, empleando una gama completa de tamaños.

Como colector se empleó keroseno industrial y como agente separador glicol de polipropileno. Los carbones eran limpios (100 x 100 de recuperación) y suministrados por la National Coal Board.

Sin la presencia de colector, el grado de recuperación variaba entre los diversos carbones, debida a sus diferencias en flotabilidad natural; mientras que, para carbones específicos, el grado de recuperación de las fracciones de tamaño individual variaba muy poco. Sin embargo, y excepcionalmente, la fracción de malla BS 300 de cada carbón daba un grado de recuperación muy bajo.

Con la presencia de colector, su comportamiento fue diferente. Para un carbón determinado había una concentración de colector por encima de la cual no aparecían condiciones de flotación alguna.

Para ensayos de fracciones de carbón de un tamaño particularmente determinado, no se observaron síntomas de flotación para concentraciones bajas de colector, para tamaños entre mallas 300 y 100, pero se podrían usar concentraciones mayores con fracciones de tamaño superior a la malla 100.

Para la alimentación compuesta de una mezcla de tamaños, la mejora en el grado de recuperación se limita a las partículas de tamaño superior a 100  $\mu m$ , aumentando la mejora al crecer el tamaño de partícula.

De los ensayos realizados se llega a la conclusión de que el colector viscoso insoluble que se requiere para producir el máximo grado de recuperación es una función de ambos: grado y tamaño del carbón. Cuando hagamos una flotación de mezclas de tamaños, no se puede obtener el grado máximo de recuperación de cada uno mediante la adición de colector.--  
A. L. DE G.

Sección informativa de revistas y mapas



### Publicaciones españolas

INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE MINAS. Publ. por el Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria, Madrid.

Num. 74, mayo, 1967.

MUSIBE. Publ. por la Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi, San Sebastián.

Fascículos 1-2, tomo XIX, 1967.

HOJA INFORMATIVA. Publ. por la Comisaria del Plan de Desarrollo Económico y Social.

Número 3, julio, 1967.

BOLETIN MENSUAL DE ESTADÍSTICA. Publ. por el Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

Año XXVIII, núms. 272-273, agosto-septiembre, 1967.

DOCUMENTO. Publ. por Ensidesa, Madrid.

Núms. 28 al 32, enero-junio, 1967.

Num. 36, octubre, 1967.

BOLETIN DE LA CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BARCELONA.

Publ. por la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Barcelona.

Num. 809, julio-agosto, 1967.

INVESTIGACION TECNOLÓGICA ESPAÑOLA AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA. Publ. por el Servicio Nacional de Productividad Industrial, Madrid.

1967.

LAS CIENCIAS. Publ. por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias,

Tomo XXXII, num. 2, 1967.

AGUA. Publ. por el Centro de Estudios, Investigación y Aplicaciones del Agua, Barcelona.

Julio-agosto, 1967.

M. R. Llamas: *Sobre el papel de las aguas subterráneas en España.*

A. Murcia: *Las aguas subterráneas y los regadíos españoles.*

C. Alvarez Fernández: *Recarga artificial y ordenación de acuíferos.*

INGENIERÍA. Publ. por Gumersindo García, S. A., Madrid.

Vol. XVI, núms. 183-184, abril, 1967.

Especificaciones propuestas para ensayo del subsuelo mediante mediciones de resistividad eléctrica.

Vol. XVI, núms. 185-186, mayo-junio, 1967.

### Publicaciones hispanoamericanas

DYNA. Publ. por la Facultad Nacional de Minas, Medellín.  
Nums. 82 y 83, septiembre-diciembre, 1966.

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Publ. por la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia).  
Vol. 8, núm. 4, 1966.

BOLETÍN GEOLOGICO. Publ. por el Servicio Geológico Nacional, Ministerio de Minas y Petróleos, Bogotá (Colombia).  
Vol. XIII, nums. 13 enero-diciembre 1965.

E. Molina Echevarría: *El Cretácico carbonífero al Norte de la sabana de Bogotá.*

E. Molina Echevarría: *Las cuencas carboníferas de Boyacá y Cundinamarca (Guaduas-Tocaima).*

GEOS. Publ. por la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia, Universidad Central de Venezuela, Caracas  
Num. 16, junio 1967.

O. Macsotay: *Huellas problemáticas y su valor paleoecológico en Venezuela.*

C. A. Seiglie y F. Rivero: *Bibliografía de la Geología de Venezuela.*

BOLETÍN DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS FÍSICAS, MATEMÁTICAS Y NATURALES. Publ. por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas (Venezuela).  
Tomo XXVI, num. 72, 1966.

Tomo XXVII, num. 74, 1967.

SEPARATAS DE LA REVISTA DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. Publ. por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.  
Serie Geología, num. 7, 1965.

D. A. Valencia: *Resultados preliminares del estudio paleomagnético del basalto de la Barda Negra (Provincia de Neuquén).*

Serie Geología, núm. 8, 1965.

O. R. Huidobro: *Hidrología del Valle de Santa María (provincia de Catamarca, Argentina).*

Serie Geología, núm. 9, 1965.

F. G. Bonorino: *Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico.*

Serie Geología, núm. 10, 1965.

D. A. Valencia: *Estudio paleomagnético del basalto II de edad suprapliocena de la Pampa de Zapala, provincia de Neuquén.*

Serie Geología, núm. 11, 1965.

A. O. Herrera: *Evolución geoquímica de las pegmatitas zonales de los principales distritos argentinos.*

Serie Geológica, núm. 12, 1965.

E. C. di Paola: *Heulandita autigénica en formaciones mesozoicas de Neuquén y Río Negro.*

REVISTA. Publ. por el Instituto de Geología y Minería, Republica Argentina.  
Año II, núm. 7, noviembre-diciembre, 1966.

### Publicaciones alemanas

GEOLOGISCHES JAHRBUCH. Publ. por el Bundesanstalt für Bodenforschung y los Geologischen Landesämtern, Hannover.

Tomo 82, 1966 (en alemán).

E. Backhaus: *Los lamelibranchios de las capas permianas rojas de Lieth bei Elmshorn (Holstein).*

M. A. Bassiouni: *Ostrácodos del Plioceno de Kom el Shelul, meseta de las Pirámides, Gizeh (Egipto).*

H. Bender y D. Stoppel: *Conodontes permianos.*

H. R. Bosse: *Los filones de fluorita en la parte sudoriental del distrito minero de Nabburg-Wälsendorf.*

G. Brand, B. P. Hageman, S. Jelgersma y K. H. Sindowski: *La subdivisión del Holoceno marino en la costa del Mar del Norte.*

F. Buschendorf y H. Puchelt: *Investigaciones en la baritina del yacimiento de Meggen. Geoquímica de la baritina I.*

A. Cissarz: *Posición de los yacimientos en el ciclo geológico de formación. Ideas para la sistemática de los yacimientos.*

H. J. Colin: *Las relaciones entre morfología de los cortes y propiedades de sorción en suelos de loess de Jülich Zülpich.*

O. Ganss: *Para la historia geológica de los geosinclinales de Beluchistán e Indo.*

H. O. Grahle y H. Schneekloth: *El lago de Darn junto a Bramsche. Investigaciones geológicas en aguas continentales de Baja Sajonia.*

F. Gramann: *Liasina n. gen. (Ostracoda) del Liásico alemán.*

F. Gramann: *Bolivina (Brizalina) beyrichi (Reuss) y foraminíferos allegados del Oligoceno alemán.*

M. Kaefer: *Sobre Assilina lacunata Cizancourt del Eoceno inferior de Afganistán.*

E. Löhmert y H. Nowak: *El yacimiento de lignito de Khorem en la cuenca de Megalópolis/Peloponeso.*

G. Lutug: *Cosas de principio para la estratigrafía del Cuaternario.*

A. K. Lutz: *Ostrácodos de agua dulce del Terciario reciente del S. de Alemania.*

K. D. Meyer: *Estratigrafía y tectónica del Allerzug en el borde nordoccidental del Acker-Brücheberg junto a Reifensbeck en el Harz.*

B. Moos: *Sobre algunos de los géneros análogos del Cythere macropora Bosquet, 1852 (Ostr.) de diferentes iramos del Terciario.*

B. Moos: *La fauna de Ostrácodos del Oligoceno inferior de Bünde y algunos géneros allegados más recientes.*

G. Müller: *Aportaciones a la estratigrafía del Rotliegendes del Harz Meridional.*

K. Müller-Steffen: *El Devoniano superior del Harz septentrional a la luz de la cronología de los Ostrácodos.*

R. Potonie: *Sobre la escala de colores de géneros de tabiques celulares mineralizados y su transformación osmótica (osmoquinesis).*

W. Schellmann y H. Fastabend: *Sobre el proceso de hinchamiento en las arcillas.*

L. Schröder: *Sedimentología del Buntsandstein Medio.*

D. Spiegler: *Biostratigrafía del Kupeliense basándose en los foraminíferos del N. de Alemania.*

H. Tralau: *La familia Trapella en el Terciario centroeuropeo.*

H. Venziani: *Estratigrafía y tectónica del tramo III del Cuim al Oeste de la serie de diques de diabasa del Harz superior.*

H. Wachendorf: *Esencia y origen de los sedimentos estériles de Westfalia.*

Weippert y H. Wittekundt: *Un yacimiento de sal paleozoica en la parte occidental del Afganistán central.*

E. von Zeischwitz: *Agua freática y formación de suelo en el borde inferior de Soest.*

● BEHIEFTE ZUM GEOLOGISCHEN JAHRBUCH. Publ. por el Bundesanstalt für Bodenforschung y los Geologischen Landesämtern, Hannover.  
Tomo 44, 1966 (en alemán).

● *El Jurásico y Wealdense en el NE. de España.*

R. Brinkmann, E. Dupuy de Lôme y H. Logters: *Introducción.*

● H. Dahm: *1.º Estratigrafía y paleogeografía en el Jurásico cantábrico.*

● H. Mensink: *2.º Estratigrafía y paleogeografía del Jurásico marino en las cadenas ibéricas nordoccidentales.*

● A. Benther: *3.º Investigaciones geológicas en el Wealdense y capas de Utrillas de la parte occidental de la Sierra de los Cameros (cadenas ibéricas nordoccidentales).*

● G. Tischer: *4.º Sobre la sedimentación wealdense y la tectónica de la Sierra de los Cameros oriental en las cadenas ibéricas nordoccidentales.*

● F. Kneuper Haack: *5.º Ostrácodos del Wealdense de la Sierra de los Cameros (cadenas ibéricas nordoccidentales).*

AUFBEREITUNGSTECHNIK. Publ. por Verlag für Aufbereitung, Wiesbaden.

Año 1967, núm. 6, junio (en alemán).

W. Peitsch: *La resistencia de granulados con puentes de sal y la influencia de las circunstancias de secado sobre los mismos.*

W. Müller: *La calidad de mezcla, caracterizada por la desviación standard de la concentración de muestras en función de la masa de las mismas en diversos estados de repartición.*

K. K. Köll: *Secador de aire de transporte.*

P. Schmidt: *Problemas del cribado fino.*

F. Mohr: *Desarrollo y experiencias con blindajes de caucho en molinos de bolas, tubos, cantos y barras.*

F. J. Haak: *Pesado y dosificación automáticos.*

K. H. Eggerstedt: *Técnica de dosificación de líquidos en unión de un componente sólido*

Año 1967, núm. 7, julio (en alemán).

K. Kröll: *Secador de aire de transporte (2.ª parte).*

H. Schubert: *El papel de las sustancias de adición no polares en la flotación con espumas.*

F. Shenouda y A. A. Sherif: *Investigaciones sobre la capacidad de reducción y otras propiedades de algunas menas de hierro egipcias.*

J. Deféche: *La nueva planta de incineración de basuras de Issy-les Moulineaux.*

Año 1967, núm. 8, agosto (en alemán).

J. Wessel: *Fundamentos del cribado y separación con aire. La separación con aire, parte III.*

F. W. Mayer: *Fundamentos generales de las curvas F.*

R. Born: *Problemas técnicos especiales de las aguas residuales en la industria minera y metalúrgica.*

G. W. Sehenk: *Método de separación magnetohidrodinámico, una nueva posibilidad para la preparación de hullas de grano fino.*

Año 1967, núm. 9, septiembre (en alemán).

I. H. Panu: *Relaciones matemáticas para la flotación continúa en máquinas multicelulares.*

E. Teichmann: *Humidificación, mezcla y granulado de sólidos con líquidos. Una investigación con especial consideración del aparato Sprühmix.*

H. Trawinski: *El más reciente estado de desarrollo dentro del campo de las centrifugadoras e hidrociclones en la Achema 1967.*

ANNALES UNIVERSITATIS SARAVIENSIS. Publ. por Gebrüder Borntraeger, Berlín.

Núm. 5, 1967 (en alemán).

D. Jung: *Las asociaciones minerales de la palatinita y sus aplitas.*

G. Lensch: *Geoquímica y mineralización de sulfuros de las concreciones de siderita de las capas de Lebach del Rotliegendes Inferior del Sarre.*

W. Dachroth: *Estratigrafía y tectónica en el Buntsandstein principal del Sarre oriental.*

SENCKENBERGIANA LETHAEA. Publ. por la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt am Main.

Tomo 48, núm. 2, 1967 (en alemán).

H. Schmidt: *Aratanea Monodi n. g., n. sp. (Brachiopoda, Sahara Occidental).*

R. Hahn: *Nuevos trilobites del Kulm de Herborn y Erdbach.*

W. Schäfer: *Zonas biofaciales en el arrecife coralino subfósil de Sarso (Mar Rojo).*

O. H. Schindewolf: *¿Civales rugosos sin mesenterios?*

L. Werding: *Devoniano Medio y Superior de desarrollo calizo en el Taunus oriental.*

G. Hahn: *Nuevos trilobites de Winterberg/Harz (Carbonífero Inferior).*

MINERALIUM DEPOSITA. Publ. por Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Nueva York.

Vol. 2, núm. 2, 1967.

N. J. H. Bernard: *Sobre el magmatismo y las mineralizaciones hidrotermales del Macizo de Bohemia (en francés).*

E. S. Cheney y I. M. Lange: *Prueba sobre la sulfuración y el origen de algunas menas del tipo Sudbury (en inglés).*

P. Nicolini: *Notas comparativas sobre algunos elementos sedimentológicos y paleogeográficos ligados a los yacimientos de hierro oolítico de Djebel Ank (Túnez) y Lorena (Francia) (en francés).*

M. Stempok: *Problemas genéticos de la mineralización de estaño-wolframio en los Montes Metálicos (en alemán).*

A. Satiannikoff y L. van Wambeke: *La pegmatita radiactiva con berilo de Kobokobo y las otras venidas pegmatíticas y filonianas de la región de Kamituga-Kivu-Rep. del Congo (en francés).*

GEOLOGISCHE RUNDschau. Publ. por Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Tomo 56, núm. 3, 1967 (en alemán).

W. Prange: *Sobre las relaciones entre sucesión de capas y subida del nivel del mar en el Holoceno de las tierras de aluvión del Mar del Norte.*

J. Kälterherberg y Kühn Velten: *Grietas y direcciones de valles en el Turonense del Munsterland sudoriental.*

M. Behrens, A. Jansen, P. Wurster: *Investigaciones en las dislocaciones franconas.*

W. Schott y K. Staesche: *Para la estratigrafía de las facies clásticas bastas en el Oxfordiense de la Wichengebirge*

● F. Kockei: *Facies y tectónica en el Mioceno del borde meridional de Sierra Morena entre Lora del Río (Sevilla) y Posadas (Córdoba)*.

F. Kurtman: *Geología de la región de Munzar-Dga.*

A. Siehl: *Estratigrafía y paleogeografía del Permiano en Afganistán.*

H. Mensink: *Jurásico marino del Hindukush Occidental (Afganistán).*

M. Kürsten: *Una chimenea volcánica precambriana en Africa Oriental.*

R. Pilug: *Los miogeosinclinales precambrianos de la cordillera de Espinhaço, Minas Gerais, Brasil.*

M. Bajor: *Extracción y distribución de los aminoácidos en algunas muestras de testigos cretácicos.*

H. Colin: *La evaluación de observaciones del nivel freático en suelos arenosos para enjuiciar las posibilidades de desagüe.*

R. Eicheler: *Contenido en deuterio de las aguas de los Alpes.*

G. H. Wagner: *Indicios de tensiones de compresión en los bancos tabulares sedimentarios del pseudo renano.*

O. H. Schindewolf: *Glaciación permiana de la Salt Range (Pakistán Occidental).*

R. Maack: *Arranque glacial de los hielos continentales del Gondwana del Carbonífero superior en el Estado de Paraná.*

A. E. M. Nairn: *Nuevos métodos de investigación de la Geofísica y el problema del movimiento de los continentes.*

C. I. Supercanu: *Las provincias con yacimientos del geosinclinal de Rumania.*

● O. F. Geyer: *El desarrollo de las facies del Jurásico subbético en el S. de España.*

H. U. Schummeke: *Direcciones de corriente en las coladas de basalto del río Columbia y paleocorrientes de las rocas sedimentarias interstratificadas, Washington Sur-Central (en inglés).*

B. F. Windley: *Sobre la clasificación de las anortositas de Groenlandia Occidental. (en inglés).*

E. Gaben y D. Ledem: *La edad de los granitos del Anti-Atlas (Marruecos).*

NEUES JAHRBUCH FÜR GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE. MONATSSHEFTE. Publ. por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Año 1967, num. 11, noviembre (en alemán).

G. von Brönsert: *Correlación positiva de potencias y cocientes moleculares  $SiO_2/Al_2O_3$  en arcillas carbonosas: síntesis de datos suprarregionales.*

R. Givulescu: *Hydrangea macrolyx n. sp. en el Panónico de Rumania.*

M. Krs y M. Váne: *Paleomagnetismo de las rocas transformadas por incendios en capas de carbón en el NO. de Bohemia y su importancia geofísico-geológica.*

W. Langer: *Sobre algunos foraminíferos del Oligoceno del Bajo Rhin.*

F. Lotze: *Stromatolitos en las calizas del Precambriano superior de la zona de Godavari (India).*

M. Richter: *Observaciones sobre la geología de Cilento (Italia Meridional).*

● H. U. Schummeke y D. A. Swanson: *Origen ignimbritico de las eutaxitas de Tenerife, Islas Canarias (en inglés).*

## Publicaciones belgas

BULLETIN DES SEANCES. Publ. por la Academie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Bruselas. Num. 3, 1967.

M. E. Denaeyer: *Géologie et pétrographie des affleurements de l'ancienne route d'Astrida, entre Bujumbura et Rushubi.*

F. J. Kassin: *Sur un mineral d'or à gangue ankéritique de Senzere (Kilo Moto).*

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE. Publ. por la Sociedad Belga de Geología, Bruselas.

Tomo LXXV, fascículo 1, 1966.

J. Bouckaert y L. Lambrecht: *Le Namurien du flanc sud du synclinal de Liège entre Seraing et Amy (province de Liège).*

R. Maillière: *Une aberration sur la carte du relief du socle paléozoïque.*

R. van Tassel: *Minéraux secondaires phosphatés ferrifères (strunzite, beraunite, strengite, phosphosidérite, cacoxénite) de Blaton, Hainaut.*

A. L. Lombard: *Géologie des parties Nord (Ubangi) et Est (bassins du Lualaba-Lomami).*

● F. H. Gramer: *Cytilinozoans of a composite section of Upper Devonian to basal Lower Permian sediments in northern Leon, Spain.*

G. J. Boeckshoten: *Une faune des sables à Pyonodonte califera sous l'argile repélienne à San-Niklaas Waas (Belgique).*

Tomo LXXV, fascículo 2, 1966.

R. Deschodt: *La viridine de Sa'm-Château*

N. Mouravieff y P. Bulynck: *Quelques foraminifères du Carbonifère et du Frasnien du bord sud du Bassin de Dinant.*

J. Bouckaert, R. Conil y J. Thorez: *Position stratigraphique de quelques gîtes fameniens à foraminifères.*

S. Jonet: *Sphyracnides et Seronboides du Miocène portugais (troisième note ichthyologique).*

R. Praepel: *Comparative stratigraphy of Warm loess deposits in Belgium and Austria.*

P. L. Mauthege: *La grande coupe géologique récent de la Côte Rouge au Nord d'Arlon (province de Luxembourg, Belgique): Un pilier dans le problèmes des grès du Jurassique inférieur de la région pré-ardennaise.*

F. Stockmans y Y. Willière: *Acritharches du Dinantien du sondage de l'ieux Lezue à Leuze (Hainaut, Belgique).*

DOCUMENTOS DE LA COMUNIDAD EUROPEA. Publ. por el Servicio de Información de las Comunidades Europeas, Bruselas.

Junio, 1967.

La política social de la Comunidad: Carbón y Acero.

## Publicaciones francesas

TRAVAUX DEL LABORATORIO DE PÉTROLOGÍA Y MINERALOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE BESANÇON.

N. Morre y G. Quesnel: *Etude pétrographique sur les roches volcaniques carbonifères de la région de Lucapille Marival (Lot).*

J. Thébaud y M. Rossy: *Les migmatites de Nolay (Côte d'Or) et leur minéralisation.*

J. Thebaud y M. Mille: *Remarques sur le gisement d'ophite de Touriac dans la Vallée de Beihmale (Ariège)*.

J. Mercier: *Résultats des sondages profonds du Bassin de Paris. Les granites de Rebréchin, Sennecty et Quenne (Région d'Orléans et d'Auxerre)*.

J. Thebaud: *Contribution à l'étude pétrographique du socle cristallin du Jura Franc-comtois*.

N. Morre: *Sur un gisement d'amphibolites dans le massif de la Serre (Jura)*.

B. Griveaux: *Sur la présence de fulw-lavas dans les laves dinantiennes de la région de Meusey (Haute-Saône)*.

N. Morre: *Étude pétrographique des laves carbonifères de la région de Figeac (Lot)*.

M. Debeaux y T. Thebaud: *Sur deux affleurements du socle cristallin à l'Ouest du Col de Monte (Haute-Garonne)*.

J. Thebaud, M. Debeaux y M. Morre: *Nouvelles observations sur le gisement de talc du Col de la Portaille (Ariège)*.

N. Morre y J. Thebaud: *Sur une enclave calcaire du granite de Cap-de-Long (Hautes-Pyrénées)*.

C. Bouscary: *Les minéraux de métamorphisme du Trias de Bédailhac (Ariège)*.

J. P. Biot: *Sur la bordure nord-occidentale du massif de Mont-Saint-Vicent (Saône et Loire)*.

CHRONIQUE DES MINES ET DE LA RECHERCHE MINIÈRE. Publ. par el Centre d'Études Géologiques et Minières, Paris.

Núm. 364, junio, 1967.

R. Black: *Sur l'ordonnance des chaînes métamorphiques en Afrique occidentale*.

TERRES ET EAUX. Publ. par Dunod, éditeur, Paris.

Núm. 51, 1967.

F. Valron: *Présentation sommaire du bassin «Seine-Normandie»*.

G. Penel: *L'aménagement de la vallée du Cher à Tours (suite)*.

BULLETIN SIGNALETIQUE II. Publ. por el Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.

Vol. XXVIII, núm. 7-8, 1967.

Sciences de la Terre II: *Physique du Globe-Géologie-Paléontologie*.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE. Publ. por la Sociedad Geológica de Francia, Paris.

Séptima serie, tomo VIII, núm. 3, junio, 1967.

J. Debelmas y J. P. Uché: *La fin de la nappe de Moreles dans le massif du Haut-Giffre*.

S. Guillaume: *Sur les faciès du Crétacé inférieur aux environs de Chambéry (Savoie)*.

R. Moutterde, Y. Kerrien, E. Labourgué y J. Manivit: *Le Lias et le Bajocien de la Javie (Basses-Alpes)*.

P. Donze y G. Le Hégarat: *Observations nouvelles sur le Tithonique terminal et le Berriasien de la région de Luch en-Diois (Drôme)*.

V. Demarcq y G. Truc: *L'accident de Gigondas (Vaucluse)*.

F. Cotillon: *Stratigraphie et paléogéographie du Crétacé inférieur de l'anticlinal de Gourdau et du bassin du Var moyen de Daluis à la Mescla*.

J. Flandrin: *Sur l'âge des principaux traits structurax du Diois et des Baronnies*.

J. Flandrin y C. Weber: *Données géophysiques sur la structure profonde du Diois et des Baronnies*.

Y. Lemoigne: *Sur une nouvelle espèce de Coniférale jurassique provenant des «terres noires» du bassin de la Durance (Dadoxylon alpinum n. sp.)*.

G. de Le Hégarat: *Sur la présence d'une formation conglomératique à jaune d'âge tithonique supérieur dans la région de Marignac-en-Diois (NE. de Die, Drôme)*.

P. Artru: *Les olistholites du Riou d'Entraix et leur signification paléostratigraphique*.

P. Artru y J. Gauthier: *Étude géochimique d'une séquence des «terres noires». Application au problème de l'écologie de Spongiaires constructeurs*.

P. Artru, S. Elmi y C. Mangold: *Sur l'âge (callovien inférieur) du niveau repère médian des «terres noires» du Diois et de la région de Lavagne (chaînes subalpines)*.

R. Busnardo y G. Foury: *Barrémien et ses limites dans le centre de la montagne de Lure (Basses Alpes)*.

B. Porthault, G. Thomel y O. de Villoutreys: *Étude biostratigraphique du Cénomanién du bassin supérieur de l'Estéron (Alpes-Maritimes). Le problème de la limite Cénomanién-Turonien dans le Sud-Est de la France*.

B. Porthault: *Nouvelles observations stratigraphiques sur le Crétacé supérieur du sinclinal de Glandage-Creyers (Drôme). Repercussions paléogéographiques*.

J. Remane: *Note préliminaire sur la paléogéographie du Tithonique des chaînes subalpines*.

A. F. de Lapparent: *À propos des conglomérats antémunmulitiques des Alpes de Provence*.

B. Besaudom, C. Caveher, D. Haccard, M. Lanteaume y M. Perrin: *À propos de l'âge des molasses de Tanaron (Basses-Alpes): la redécouverte du gisement de Cérithes et ses conséquences structurales*.

C. Roussel: *Étude tectonique et morphologique de la vallée du Loup, entre le Foulon et Courmes (Alpes-Maritimes)*.

C. Tempier: *Les faciès du Jurassique terminal dans les chaînes subalpines méridionales au Sud et à l'Est de la Durance. Leur répartition géographique*.

Séptima serie, tomo VIII, núm. 4, julio, 1967.

M. Cousin, M. Durand Delga y J. Sigal: *Données nouvelles sur le Crétacé de la haute et moyenne vallée du Tagliamento (Alpes méridionales, Frioul, Italie)*.

● J. Azema y Sornay: *Sur l'existence de phénomènes de ravinement, de condensation et de remaniement au sein des formations secondaires de la Sierra de Crevillente (prov. d'Alicante, Espagne)*.

● J. Didon: *Styles tectoniques de l'unité de l'Aljibe au Nord du détroit de Gibraltar (Espagne-méridionale)*.

● A. Youcault: *Le diapirisme des terrains au Secondaire et au Tertiaire dans le Subbétique du NE. de la Province de Grenade (Espagne méridionale)*.

R. Unrug: *L'évolution sédimentaire et tectonique du bassin hercynien de Moravie-Haute-Silésie*.

J. Sougy y R. Trompette: *Découverte d'une discordance de ravinement dans le complexe de base de l'Adrar mauritanien*.

L. Barbarou: *Contribution à l'étude tectonique de la presqu'île de Brogger (Spitsberg)*.

J. Nougier: *Esquisse géologique de la péninsule Rallier du Baty, archipel de Kerguelen, Terres australes et antarctiques françaises*.

G. Roger: *Quelques observations sur les rapports des filons à antimoine des environs du Collet-de-Dèze (Lozère) avec leur environnement géologique*.

● J. Boulin, P. Dimpault y H. Lerol: *Observations géologiques en Sierra Lijar (Cordillères bétiques internes, Espagne)*.

R. Hoffstetter: *À propos des genres Ardeosaurus et Elichstatisaurus (Reptilia, Sauria, Gekkonoida) du Jurassique supérieur de France*.

- J. L. Hartenberger: *Les Rongeurs du Vallèsica (Miocène supérieur) de Can Llobateres (Sabadell, Espagne): Gliridae et Romyidae.*
- S. S. Sarkar: *Sur l'extension de certains incertébrés marins.*
- H. y G. Termer: *Comportement de certains Brachiopodes Collophorides d'après l'étude de leur kinésome.*
- D. Pajaud: *Note préliminaire à la classification des Théridés (Brachiopodes).*
- N. Mongereau: *Precisions sur le genre Bitubigera d'Orbigny, 1852 et sur Bitubigera gardettensis nov. sp. (Bryozoa Cyclostomata).*
- R. Anglada y F. Catzigras: *Remarques sur la diagnose d'Amussium subpleuronectes (d'Orb.) (Pectinides, Lamellibranches).*

- BULLETIN DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE. Publ. par le Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine, Strasbourg.
- Tomo 19, fascículos 3-4, 1966.
- H. Chamley, H. Paquet y G. Millot: *Minéraux argileux des sédiments marins littoraux et fluviatiles de la région de Tuléar (Madagascar).*
  - J. Stevaux y G. Kubicki: *Sur la salinité de la mer silurienne au Sahara.*
  - I. Marza, I. Chergarin y L. Minzarau: *Considérations sur la genèse et la composition des bentonites de Razoarc, R. S. de Roumanie.*
  - F. W. Pauli: *Some recent developments in bio-geochemical research.*
  - J. P. Cassat y J. Lucas: *La diagenèse des grès argileux d'Hassi-Messaoud (Sahara): Sincinuation et diagenèse.*
  - Y. Tardy: *Mobilité relative des éléments au cours des phénomènes d'altération de quelques roches cristallines.*
  - E. Lelong y G. Millot: *Sur l'origine des minéraux micacés des altérations latéritiques. Diagenèse régressive-Minéraux en transit.*
  - V. Lucca: *Contribution à la connaissance de la genèse de certaines bauxites de la R. S. de Roumanie.*
  - H. Paquet, G. Boequer y G. Millot: *Néof ormation et dégradation des minéraux argileux dans certains solonetz sodés et vertisols du Tchad.*

- BULLETIN DU CENTRE DE RECHERCHES DE PAU. Publ. par la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, Pau.
- Vol. 1, núm. 1, mayo, 1967.
- H. J. Oertl: *Ostracodes de sédiments bathyaux du Jurassique supérieur de l'Apennin (Italie).*
  - D. Fourme: *Les Porostromata du Paléozoïque. Etude bibliographique.*
  - R. Deloffre: *Les algues du Danien de Bastennes-Lonné 1 (Aquitaine-France Sud-Ouest).*
  - C. Barut y J. Bonnetous: *Présence du Danien au Djebel Sidi Kralif (Tunisie Centrale).*
  - R. Blanc y R. Deloffre: *Découverte de Mesoendothyra izjumiana Dalu (Foraminifère) en Aquitaine (France Sud-Ouest).*
  - J. Deltaud y J. Gauthier: *Evolution des milieux de sédimentation au passage Jurassique-Crétacé du forage de Lacq 104 (Aquitaine France Sud-Ouest).*
  - J. Esquevin: *Séquences géochimiques dans l'Albien et l'Albien du forage de Lacq 301 (Aquitaine-France Sud-Ouest).*
  - J. Stevaux: *Etude géochimique et sédimentologique des Fermoy series de l'Eromanga sub-bassin (Queensland Australie).*
  - J. Gauthier: *Minéraux argileux et éléments traces du passage Bathonien Callovien dans le Nord-Est du bassin parisien (France).*
  - G. Kubicki y J. L. Rumeau: *Influence du milieu sur les teneurs en éléments traces de traces marines du Golfe d Gascogne.*

- H. Coustau y C. Sourisse: *Pressions anormales dans les réservoirs Infra-Lias à Paléozoïque Sud Aquitain (France Sud-Ouest).*
- G. Kaplan, D. Faure, R. Elloy y R. Heilammer: *Contribution à l'étude de l'origine des lamprôites.*
- B. Van der Weide: *Evolution des normal-paraffines par traitement thermique de sédiments marins récents.*
- J. Connan: *Signification géochimique de l'extraction des amino-acides des sédiments.*
- M. Bajor y B. Van der Weide: *Effects de la diagenèse sur la distribution des amino-acides dans les sédiments.*

### Publicaciones holandesas

- MEDEDELINGEN VAN DE GEOLOGISCHE STICHTING. Publ. por Maatschappij «Ernest van Aelst», Maastricht.
- Nueva serie, núm. 108, 1967.
- J. Dylík y G. C. Maarleveld: *Frost cracks, frost fissures and related polygons.*
  - S. van der Heide y W. H. Zagwijn: *Stratigraphical nomenclature of the Quaternary deposits in the Netherlands.*
  - W. F. M. Kimpe: *Occurrence, development and distribution of Upper Carboniferous tonsteins in the parallel West German and Dutch coalfields and their use as stratigraphic marker horizons.*
  - G. Spaik y P. E. P. Norton: *The stratigraphical range of Macoma bathica (L.) (Bivalvia, Tellinacea) in the Pleistocene of the Netherlands and Eastern England.*
  - A. van der Waals: *Morphological phenomena on quartz grains in unconsolidated sands, due to migration of quartz near the earth's surface.*
  - R. H. Wagner: *A description of Methopteris moravica Augusta from the Rosice Oslavany coalfield in Czechoslovakia.*
- LEIDSE GEOLOGISCHE MEDEDELINGEN. Publ. por el Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie de Leiden y el Instituto Geológico Mineralógico de la Universidad de Leiden.
- Vol. 31, 1966.
- L. Rácz: *Carboniferous calcareous algae and their associations in the San Emilian and Lois-Ciguera formations (prov. León, NW, Spain).*
  - D. C. Freis: *The geology of the southern part of the Pisuerga basin and the adjacent area arez of Santibáñez de Resoba, Palencia, Spain.*
  - H. A. van Adrichem Boogaert: *Conodont-bearing formations of Devonian and Lower Carboniferous age in northern León and Palencia, Spain.*
  - B. J. Smits: *The Caldas formation, a new Devonian unit in León (Spain).*
  - L. C. Suter y D. Baschma: *Explanation geological map of the Palaeozoic of the southern Cantabrian Mountains 1:50.000. Sheet 1. Pisuerga.*
  - L. Rácz: *Late Palaeozoic calcareous algae in the Pisuerga basin (N. Palencia, Spain).*
- Vol. 38, 1966.
- C. C. M. Gutjahr: *Carbonization measurements of pollen-grains and spores and their application.*
  - D. M. Laeyendecker-Roosenburg: *A palynological investigation of some archaeologically interesting sections in northwestern Surinam.*
  - P. M. J. Hoeken Klunckenberg: *Maastrichtian, Palaeocene and Eocene pollen and spores from Nigeria.*
  - P. Leidelmeier: *The Palaeocene and lower Eocene pollen flora of Guyana.*
  - T. A. Wijmstra y T. van der Hammen: *Palynological data on the history of tropical savannas in northern South America.*



P. Lasalle: *Late Quaternary vegetation and glacial history in the St. Lawrence Lowlands, Canada.*

● J. A. Oele: *The structural history of the Vall Ferrera area, the transition zone between the Aston Massif and the Saial-Pallaresa anticlinorium (Central Pyrenees, Spain).*

● J. Drot y P. Westbroek: *Iberirhynchia santaluceniensis, nouveau Rhynchonellacea du Dévonien de León (Espagne).*

T. van der Hammen y D. Burger: *Pollen flora and age of the Takutu formation (Guyana).*

● H. W. J. v. Amerom: *Phagophytichnus ekowskii Nov. Ichonogen & Nov. Ichonosp., eine Missbildung infolge von Insectenfrass, aus dem spanischen Stejanien (provinz. León).*

● C. G. van der Meer-Mohr y G. A. N. H. Schreuder: *On the petrography of the Lancara formation in the Sierra de la Filera (Spain).*

## Publicaciones inglesas

MINING MAGAZINE. Publ. por The Mining Journal Ltd., Londres.

Vol. 116, núm. 6, junio, 1967.

E. Krebs: *Optical surveying and the borehole periscope.*

J. R. Bradfield: *Training engineers for the mining industry.*

M. Mawby: *Minerals extraction at 2,000 A. D. and management's requirements.*

H. Ahlmann: *The future training of mining engineers in Sweden.*

R. A. L. Black: *Mining education for the next generation.*

J. de V. Lambrechts: *The problem of selection.*

M. D. Hassialis: *The enrolment and employment problem of mining.*

Vol. 117, núm. 1, julio, 1967

T. A. A. Quarm: *Chemistry of the copper converter.*

B. Milasovszky: *Volume determination in open-cut mining.*

I. M. Kharakhash: *Developments in Soviet excavating equipment, Part 2.*

Vol. 117, núm. 2, agosto, 1967.

V. O. Cook, M. Gartie d Cook y W. O. Ursenbruch: *Slurry blasting agents.*

E. W. Holmsen: *Influence of oxidation on the flotation of complex Cu-Zn iron sulphide ores.*

R. Osberger: *Prospecting tin placers in Indonesia.*

Vol. 117, núm. 3, septiembre, 1967.

R. H. Karol: *Short gel times with chemical grouts.*

*Asbestos at Pomfret. An analysis of mining activity.*

Vol. 117, núm. 4, octubre 1967.

D. W. Saunders: *Dynamic positioning of off-shore mining equipment.*

J. J. Hall: *An analysis of the gauge and tube method used to measure shaft resistance.*

R. Osberger: *Dating Indonesian cassiterite placers.*

*Marketing of primary and secondary copper.*

MEMOIRS OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF GREAT BRITAIN. Publ. por el Geological Survey of Great Britain, Londres.

Núm. 112, 1967.

E. G. Smith, G. H. Rhys y R. A. Eden: *Geology of the country around Chesterfield, Matlock and Mansfield.*

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF GREAT BRITAIN. Publ. por el Geological Survey of Great Britain.

Núm. 27, 1967.

A. G. Mac Gregor: *Faults and fractures in Ardnamurchan, Moidart, Sunart and Morven.*

G. I. Lumsden y R. B. Wilson: *The Upper Limestone group and Passage group of Douglas, Lanarkshire.*

G. A. Kellaway: *The Geological Survey Ashton Park borehole and its bearing on the geology of the Bristol district.*

R. Dearnley: *Appendix A: Petrology of the Viséan and Namurian rocks.*

W. W. Bullerwell: *Appendix B: Geophysical surveys.*

H. F. Adams y G. A. Kellaway: *Appendix C: Coal seams proved in the Ashton Park borehole.*

N. G. Berridge y H. C. Ivimey: *The geology of a Geological Survey borehole at Lossingmouth Morayshire.*

E. W. Anderson, A. B. Bazley y E. R. Shephard-Torn: *The sedimentary and faunal sequences of the Wardhurst Clay (Wesend) in boreholes at Wadhurst Park, Sussex.*

F. W. Anderson: *Ostracods from the Weald clay of England.*

C. J. Wood: *Some new observations on the Maestrichtian stage in the British Isles.*

R. R. Dowing: *The geochemistry of ground waters in the Carboniferous limestone in Derbyshire and the East Midlands.*

MINERALOGICAL MAGAZINE. Publ. por the Mineralogical Society, Londres.

Vol. 36, núm. 279, septiembre, 1967.

D. R. Hudson, F. Wilson y I. M. Threadgold: *A new polytype of taaffeite - a rare beryllium mineral from the granulites of Central Australia.*

R. F. Muehle y E. J. Olsen: *The olivine, pyroxene and metal content of chondritic meteorites as consequence of Prior's rule.*

R. A. Buns: *An exceptionally large chondrule in the Parnallite meteorite.*

R. W. L. Wilkins: *The hydroxyl-stretching region of the biotite mica spectrum.*

D. S. Sutherland: *A note on the occurrence of potassium-rich trachytes in the Kaiserstuhl carbonatite complex, West Germany.*

D. R. Bowes: *The petrochemistry of some Lewisian granitic rocks.*

● G. D. Boyle: *Potash-rich volcanic rocks from southern Spain.*

A. Livingstone: *A garnet peridotite and a garnet-amphibole pyroxenite from South Harris, Outer Hebrides, and their bearing on the South Harris eclogite facies status.*

A. F. Borisenko: *Trace elements in pyroxenes and amphiboles from ultramafic rocks of the Urals.*

D. Némec: *The miscibility of the pyralospite and grandite molecules in garnets.*

A. G. Cockburn y G. V. Smith: *Alkaline-earth rare earth silicate and germanate apatites.*

R. Phillipis y N. G. Ware: *The spectral reflectivity of synthetic calcium monoferrite.*

J. B. Wright: *The iron-titanium oxides of some Dunedin (New Zealand) lavas, in relation to their palaeomagnetic and thermomagnetic character (with an appendix on associated chromiferous spinel).*

L. L. Y. Chang:  *$Li_2Zr(WO_4)_3$ , a wolframite-type compound.*

D. S. Coombs y J. F. G. Wilkinson: *The nature of cameletite.*

Th. G. Sahama y M. Lehtinen: *Harmotome from Korsnäs, Finland.*

S. G. Fleet: *Non-space-group absences in sapphirine.*

D. G. Brookins: *Re examination of pyrope from the Stockdale kimberlite, Riley County, Kansas.*

D. Powell y J. E. Treagus: *On the geometry of S-shaped inclusion trails in garnet porphyroblasts.*

F. E. Tocher: *A point counting computer programme for petrofabric analysis of uniaxial mineral orientations.*

G. Ryback y G. Saville: *Wulfenite from Ysbyty Ystwyth, Cardiganshire.*

R. G. J. Strens: *Coeexistence of 'incompatible' ions and concentration processes in two mineral systems.*

THE QUARTERLY JOURNAL OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Publ. per la Geological Society, Londres.

Vol. 123, num. 489, parte I, septiembre, 1967.

K. C. Dunham: *Practical geology and the natural environment of Man. - I. Continents and islands.*

R. Stoneley: *The structural development of the Gulf of Alaska sedimentary province in southern Alaska.*

G. F. Mitchell y A. R. Orme: *The Pleistocene deposits of the Isles of Scilly.*

K. Bloomfield: *Legirne-gneisses in central Malacca.*

PROCEEDINGS OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Publ. per la Geological Society of London, Burlington House.

Num. 1641, julio, 1967.

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY. Publ. per the Institution of Mining and Metallurgy, Londres.

Vol. 75, 1966.

Section A: Mining industry.

Section B: Applied earth sciences.

Section C: Mineral processing and extractive metallurgy.

## Publicaciones italianas

BOLLETTINO DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Publ. per el Servizio Geológico de Italia, Roma.

Vol. LXXXI, 1965.

G. C. Amschutz: *Porfidi cupriferi. Geologia, esplorazione, valorizzazione.*

E. Catenacci: *Resoconto sommario delle osservazioni stratigrafiche compiute sulla Maiella (Appennino abruzzese)*

E. Catenacci y V. Molinari: *Sull'età dei conglomerati di Minturno (Lazio meridionale).*

G. Cestari: *Descrizione geologica del grupo del Monte Massico.*

A. Jacobacci: *Frane settomarine nelle formazioni geologiche. Interpretazione dei fenomeni olistostromici e degli olistoliti nell'Appennino e in Sicilia.*

M. Manfredini: *Sui rapporti fra facies abruzzese e facies umbra nell'Appennino centro-meridionale.*

P. Micheli: *Osservazioni sui rapporti tra ofioliti ed alberese nella zona di Collalto (Siena)*

G. Pavan y C. Pirimi: *Stratigrafia del F° 157 «Monte S. Angelo».*

S. Zanfre: *Segnalazione di un livello marnoso fossilifero nel Giurassico di Monte Massico (Campania settentrionale).*

Vol. LXXXII, 1966

G. Cestari: *Ritrovamento di un esemplare di Inoceramus balticus I. Boehm presso Palena (Abruzzo orientale).*

M. Chiochini y E. di Napoli Alliata: *Sulla presenza di Textulariella minuta Hofker e Textulariella auruncensis n. sp. (Foraminiferida) nel Cretaceo inferiore dei Monti Aurunci (Lazio meridionale)*

A. Moretti y G. Stamparoni: *L'estremità meridionale della Struttura di Apiro-Cingoli-M. Acuto ed i terreni miocenici che la costituiscono (Appennino Marchigiano).*

F. Mostardini, M. Pieri y C. Pirimi: *Stratigrafia del foglio 212, Montalbano Ionico.*

G. C. Negretti: *Ricerche petrografiche sul complesso granitoide del settore di Busachi (Sardegna centrale).*

L. Salvati: *Determinazione dei rapporti calcio-magnesio della serie mesozoica del M. Massico (Campania Settentrionale)*

A. Amstutz: *Nozioni fondamentali sulla geologia dell'Ossola-Ticino: Tavola fuori testo.*

ATTI DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI.

Publ. per la Academia Nacional del Lincei, Roma.

Vol. XLI, fascicolo 5, noviembre, 1966.

R. Dal Cin: *Nuove particolarità tettoniche della Valle di Sesto in Alto Adige.*

Serie VIII, vol. XLI, fasciculos 3-4, septiembre octubre, 1966.

R. Malaroda: *Mylonites et paléomylonites dans le massif de l'Argentera (Alpes-Maritimes).*

G. Pasquare: *Outlines of the Neogene and Quaternary volcanism of Asia Minor. Nota II.*

GEOLOGICA ROMANA. Publ. per el Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Roma

Vol. V, 1966.

U. Crescenti: *Sulla biostratigrafia del Miocene attiorante al confine marchigiano abruzzese.*

L. Dondi y I. Papetti: *Segnalazione di coproliti nel Miocene dell'Italia meridionale.*

A. Dondi, I. Papetti y D. Tedeschi: *Contributo alle conoscenze del Mesozoico del sottosuolo abruzzese.*

E. Pescatore: *Strutture sedimentari del Flysch del Cilento occidentale.*

E. L. Sani: *Microfauna del Cretaceo delle Murge baresi.*

C. Sirna: *Lamellibranchi nelle dolomie del Lias inferiore di Villetta Barrea (Abruzzo).*

B. Compagnoni: *Nuovi dati sulla malaco fauna del Macco di Palo (Roma).*

A. Angelucci y G. Devoto: *Geologia del Monte Caccume (Frosinone).*

S. Dziulynski y F. Simpson: *Experiments on interfacial current markings.*

E. C. Wezel: *Descrizione neotipica di Foraminiferi delle argille subetnee illustrati da Sequenza: introduzione metodologica e studio di Bolivina (Bolivina) alata.*

L. Dondi, I. Papetti y D. Tedeschi: *Stratigrafia del Pozzo Trevi I (Lazio).*

L. Vezzani: *La sezione tortoniana di Perosa sul fiume Sinni presso Episcopia (Potenza)*

C. F. Elliott: *Algae nodules from the Lias of the Middle East.*

A. Biassin: *Elementi morfotettonici, tratti da un rievoco tologico, al margine dell'altipiano di Orindoli (Abruzzo).*

A. Angelucci: *Tectonic marks on pebbles of Middle Latina Valley (Central Italy).*

F. Zucocza y A. Praturton: *Note geologiche sul colle Cantocchio (Lepini sud occidentali, Lazio).*

W. C. Krumbain: *Il calcolatore elettronico in Geologia.*

W. C. Krumbain y G. B. La Monica: *Classification and organization of quantitative data in geology.*

B. Accord: *La componente trasiatica nella tettonica dell' Appennino laziale-abruzzese.*

M. Pieri: *Tentativo di ricostruzione paleogeografico-strutturale dell'Italia centro-meridionale.*

A. Angelucci: *La serie miocenica nella media Valle Latina (Frosinone).*

G. Ruggieri: *Primi risultati di ricerche sulla tettonica della Sicilia occidentale.*

- BOLLETTINO DI GEOFISICA TEORICA ED APPLICATA. Publ. por el Osservatorio Geofisico sperimentale, Trieste.  
Vol. IX, Num. 34, junio 1967.  
G. B. Salimbeni: *Recenti sviluppi del carotaggio elettrico differenziale.*  
S. Bellemo, I. Finetti, C. Morelli, G. de Vissintini, P. Mechler y Y. Rocard: *Recherches seismiques sur la croûte terrestre selon un profil Peschici (Gargano)-Capo S. Maria di Leuca (Péninsule Salentine).*  
C. Morelli, S. Bellemo, I. Finetti y G. de Vissintini: *Preliminary depth contour maps for the Conrad and Moho discontinuities in Europe.*  
A. Norinelli: *Interpretazione delle anomalie gravimetriche di strutture bi- e tridimensionali a mezzo di un unico reticolo.*
- ATTI DELL'ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI. Publ. por el Osservatorio Geofisico Sperimentale, Trieste.  
Tomo CXXV, núm. 168, bis, 1966-67.  
F. Mosetti: *Caratteristiche idrologiche dell'Adriatico settentrionale. Situazione estiva.*
- CENTO ANNI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI 1857-1957. Publ. por la Società di Scienze Naturali, Milan.  
1957.
- MEMORIE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI E DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI MILANO. Publ. por la Sociedad Italiana de Ciencias Naturales de Milán.  
Vol. XV, fascículo 1, 1956.  
P. G. Caretto: *Nuova classificazione di alcuni briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali idrozoi del genere Hydroactinia Van Beneden.*  
Vol. XV, fascículo 2, 1966.  
I. Dieni y F. Massari: *Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orsoi (Sardegna).*
- ATTI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI E DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI MILANO. Publ. por la Sociedad Italiana de Ciencias Naturales, Milán.  
Vol. CV, fascículo 1, marzo, 1966.  
L. Novelli: *Studio petrografico di alcune serpentiniti affioranti nei dintorni di Varsi (Parma).*  
F. Pace: *Studio petrografico dell'Alta Val Viola (Sondrio).*  
G. Abrami: *Ipotesi sull'evoluzione della morfologia ed idrologia carsica.*  
C. Campiglio y R. Potenza: *Le facies olivineche del Gabro di Sondalo (Alta Valtellina, Lombardia).*  
Vol. CV, fascículo 2, junio 1967.  
B. Pigorini y F. Veniale: *Studio mediante microsonda elettronica dei diversi tipi di zircone accessorio nei graniti di Baveno, M. Orzano e Alzo.*  
Vol. CV, fascículo 3, noviembre 1966.  
C. B. D'Aramengo: *Le grotte di Sanbughetto in Valstrona (Piemonte).*  
L. Mattavelli: *Osservazioni petrografiche sulla sostituzione della dolomite con la calcite (dedolomitizzazione) in alcune facies carbonatate italiane.*  
Vol. CV, fascículo 4, diciembre, 1966.  
G. Pinna: *Nota su alcune Ammoniti plienschiane dell'Alpe Turati (Como).*  
V. de Michele: *Sulla presenza del berillo a Baveno.*  
Vol. CVI, fascículo 1, marzo, 1967

### Publicaciones polacas

- PRACE MINERALOGICZNE. Publ. por la Academia de Ciencias de Polonia, Varsovia.  
Num. 7, 1967 (en polaco).  
L. Stoch: *Fundamentos fisicoquímicos para la interpretación de resultados de análisis termal diferencial.*  
Num. 8, 1967 (en polaco).  
L. Chodymicka: *El basalto del monte Świeta Anna.*
- PRACE GEOLOGICZNE. Publ. por la Academia de Ciencias de Polonia, Varsovia.  
Num. 39, 1967 (en polaco).  
J. Laski: *Análisis de los resultados del diagrama de velocidad en el territorio polaco con ayuda de computadores digitales.*  
Num. 40, 1967, en polaco).  
K. Monchnachka: *La estructura geológica del yacimiento polimetálico de Kowarach (Baja Silesia).*
- ZESZYTY NAUKOWE. Publ. por la Academia de Minería y Metalurgia de Cracovia.  
Num. 80 (en polaco).  
A. Czaplinski: *Relaciones entre la cuantía de dióxido de carbono adsorbido en carbones a presiones elevadas y el cambio de volúmenes de dichos carbones.*  
Num. 83, 1966 (en polaco).  
L. Kruszecki: *El problema de los sistemas de cadena cortadora.*  
Num. 84, 1966 (en polaco).  
A. Klimch.: *Problemas dinámicos y cinemáticos de los nuevos tipos de paracaídas para jaulas en el período de caída libre de una cuba.*  
Num. 91, 1966 (en polaco).  
J. Slobodzinski: *Mejora máxima de parámetros en la pega de barrenos en el laboreo a cielo abierto*

### Publicaciones portuguesas

- REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA. Publ. por la Universidad de Oporto.  
Vol. XXXII, núm. 1, enero-julio 1967.  
A. de Moraes Cerveira: *O aproveitamento dos valores minerais de Portugal Continental.*

### Publicaciones soviéticas

- REFERATIVNIY JURNAL. Publ. por el Instituto de Información Científica y Técnica, Moscú.  
Geología. A. Geología General.  
Núms. 7, 8, 9, 10 y 11 de 1967 (en ruso).  
Geología. B. Geoquímica. Mineralogía. Petrografía.  
Núms. 5, 6, 7, 8, 9, 10 de 1967 (en ruso).
- GORNUIY JURNAL. Publ. por el Ministerio de Siderurgia y Metalurgia de la U. R. S. S.  
Moscú.  
Año 1966, núms. 1 a 12 (en ruso).  
Se ha recibido la colección completa de dicho año, no pudiendo publicar el detalle de la misma por su excesivo volumen.

- GEOLOGIYA RUDNICI I MESTOROZHDENIY.** Publ. por la Academia de Ciencias de la U. R. S. S., Moscú.  
Tomo IX, num. 5, 1967 (en ruso).  
V. I. Smirnov: *Yacimientos metálicos de la U. R. S. S. durante cincuenta años de gobierno soviético.*  
P. M. Tatarinov: *Desarrollo del estudio de yacimientos de minerales no metálicos en la U. R. S. S. durante cincuenta años.*  
I. G. Magakyan: *Ensayo de clasificación de las formaciones metalogénicas de la U. R. S. S.*  
L. N. Ovchinnikov: *Mecanismo y fundamentos termodinámicos de la formación de menas de origen magmático.*  
A. I. Ginzburg: *Algunos problemas de formación de yacimientos endógenos de metales raros.*  
V. A. Zharikov: *Características ácido-básicas de minerales.*  
A. S. Gudkov: *Cuarzo piezo-óptico: condiciones de cristalización y clasificación industrial-genética de sus yacimientos.*  
L. V. Fauson: *Problemas geoquímicos de estructuras que contienen menas.*  
G. N. Chtcherba: *Yacimientos del tipo de Atasu.*  
G. A. Tvalchrelidze: *Principales características metalogénicas de geosinclinales basaltoides y granitoides.*  
D. G. Sapozhnikov: *Desarrollo de las ideas fundamentales sobre yacimientos sedimentarios y residuales en la U. R. S. S. durante cincuenta años.*

### Publicaciones brasileñas

- REVISTA DO INSTITUTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO.** Publ. por el Instituto Geográfico y Geológico, Sao Paulo-Brasil.  
Vol. XVII, num. único, 1964/1965.  
J. Felcissimo: *Oliviana como minério de magnésio e de compostos de magnésio, refratário, fundente e areia de fundição.*  
J. Setzer: *Significação hidrológica das «fracturas fotogeológicas».*  
J. Felcissimo: *Fertilizantes minerais.*
- BOLETIM DO INSTITUTO DE GEOLOGIA.** Publ. por la Escola Federal de Minas de Ouro Preto (Brasil).  
Vol. I, num. 2, septiembre 1966.  
R. Nogueira Cardoso: *Conchostracos do grupo Bahia.*  
A. L. Miranda Barbosa: *Síntese da evolução geotectónica da América do Sul.*

### Publicaciones canadienses

- PAPER.** Publ. por el Geological Survey of Canada Department of Energy, Mines and Resources.  
Num. 65-38, 1967.  
J. I. Marlowe: *The geology of part of the continental slope near Sable Island, Nova Scotia.*  
Num. 66-16, 1967.  
E. W. Mountjoy: *Upper cretaceous and Tertiary stratigraphy, Northern Yukon territory and Northwestern district of Mackenzie.*

- Núm. 66-39, 1967.  
A. W. Norris: *Descriptions of Devonian sections in Northern Yukon territory and Northwestern district of Mackenzie (106 F, G, 107 C, 116 F, G, H, J and P).*  
Núm. 66-50, 1967.  
J. A. Jelezky: *Jurassic and (?) Triassic rocks of the Eastern slope of Richardson Mountains, Northwestern district of Mackenzie, 106 B and 107 B.*  
Núm. 67-6, 1967.  
M. J. Frarey: *Three new Huronian formational names.*  
Núm. 67-15, 1967.  
J. L. Jambor y R. R. Potter: *Rubidium-bearing dykes, Gods River area, Manitoba.*  
Núm. 67-24, 1967.  
R. L. Christie: *Stratigraphic sections of paleozoic rocks on Prince of Wales and Somerset Islands, district of Franklin, Northwest territories*  
Núm. 67-25, 1967.  
A. J. Boucot, L. M. Cumming y H. Jaeger: *Contributions to the age of the Gaspé sandstone and Gaspé limestone.*  
Núm. 67-37, 1967.  
S. Abbey: *Analysis of rocks and minerals by atomic absorption spectroscopy. Part 1. Determination of magnesium, lithium, zinc and iron.*  
Núm. 67-39, 1967.  
A. Larochelle: *1. Palaeomagnetic directions of a basic sill in Prince Edward Island. 2. Preliminary data on the palaeomagnetism of the North Mountain basalt, Nova Scotia.*

### Publicaciones estadounidenses

- REPORT OF INVESTIGATIONS.** Publ. por el Bureau of Mines, Department of the Interior, Washington.  
Num. 6.859, 1967.  
A. A. Cochran y W. L. Falke: *A one step operation for recovery of manganese as chloride from ores and slags.*  
Núm. 6.908, 1967.  
M. Wentraub, A. A. Orning y C. H. Schwartz: *Experimental studies of incineration in a cylindrical combustion chamber.*  
Núm. 6.912, 1967.  
R. J. Heemstra y R. E. Johansen: *The application of an improved continuous electrophoresis apparatus to the study of petroleum*  
Núm. 6.913, 1967.  
R. E. Giffin y R. L. Marovelli: *Dielectric constants and dissipation factors for six rock types between 20 and 100 megahertz.*  
Núm. 6.914, 1967.  
T. E. Hill y W. A. Calhoun: *Processing of high iron Arkansas bauxite ores.*  
Núm. 6.915, 1967.  
F. W. Hoertel y J. G. Donaldson: *Rhenium and rhenium tungsten deposition by thermochemical reduction of the hexafluorides.—A preliminary study.*  
Núm. 6.916, 1967.  
J. S. Berber, R. L. Rice, A. L. Hise y H. W. Wainwright: *Phthalic and maleic anhydrides from low temperature lignite tar.*  
Núm. 6.917, 1967.  
L. A. Schrider, J. R. Duda y H. R. Johnson: *Theoretical and field waterflood performance, Kane Sand, Kane oilfield, Elk County, P. A.*

- Núm. 6.918, 1967.  
W. P. Haynes y H. B. Neilyson: *Evaluation of a battery-powered vehicle.*
- Núm. 6.919, 1967.  
G. S. Koch y R. F. Link: *Geometry of metal distribution in five veins of the Fresnillo Mine, Zacatecas, Mexico.*
- Núm. 6.920, 1967.  
J. S. Robert, W. Cargill, D. C. Strimbeck, W. M. Nabors y J. P. Mc Gee: *Bureau of Mines coal-fired gas turbine research project.*
- Núm. 6.922, 1967.  
D. E. Nicholson y W. R. Wayman: *Vibratory compaction of mine hydraulic backfill.*
- Núm. 6.923, 1967.  
J. W. Rown, W. A. Stickney y G. T. Engel: *Recrystallization of chrome spinel.*
- Núm. 6.924, 1967.  
R. E. Barieau: *Equations for calculating the thermodynamic properties of fluids, including those in the two-phase region, from an empirical equation of state.*
- Núm. 6.925, 1967.  
T. E. Gardner y A. R. Taylor: *Low-temperature thermodynamic properties of hydrates of the beryllium sulfate.*
- Núm. 6.926, 1967.  
J. D. F. Champlin, R. D. Thomas y A. D. Brownlow: *Laboratory testing and evaluation of porous permeable rock for nuclear waste disposal.*
- Núm. 6.927, 1967.  
F. A. Peters, P. W. Johnson, J. J. Henn y R. C. Kirby: *Methods for producing alumina from clay. An evaluation of a lime-soda sinter process.*
- Núm. 6.929, 1967.  
D. R. Mathews, y H. G. Iverson: *Properties of vanadium-base tungsten and chromium alloys.*
- Núm. 6.930, 1967.  
J. W. Town, C. W. Clark, C. W. Sanders y E. E. Sullivan: *Batch and continuous circuit beneficiation of western phosphate ores.*
- Núm. 6.931, 1967.  
J. M. Singer, E. B. Cook y J. Gruner: *Equivalences and lower ignition limits of coal dust and methane mixtures.*
- Núm. 6.932, 1967.  
R. C. Hickman y V. J. Lynch: *Chattanooga shale investigations.*
- Núm. 6.933, 1967.  
S. G. Ampian: *Lime soda sinter process. Correlation of reaction products with extractability of alumina from anorthosite.*
- Núm. 6.934, 1967.  
J. S. Coffman y A. L. Service: *An evaluation of the western phosphate industry and its resources.*
- Núm. 6.935, 1967.  
A. L. Service y N. S. Peersen: *An evaluation of the western phosphate industry and its resources. 4 Wyoming and Utah.*
- Núm. 6.936, 1967.  
L. Stroud, I. O. Meyer y D. E. Emerson: *Isotopic abundance on neon, argon, and nitrogen in natural gases. Relationship to helium genesis.*
- Núm. 6.937, 1967.  
A. J. Mathias: *A mine production scheduling model and critical path analysis of mine development work for long range mine planning.*

- Núm. 6.938, 1967.  
Ch. B. Kenahan, D. Schlain y E. Chun: *Effects of ultrasonics on electrodeposition of copper alloys from cyanide electrolytes.*
- Núm. 6.939, 1967.  
H. E. Blake, O. C. Fursmann, A. D. Fugate y L. H. Banning: *Adaptation of the Pedersen process to the ferruginous bauxites of the Pacific Northwest.*
- Núm. 6.940, 1967.  
R. F. Waters y H. Kenworthy: *Extraction of germanium and gallium from coal fly ash and phosphorus furnace flue dust.*
- Núm. 6.941, 1967.  
E. S. Karn y R. B. Anderson: *Kinetics of gas synthesis using recycle systems.*
- Núm. 6.942, 1967.  
G. G. Campbell, E. L. Burwell, T. E. Sterner y L. L. Core: *Underground combustion oil-recovery experiments in the Venango Second Sand, Reno Pool, Venango County, PA.*
- Núm. 6.943, 1967.  
J. R. Willian, K. Overbey y H. K. Johnson: *Predicted oil recovery by waterflood and gas drive, Bradford Third and Sartwell Sand, Sartwell oilfield, Mc Kean County, PA.*
- Núm. 6.944, 1967.  
W. A. Calhoun y T. E. Hill: *Metallurgical testing of Hawaiian ferruginous bauxites.—Concluding report.*
- Núm. 6.945, 1967.  
A. F. Baker, W. S. Sanner, R. F. Tenney y J. W. Eckerd: *Experimental study of pressure drop across fixed beds of anthracite briquets and blast furnace materials.*
- Núm. 6.946, 1967.  
D. A. Elkins, P. L. Placek y K. C. Dean: *An economic and technical evaluation of magnesium production methods. 2. Carbothermic.*
- Núm. 6.947, 1967.  
R. L. Grant, N. E. Hanna y R. W. Van Dolah: *New gap-sensitivity methods for explosives.*
- Núm. 6.948, 1967.  
W. S. Landers, M. Gómez y Ch. Boley: *Coking properties of selected Utah coals and blends.*
- Núm. 6.949, 1967.  
R. A. Guereca, H. P. Richardson, J. L. Gordy y J. E. Miller: *Concerning physical parameters for use in an absolute gas viscosimeter.*
- Núm. 6.950, 1967.  
R. E. Barieau: *Thermodynamic properties of a Van der Waals fluid in the two-phase region.*
- Núm. 6.951, 1967.  
T. Kessler, R. A. Friedel y A. G. Sharkey: *Spark source mass spectra of several aromatic hydrocarbons using a spinning electrode.*
- Núm. 6.952, 1967.  
O. Ferichow y W. G. Larson: *Pendulum sclerometer for surface hardness studies.*
- Núm. 6.953, 1967.  
W. N. Eddy, J. S. Browning, y J. E. Hardemon: *Selective flotation of a fluor spar ore from Illinois.*
- Núm. 6.954, 1967.  
J. M. Singer, N. E. Hanna, R. W. Van Dolah y J. Gruner: *Reduction of incendivity of hot gases to methane and coal dust by sodium chloride and sodium nitrate.*
- Núm. 6.955, 1967.  
S. W. Hazen: *Assigning an area of influence for an assay obtained in mine sampling.*

- Núm. 6.956, 1967.  
L. A. Neumeier y J. L. Holman: *The tungsten-cobalt system for compositions to 85 atomic percent cobalt.*
- Núm. 6.957, 1967.  
E. Morrice y T. A. Henrie: *Electrowinning high-purity neodymium, praseodymium, and didymium metals from their oxides.*
- Núm. 6.959, 1967.  
A. G. Collins, W. P. Zalinski y C. A. Pearson: *Bromide and iodide in oilfield brines in some Tertiary and Cretaceous formations in Mississippi and Alabama.*
- Núm. 6.960, 1967.  
G. L. Gates y W. H. Caraway: *Deposition of barium sulfate from sea water in oil-well rotary pumps.*
- Núm. 6.961, 1967.  
Ch. S. Allbright, F. G. Schawartz y C. C. Ward: *Hydrogenation studies of distillate fuels.*
- Num. 6.962, 1967.  
E. G. King, R. Barany, W. W. Weller y L. B. Pankrotz: *Thermodynamic properties of forsterite and serpentine.*
- Núm. 6.963, 1967.  
A. R. Miller, A. E. Schwaneke y J. W. Jensen: *Tests for tin-lead solders and solder joints*
- Num. 6.964, 1967.  
H. R. Babitzke y H. Kato: *Columbium and tantalum alloy development.*
- Núm. 6.965, 1967.  
R. M. Becker y A. E. Hooker: *Some anisotropic considerations in rock stress determinations*
- Num. 6.966, 1967.  
G. E. Fish: *Clinton hematitic sandstone deposits, Butt Mountain area, Giles County, Va.*
- Num. 6.967, 1967.  
H. M. Harris, J. E. Kelley, P. H. Sunset y H. J. Kelly: *Hot rolling of oxide-glass compositions.*
- Núm. 6.968, 1967.  
J. L. Henry, D. L. Paulson, R. Wickensderfer y H. J. Kelly: *Phase relations in the uranium monocarbide region of the system uranium-carbon-oxygen at 1,700° C.*
- Núm. 6.969, 1967.  
R. B. Toppin y J. S. Browning: *Heat y liquid cyclone concentration of minerals. I. A study of liquid cyclone variables influencing the concentration of minerals.*
- Núm. 6.790, 1967.  
R. Topkins, R. W. Higgins, H. J. Coleman, C. J. Thompson y H. T. Rall: *Synthesis of...*
1967.  
A. Zona, J. L. Gilley y R. H. Otto: *Investigation of stress distributions in pillars.*
37.  
R. Cotton y L. A. Sullivan: *An electrolytic process for producing ductile...*
- Shultz y J. A. Gaenzen: *Chloroform extractions of coals and*

- Num. 6.974, 1967.  
J. F. Shultz, F. S. Karn y R. B. Anderson: *Noble metals, molybdenum, and tungsten in hydrocarbon synthesis.*
- Núm. 6.976, 1967.  
R. T. Sorensen y D. W. Frommer: *Laboratory and pilot plant development of flotation procedures for fine-grained hematitic ores of Marquette range.*
- Núm. 6.977, 1967.  
R. J. Leary y P. L. Woolf: *Blast furnace operation with natural gas injection and oxygen-enriched blast.*
- Num. 6.980, 1967.  
E. A. Curb: *Relative pressure changes in coal pillars during extraction.*
- Núm. 6.982, 1967.  
W. H. Eddy, J. S. Browning y J. E. Hardemon: *Continuous flotation of fluor spar from a calcareous Illinois ore.*
- Núm. 6.985, 1967.  
J. B. Zink, W. D. Washington y M. J. Peterson: *Spectrochemical analysis of coal ash.*
- Núm. 6.987, 1967.  
M. Deul y E. A. Minok: *Mine water research. Neutralization.*
- Num. 6.989, 1967.  
W. S. Samner: *Preparation characteristics of Pennsylvania anthracite from the Bottom Red Ash bed, Northern field.*
- Num. 7.021, 1967.  
D. Bienstock, J. H. Field y J. G. Myers: *Process development in removing sulfur dioxide from hot flue gases. 3. Pilot plant study of the alkalinized ammonia system for SO<sub>2</sub> removal.*
- GEOTIMES. Publ. por el American Geological Institute, Washington.  
Vol. 12, num. 5, mayo junio, 1967.  
R. J. Anderson: *Geologists at work in Indonesia.*  
C. H. K. Schenck: *Teaching with see yourself television.*  
B. W. Beebe: *Quests for unity in the geological sciences.*  
Vol. 12, num. 6, julio agosto, 1967.  
H. Belyea y E. W. Best: *Calgary - its geologic setting.*  
G. L. Jepsen: *Notable geobiologic moments.*  
D. M. Earthquakes, Denver and elsewhere.  
B. W. Beebe: *Quest for unity in the geological sciences.*
- THE AMERICAN MINERALOGIST. Publ. por la Mineralogical Society of America.  
Vol. 52, Nums. 3-4, marzo abril, 1967.  
B. Masson: *Extraterrestrial mineralogy.*  
C. S. Hurlbut y L. F. Arisstarov: *Rivadavite, Na<sub>5</sub>MgB<sub>24</sub>O<sub>40</sub>·22H<sub>2</sub>O, a new borate from Argentina.*  
A. Pabst, E. B. Gross y J. T. Alford: *Rosenhahnite, a new hydrous calcium silicate, from Mendocino County, California.*  
W. C. Leslie, C. W. Haworth, J. A. Gula y A. A. Hendrickson: *Diffusion of copper in native copper-silver shaftbreeds\**  
G. S. Gibbons: *Optical anisotropy in pyrite.*  
F. N. Blanchard: *Thermoluminescence of synthetic fluorite.*  
E. F. Farrell y R. E. Newnham: *Electronic and vibrational absorption spectra.*  
D. B. Stewart y D. von Lumbach: *Thermal expansion of low and high albite.*  
D. W. Raabon:  *axial angle determinations in Orville's microcline low albite solid solution series.*

- P. L. C. Grubb: *Solid solution relationships between zirconite and scheelite.*  
 L. L. Y. Chang: *Solid solutions of scheelite with other  $R_nWO_4$ -type tungstates.*  
 M. G. Best y E. L. P. Mercy: *Composition and crystallinity of mafic minerals in the Guadalupe igneous complex, California.*  
 K. L. Williams: *Electron probe microanalysis of sphalerite.*  
 O. D. Hermes y P. C. Ragland: *Quantitative chemical analysis of minerals in thin-section with the X-ray microprobe.*  
 A. M. Langer y P. F. Kerr: *Evaluation of kaolinite and quartz differential thermal curves with a new high temperature cell.*  
 Vol. 52, Núms. 5 y 6, mayo-junio, 1967.  
 J. Murdoch y T. A. Geiseman: *Pendletonite, a new hydrocarbon mineral from California*  
 C. Frondel: *Foltzite*  
 E-an Zen: *Mixed-layer minerals as one-dimensional crystals.*  
 R. C. Reynolds: *Interstratified clay systems: Calculation of the total one dimensional diffraction function.*  
 R. A. Eggleston y S. W. Bailey: *Structural aspects of dioctahedral chlorite.*  
 K. Wada: *A structural scheme of soil allophane.*  
 R. L. Freed y D. R. Peacor: *Refinement of the crystal structure of johannsenite.*  
 R. Breet: *Metallic spherules in impactite and tektite glasses.*  
 Ch. M. Taylor y A. S. Radtke: *New occurrence and data of noñanite.*  
 E. M. Flanigen, D. W. Breck, N. R. Numbach y A. M. Taylor: *Characteristics of synthetic emeralds.*  
 J. Ito y C. Frondel: *Synthetic zirconium and titanium garnets.*  
 A. C. Vlisidis y W. T. Schaller: *The formula of shattuckite.*  
 P. E. Rosenberg: *Subsolidus reactions in the system  $CaCO_3$ - $MgCO_3$ - $FeCO_3$  between 530° and 550° C.*  
 A. Muan: *Determination of thermodynamic properties of silicates from locations of conjugation lines in ternary systems.*  
 B. R. Doe y R. I. Filling: *The distribution of lead between coexisting K-feldspar and plagioclase.*  
 E. W. Hemmich y D. H. Dahrem: *Carbonatites and alkalic rocks of the Arkansas River area, Fremont County, Colorado. 1. The Pinon Peak breccia pipes.*  
 K. G. Snetsinger: *Accessory minerals in some Sierra Nevada granitic rocks as a function of calcium content.*  
 D. T. Maxwell y J. Hower: *High-grade diagenesis and low-grade metamorphism of illite in the Precambrian Belt Series.*

ECONOMIC GEOLOGY. Publ. por la Economic Geology Publishing Company, Lancaster.

- Vol. 62, núm. 3, mayo 1967.  
 A. R. Philpotts: *Origin of certain iron-titanium oxide and apatite rocks.*  
 B. J. Skinner, D. E. White, H. J. Rose y R. E. Mays: *Sulfides associated with the Salton Sea geothermal brine.*  
 P. R. Buseck: *Contact metasomatism and ore deposition: Tem Piate, Nevada.*  
 R. Brett y G. Kullerud: *The Fe-Pb-S system.*  
 E. Gillerman: *Structural Framework and character of mineralization, Burro Mountains New Mexico.*  
 E. A. Brecke: *Sulfide and sulfur occurrences of the Illinois-Kentucky fluorspar district.*  
 J. Kutina, J. Pokorný y M. Veselá: *Empirical prospecting net based on the regularity distribution of ore veins with application to the Jihlava mining district, Czechoslovakia.*

- E. F. Cruft y D. L. Giles: *Direct reading emission spectrometry as a geochemical tool.*  
 H. V. Eales: *Reflectivity of gold and gold-silver alloys.*

TULANE STUDIES IN GEOLOGY. Publ. por Tulane University of Louisiana, Nueva Orleans.

- Vol. 5, núm. 2, julio, 1967.  
 W. G. Weaver: *A re-evaluation of fossil turtles of the Chrysemys Scripta group.*  
 M. G. Mackenzie: *Environments of deposition on an offshore barrier sand bar, Moriches Inlet, Long Island, New York.*  
 E. H. Vokes: *Observations on Murex messorius and Murex tryoni, with the description of two species of Murex.*  
 E. H. Vokes: *The genus Vitularia (Mollusca: gastropoda) discovered in the Miocene of Southern Florida.*

BULLETIN. Publ. por el Oklahoma Geological Survey, Norman.

- Núm. 111, 1967.  
 M. C. Oakes y T. Koonitz: *Geology and petroleum of McIntosh county.*

GEOGRAPHICAL REVIEW. Publ. por la American Geographical Society, Nueva York.

- Vol. LVII, núm. 3, julio 1967.

GEOPHYSICS. Publ. por la Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma.

- Vol. XXXIII, núm. 3, junio, 1967.  
 E. A. Robinson: *Predictive decomposition of time series with application to seismic exploration.*  
 S. M. Simpson: *Traveling signal-to-noise ratio and signal power estimates.*  
 S. M. Simpson, D. Fink y S. Treijfel: *Mozcount averaging experiment.*  
 Vol. XXXIII, núm. 4, agosto, 1967.  
 P. C. Badgley, L. Childs y W. L. Vest: *The application of remote sensing instruments in earth resource surveys.*  
 M. R. Foster y X. J. Guinzy: *The coefficient of coherence: Its estimation and use in geophysical data processing.*  
 T. E. Potter y R. B. Roden: *Seismic noise estimation using horizontal components.*  
 W. H. Kim y C. Kisslinger: *Model investigation of explosions in prestressed media.*  
 A. K. Simba y P. K. Bhattacharya: *Electric dipole over an anisotropic and inhomogeneous earth.*  
 D. P. O'Brien y H. F. Morrison: *Electromagnetic fields in an N-layer anisotropic half-space.*  
 M. L. Richards, V. Vacquier y G. D. Van Vochbis: *Calculation of the magnetization of uplifts from combining topographic and magnetic surveys.*  
 M. K. Paul: *A method of computing residual anomalies from Bouguer gravity map by applying relaxation technique*  
 W. H. Diment: *Thermal regime of a large diameter borehole: Instability of the water column and comparison of air and water-filled conditions.*  
 P. E. Gretener: *On the thermal instability of large diameter wells.*  
 W. T. Ford: *Applications of Green's theorem in two dimensional filtering.*

ABSTRACTS OF NORTH AMERICAN GEOLOGY. Publ. por el Geological Survey, Washington.

- Octubre, 1966.  
 Diciembre, 1966.  
 Enero, 1967.

## GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el Geological Survey, Washington.

Nums. 216-227, 1965.

Núm. 240, enero, 1967.

Num. 241, febrero, 1967.

Núm. 242, marzo, 1967.

## BULLETIN OF THE SEISMOGRAPHIC STATIONS. Publ. por la Universidad de California, Berkeley.

Vol. 34, núm. 2, 1966.

Vol. 34, núm. 3, 1966.

Vol. 34, núm. 4, 1967.

## BREVIOIRA. Publ. por el Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachusetts.

Núm. 248, julio, 1966.

B. Kummel: *A Triassic Ammonite from the Hindubagh region, Baluchistan, West Pakistan.*

Núm. 251, noviembre, 1966.

J. F. Bonaparte: *Chronological survey of the tetrapod-bearing Triassic of Argentina.*

Num. 252, Noviembre 1966.

A. S. Rome y J. A. Jensen: *The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna. II. Sketch of the geology of the Rio Chañares-Rio Guaito region.*

Num. 255, diciembre, 1966.

V. J. Maghe: *A revision of the fossil selenodont artiodactyls from the Middle Miocene Thomas Farm, Gilchrist county, Florida.*

Num. 257, febrero, 1967.

R. C. Wood: *A review of the Clark Fork vertebrate fauna.*

## REPORT OF INVESTIGATIONS. Publ. por Illinois State Geological Survey, Urbana, Illinois.

Num. 220, 1966.

O. W. Rees: *Chemistry, uses, and limitations of coal analyses.*

## CIRCULAR. Publ. por Illinois State Geological Survey, Urbana, Illinois.

Num. 399, 1966.

R. E. Hunter: *Sand and gravel resources of Tazewell county, Illinois.*

Núm. 401, 1966.

J. A. Linebak: *Deep-water sediments adjacent to the borden siltstone (Mississippian) delta in Southern Illinois.*

Núm. 402, 1966.

R. E. Hunter: *Heavy minerals in sands along the Wabash river.*

Num. 403, 1966.

G. H. Emrich: *Ironton and Galesville (Cambrian) sandstones in Illinois and adjacent areas.*

Núm. 404, 1966.

R. D. Harvey: *Electron microscope study of microtexture and grain surfaces in limestone.*

Núm. 405, 1966.

J. S. Hosking, W. A. White y W. E. Farham: *Long-term dimensional changes in Illinois bricks and clay products.*

Núm. 406, 1966.

G. M. Hughes, P. Kraatz y R. A. Landon: *Bedrock aquifers of Northeastern Illinois.*

Num. 407, 1966.

W. L. Busch: *Mineral production in Illinois in 1965 and summary of Illinois mineral production by commodities, 1941-1965.*

Num. 408, 1966.

D. L. Graf, C. R. Blyth y R. S. Stemler: *One-dimensional disorder in carbonates.*

## BULLETIN. Publ. por el State Geological Survey of Kansas, Lawrence, Kansas.

Num. 185, 1967.

D. L. Beene y M. O. Ores: *Oil and gas developments in Kansas during 1965.*

## PUBLICATIONS IN GEOLOGICAL SCIENCES. Publ. por University of California Press, Berkeley y Los Angeles.

Vol. 63, 1966

N. Gary y G. D. Webster: *New Permian crinoid fauna from Southern Nevada.*

Vol. 64, 1967.

R. H. Teodford: *The fossil Macropodidae from Lake Menindee, New South Wales.*

## PROFESSIONAL PAPER. Publ. por el Geological Survey, Washington.

Num. 574-A, 1967.

A. E. Miesch: *Theory of error in geochemical data.*

Num. 574-B, 1967.

A. E. Miesch: *Methods of computation for estimating geochemical abundance.*

## INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Publ. por Conover-Mast.

Num. 66, junio, 1967.

S. Mandel: *Underground water.*

## AIRE COMPRIMIDO. Publ. por Compressed Air Magazine Company, New Jersey.

Vol. 3, núm. 3, mayo-junio, 1967.

R. L. Mosey: *Aprovechamiento de la energía geotérmica.*

R. Dymont: *Revestimiento vertical de tuberías.*

E. J. Watson: *Propiciando deslizamientos de nieve mediante disparos.*

## CONTRIBUTION OF THE CENTER FOR METEORITE STUDIES. Publ. por la Universidad Estatal de Arizona, Tempe.

W. K. Hartman: *Terrestrial and lunar flux of large meteorite through solar system history.*

P. B. Buseck y K. Keil: *Meteoritic rutile.*

H. V. Winchell: *A meteoric career.*

C. B. Moore y G. Gruenhagen: *The Anoka, Minnesota, iron meteorite.*

B. Moore y Ch. F. Lewis: *Total carbon content of ordinary chondrites.*

P. T. Buseck y C. B. Moore: *A coarse octahedrite from Bloody basin, Arizona.*

H. B. Willk: *On the genetic relationship between meteorites.*

## COMPUTER CONTRIBUTION. Publ. por el State Geological Survey, University of Kansas, Lawrence.

Num. 12, 1967.

Computer applications in the Earth sciences: Colloquium on trend analysis.



### Publicaciones africanas

PAPER. Publ. por el Geological Survey and Mineral Research Department, Ministry of Industry, El Cairo, Republica Arabe Unida.

Núm. 9, 1966.

M. K. Akaad y M. F. El-Ramly: *Geological history and classification of the basement rocks of the central-eastern Desert of Egypt.*

Núm. 10, 1966.

G. A. Mustafa: *Aerial photographs and geological interpretation in United Arab Republic. (Southern Region).*

Núm. 11, 1967.

M. E. Hilmy y G. A. Mousafa: *Muscovite occurrence in Kod Umm El-Farag pegmatite, South-Eastern Desert, Egypt (U. A. R.).*

M. H. Hermuna, M. G. Ghobrial y B. Issawi: *The geology of the Dakhla area.*

### Publicaciones australianas

UNIVERSITY OF QUEENSLAND PAPERS. Publ. por la University of Queensland Press, St. Lucia.

Vol. VI, núm. 4, abril, 1967.

O. A. Jones y N. C. Stevens: *Notes on the geology of the University of Queensland experimental mine.*

### Publicaciones japonesas

THE SCIENCE REPORTS. Publ. por la Universidad de Tohoku, Sendai, Japan.

Vol. X, núm. 1, marzo 1967.

K. Sasaki y N. Ushijima: *Sedimentation of graded sandstones in the Shiiya and Nishiyama formations, Higashiyama oil belt, Niigata Prefecture, Japan.*

H. Komno: *On the relation between colors and trace elements of smoky quartz and amethyst (II).*

M. Akizuki: *Electron microscope observations of galena from Takahi mine and Hosokura mine.*

M. Akizuki: *Electron microscope observations of liquid inclusions in fluorite from some Mississippian Valley-type deposits of America.*

Y. Kawano y Y. Ueda: *K-A dating on the igneous rocks in Japan (V). Granitic rocks in Southwestern Japan.*

Y. Kawano y Y. Ueda: *K-A dating on the igneous rocks in Japan (VI). Granitic rocks summary.*

H. Onuki: *Significance of molecular formulas in metamorphic hornblendes with relation to P-T conditions.*

T. Yamazaki: *Petrology of the Koyama calc-alkaline intrusive complex, Yamaguchi Prefecture, Japan.*

T. Takenishi y H. Abe: *Alteration process of volcanic rocks under hydrothermal conditions.*

T. Suzuki: *Floatability of pyrite.*

H. Ueno: *Studies on the magnetic properties of the Kamaishi iron and copper ore deposits, North-Eastern Japan.*

REPORT OF IONOSPHERE AND SPACE RESEARCH IN JAPAN. Publ. por el Ionosphere Research Committee, Science Council of Japan, Ueno Park, Tokyo.

Vol. 21, núms. 1-2, 1967.

JOURNAL OF THE FACULTY OF SCIENCE, HOKKAIDO UNIVERSITY. Publ. por la Universidad de Hokkaido, Sapporo, Japan.

Serie IV. Geología y Mineralogía.

Vol. XIII, Núm. 4, abril 1967.

M. Minato y M. Kato: *On the coral genus Carinthiaphyllum Heritsch with a description of Carinthiaphyllum carnicum Heritsch from the Carnic Alps.*

M. Minato y C. L. Rowett: *New Paleozoic fossils from Southern Hokkaido, Japan.*

M. Minato y C. L. Rowett: *A new species of Yuanophyllum Yü from the Kitakami Mountains, Japan.*

M. Minato y C. L. Rowett: *On a new species of Wentzelophyllum Hudson from the Kitakami Mountains, Japan.*

M. Goto y M. J. Ridge: *Crystal growth of gypsum on its (010) cleaved surface.*

M. Minato y C. Rowett: *Discovery of the genus Aullina Smith in the Carboniferous of Japan.*

Y. Fujiwara: *Palaeomagnetism of Upper Carboniferous rocks in Akiyoshi Province, S. W. Honshu, Japan.*

M. Minato, K. Suyama, K. Hasegawa, A. Oya, Y. Takahashi, K. Nakagawa y N. Wada: *Absolute age of subsurface Late Quaternary deposits in the Niigata lowland.*

K. Hiyakata y K. Yagi: *Phase relations of Ca-Tschermak's molecule at high pressures and temperatures.*

S. Honjo y N. Minoura: *Calcium fluoride replacement technique: a new preparation technique for electron microscopic study of nanofossils.*

S. Honjo, N. Minoura y H. Okada: *Study of nanofossils by the Scanning electron microscope.*

Y. Katsui y H. R. Katz: *Lateral fissure eruptions in the Southern Andes of Chile.*

S. Uozumi: *On the Pliocene fossils from Tsugaru Strait, with special reference to post-Pliocene crustal movement.*

K. Yagi y K. Onuma: *CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>-CaTiAl<sub>2</sub>O<sub>6</sub> and its bearing on the Utanaugites.*

REPORT. Publ. por el Geological Survey of Japan, Hisamoto-chō, Kawasaki-shi.

Núm. 215, 1966.

A. Mizuno: *On the new Miocene unionids from the Sasebo coal field, Western Japan*

Núm. 216, 1966.

T. Komishi: *Hydrogeological study of the Yokote basin, Akita prefecture.*

SCIENCE REPORTS. Publ. por la Universidad de Tohoku, Sendai.

Serie geológica.

Vol. 38, núm. 1, 1966.

H. Noda: *The Cenozoic Arcidae of Japan.*

### Publicaciones neozelandesas

NEW ZEALAND JOURNAL OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS. Publ. por el Department of Scientific and Industrial Research, Wellington.

Vol. 10, núm. 2, mayo 1967.

H. S. Gar: *The geology from the Upper Rennick Glacier to the coast, Northern Victoria Land, Antarctica.*

G. R. Stevens: *Upper Jurassic fossils from Ellsworth Land, West Antarctica, and notes on Upper Jurassic biogeography of the South Pacific region.*

- J. D. Mc Crow: *Some surface features of Mc Murdo Sound region, Victoria Land, Antarctica.*
- R. G. Adamson y R. J. Cavaney: *Volcanic debris layers near Mount Melbourne, Northern Victoria Land, Antarctica.*
- S. Natban y F. J. Schulte: *Recent thermal and volcanic activity on Mount Melbourne, Northern Victoria Land, Antarctica.*
- F. G. Ugolini: *Soils of Mount Erebus, Antarctica.*
- P. J. Browne-Cooper, G. R. Small y R. W. Whitworth: *Probable local seismicity at Wilkes, Antarctica.*
- R. D. Turner: *A new species of fossil chlamys from Wright Valley, Mc Murdo Sound, Antarctica.*
- J. A. Townrow: *Fossil plants from Allan and Carapace Nunataks, and from the Upper Mill and Shackleton glaciers, Antarctica.*
- A. J. Heme: *The Mc Murdo ice shelf, Antarctica: a preliminary report.*
- F. F. Evison: *Note on the aseismicity of Antarctica.*
- G. F. Rsk y M. P. Hochstein: *Subsurface measurements on the Mc Murdo ice shelf, Antarctica.*
- J. D. Mc Crow: *Soils of Taylor valley, Victoria Land, Antarctica, with notes on soils from other localities in Victoria Land.*
- R. A. I. Bell: *Lake Miers, South Victoria Land, Antarctica.*
- G. W. Grindley: *The geomorphology of the Miller range, Transantarctic Mountains, with notes on the glacial history and neotectonics of East Antarctica.*
- J. Bradley y D. F. Palmer: *Ice-cored moraines and ice diapirs, Lake Miers, Victoria Land, Antarctica.*
- Vol. 10, núm. 3, agosto 1967.
- D. Kear y B. C. Waterhouse: *Onerahi chaos-breccia of Northland.*
- D. J. Young: *Lava deposits of the west coast of the south island, New Zealand.*
- J. B. Wright: *Heating experiments on New Zealand ironsands and the presence of pseudo braukite.*
- D. J. Young: *Oil-bearing Papanui coal measures near Keremuni, Greymouth coalfield.*
- A. J. Gow: *Petrographic studies of ironsands and associated sediments near Haepera, South Taranaki.*
- J. C. Schofield, con apéndices por P. E. Hyde, W. F. Ponder, H. R. Thompson y J. C. Schofield: *Sand movement at Mangatawhiri spit and Little Omaha bay.*
- N. E. Cohen, R. R. Brooks y R. D. Reeves: *The occurrence of beryllium in the Hawks Crig breccia of the Lower Buller George region of New Zealand.*
- X. N. Williams: *Geochemical prospecting for copper, nickel and zinc in the Longwood Range, Southland, New Zealand.*
- N. K. Williams: *Chemical variations in stream waters and sediments in the Moke Creek area, West Otago.*
- N. K. Williams: *Statistics in the interpretation of geochemical data.*
- N. K. Williams y B. L. Wood: *Geochemical prospecting for copper, West Otago.*
- D. G. Bishop: *The geology of the powerhouse access tunnel, West Arm, Manapouri.*
- J. Healy: *Recent erosion in Taupo Pumice, central north island, New Zealand.*
- B. L. Wood: *The copper deposits of Moke Creek, West Otago.*
- D. G. Bishop: *The structural geology of the Mount Burnett dolomite deposit, North-west Nelson.*

## M A P A S

### Mapas árabes

MAPAS GEOLÓGICOS DE ARABIA SAUDÍ.

Map. MI 1, 1966.

J. Mytton: *Geologic map of the Mimas quadrangle.*

MAP. MI 2, 1966.

J. Mytton: *Geologic map of the Khadrah quadrangle.*

MAP. MI 4, 1966.

J. Mytton: *Geologic map of the Al'urd quadrangle.*

### Mapas rumanos

MAPA GEOLÓGICO DE RUMANÍA. Escala 1:200.000. Publ. por el Instituto Geológico, Bucarest.

Núm. 3: Bara Mare.

Núm. 6: Suceava.

Núm. 15: Snicolau Mare.

Núm. 23: Jimbolia.

Núm. 40: Turnu-Severin.

Núm. 445: Calarasi.

Núm. 49: Giurgiu.

### Mapas estadounidenses

COORDINATOR FOR MAPS, Department of State, Washington, D. C. 20520.

Se han recibido varios de los estados siguientes:

Alabama, Arizona, Arizona-California, Arkansas, Arkansas-Missouri, Arkansas-Oklahoma, California, Colorado, Connecticut, Florida, Georgia, Georgia-South Carolina, Georgia-Alabama, Hawaii, Idaho, Idaho-Montana, Idaho-Wyoming, Illinois, Illinois-Indiana, Indiana, Indiana-Kentucky, Iowa, Kansas, Kentucky, Kentucky-Tennessee, Louisiana, Louisiana-Mississippi, Maine, Massachusetts, Massachusetts-New Hampshire, Michigan, Minnesota, Minnesota-Iowa, Mississippi, Mississippi-Tennessee, Missouri, Missouri-Oklahoma, Montana, Montana-Idaho, Montana-Wyoming, Nebraska, Nevada, New Mexico, New Mexico-Colorado, New York, New York-Ontario-Quebec, New York-Quebec, North Carolina, North Carolina-Tennessee, Ohio, Oklahoma, Oregon, Pennsylvania, South Carolina, South Dakota, South Dakota-North Dakota, Tennessee, Texas, Utah, Utah-Idaho, Utah-Wyoming, Virginia, Virginia-North Carolina, Virginia-West Virginia, Washington, West Virginia, Wisconsin, Wyoming, Wyoming-Colorado, Wyoming-Utah-Colorado.

GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS MAPS, Publ. por el Geological Survey, Washington.

Map. Gp-561.

J. R. Henderson, A. A. Stromquist y A. Jespersen: *Aeromagnetic map of parts of the Mother Lode gold and Sierra Foothills copper mining districts, California, and its geologic interpretation.*

Map. GP 563.

P. K. Sims y I. Zietz: *Aeromagnetic and inferred Precambrian paleogeologic map of East-central Minnesota and part of Wisconsin.*

## Map. GP-587.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Rockville quadrangle, Hartford and Tolland counties, Connecticut.*

## Map. GP-588.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Collinsville quadrangle, Litchfield and Hartford counties, Connecticut.*

## Map. GP-591.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the East Killingly quadrangle and part of the Oneco quadrangle, Connecticut and Rhode Island.*

## Map. GP-592.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Danielson quadrangle and part of the Plainfield quadrangle, Windham county, Connecticut.*

## Map. GP-593.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Hampton quadrangle and part of the Scotland quadrangle, Windham county, Connecticut.*

## Map. GP-594.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Avon quadrangle, Hartford county, Connecticut.*

## Map. GP-595.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Hartford North quadrangle, Hartford county, Connecticut.*

## Map. GP-596.

P. W. Philbin y C. W. Smith: *Aeromagnetic map of the Manchester quadrangle, Hartford and Tolland counties, Connecticut.*

## Map. GP-598.

*Aeromagnetic map of San Francisco Mountains and vicinity, Southwestern Utah.*

## Map. GP-599.

*Aeromagnetic map of the Pelkie quadrangle, Baraga and Houghton counties, Michigan.*

## Map. GP-600.

*Aeromagnetic map of the Perch Lake quadrangle, Houghton, Baraga, and Iron counties, Michigan.*

## Map. GP-601.

*Aeromagnetic map of the Sidnaw quadrangle, Houghton and Baraga counties, Michigan.*

## Map. GP-602.

*Aeromagnetic map of part of the Winona quadrangle, Ontonagon and Houghton counties, Michigan.*

## Map. GP-603.

*Aeromagnetic map of part of the Beechwood quadrangle, Michigan and Wisconsin.*

## Map. GP-604.

*Aeromagnetic map of the Kenton quadrangle, Gogebic, Ontonagon, Iron, and Houghton counties, Michigan.*

## Map. GP-605.

*Aeromagnetic map of Iron River and vicinity, Michigan and Wisconsin.*

## Map. GP-606.

*Aeromagnetic map of the Rousseau quadrangle, Ontonagon and Houghton counties, Michigan.*

## INDICE

	Págs.
Estudio geológico de los alrededores de Beceite (Teruel), por JUAN ROSELL SANUY y LUIS VÍA BOADA ... .. .	5
Estudio del yacimiento de fluorita «Mina Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona). VI. Mineralogénesis, por JOAQUÍN MONTORIOL-POUS y MANUEL FONT-ALTABA ... .. .	21
Descripción de algunos <i>Nummulites</i> afines al <i>N. perforatus</i> del Eoceno de Vic (Barcelona), por SALVADOR REGUANT y EDUARDO CLAVELL ... .. .	41
Datos petrológicos sobre diques ácidos de Besullo (Asturias), por OFELIA SUÁREZ MÉNDEZ ... .. .	57
Unidades paleogeográficas en el sector central de la zona Subbética, por V. GARCÍA-DUEÑAS ... .. .	73
Nuevas observaciones en las calizas triásicas de la ventana tectónica de Albuñol (zona Bética, provincia de Granada), por FLORENCIO ALDAYA ... .. .	101
Las resurgencias portadoras del material hidrológico al río Bayas (macizo del Gorbea, Vizcaya), por NÉSTOR DE GOICOECHEA Y GANDIAGA ... .. .	107
Sobre un tipo particular de extrusión: el relieve dolomítico de Montnegre (provincia de Alicante), por YVES CHAMPETIER ... .. .	151
Au sujet d'une note de J. T. C. Yen: <i>A Nolluscan fauna of the Wealden formation in Spain</i> , por DENISE MONGIN ... .. .	155
Noticias ... .. .	157
Información legislativa ... .. .	173
Notas bibliográficas ... .. .	183
Geología ... .. .	185
Geotectónica ... .. .	187
Prospección ... .. .	188
Sección informativa de revistas y mapas ... .. .	197

# LABORATORIO DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En el reciente desarrollo industrial español, tanto al productor de primeras materias, como al transformador y al utilizador de las mismas, se le plantean continuamente problemas en relación con la elección y utilización de los minerales y productos mineralúrgicos y metalúrgicos más adecuados para los fines que desea.

Los laboratorios del Instituto, con más de cien años de experiencia, ayudan a resolver cuantos problemas de minerales, productos metalúrgicos, materiales de construcción, combustibles, etc., se le presenten.

Los laboratorios en funcionamiento del Instituto Geológico y Minero de España, son los siguientes:

AGUAS SUBTERRANEAS	ANALISIS QUIMICO
COMBUSTIBLES Y TIERRAS CO- LOIDALES	DIFRACCION DE RAYOS X
ESPECTROQUIMICA	SEMICONDUCTORES
RADIOACTIVIDAD Y GEONU- CLEONICA	MACROPALEONTOLOGIA
METALOGENIA	MICROPALEONTOLOGIA
PETROLOGIA Y MICROSCOPIA	FOTOGEOLOGIA
PREPARACION MECANICA	MINERALOGIA
	FOTOGRAFIA TECNICA

Los asuntos relacionados con ellos, se pueden tratar directamente en la Sección de laboratorios del Instituto o por correspondencia.



Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

Tel. 253 46 05



	PÁGS.
Estudio geológico de los alrededores de Beceite (Teruel), por JUAN ROSELL SANUY y LUIS VÍA BOADA .....	5
Estudio del yacimiento de fluorita «Mina Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona). VI. Mineralogénesis, por JOAQUÍN MONTORIOL-POUS y MANUEL FONT-ALTABA ... ..	21
Descripción de algunos <i>Nummulites</i> afines al <i>N. perforatus</i> del Eoceno de Vic (Barcelona), por SALVADOR REGUANT y EDUARDO CLAVELL .....	41
Datos petrológicos sobre diques ácidos de Besullo (Asturias), por OFELIA SUÁREZ MÉNDEZ .....	57
Unidades paleogeográficas en el sector central de la zona Subbética, por V. GARCÍA-DUEÑAS .....	73
Nuevas observaciones en las calizas triásicas de la ventana tectónica de Albuñol (zona Bética, provincia de Granada), por FLORENCIO ALDAYA .....	101
Las resurgencias portadoras del material hidrológico al río Bayas (macizo del Gorbea, Vizcaya), por NÉSTOR DE GOICOECHEA y GANDIAGA .....	107
Sobre un tipo particular de extrusión: el relieve dolomítico de Montnegre (provincia de Alicante), por YVES CHAMPETIER .....	151
Au sujet d'une note de J. T. C. Yen: <i>A Nolluscan fauna of the Wealden formation in Spain</i> , por DENISE MONGIN .....	155
Noticias.....	157
Información legislativa .....	173
Notas bibliográficas .....	183
Sección informativa de revistas y mapas .....	197

Anticlinal de Paredes. Calizas Cenomanenses.  
 Km. 13,500 de la carretera Tarancón-Cuenca. Dirección N-NE.  
 (Foto Francisco Mingarro Martín)