

UNIVERSIDAD DE OVIEDO - FACULTAD DE CIENCIAS

TOMO IX

JULIO-DICIEMBRE 1958

NUMS. 3-4

SPELEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA
CARSTICA, ESPELEOLOGIA Y CUATERNARIO



INSTITUTO DE GEOLOGIA APLICADA
OVIEDO
1958

SUMARIO

Páginas

<i>N. Llopis Lladó</i> : Sobre el karst actual y fósil de la terminación oriental de la Sierra de Cuera y sus yacimientos de hierro y manganeso.....	3
<i>Joaquín Montoriol Pous y Luis Muntán Engberg</i> : Sobre la evolución del fondo de les Tarradelles (Nota complementaria).....	61
<i>Angel-Lagar M.</i> : <i>Duvalius Berthae</i> Jeann. (Col. Trechidae) y sus razas....	75

SECCION DE EXPLORACIONES

Murcia	81
--------------	----

CUATERNARIO

<i>Jean-Christian Spahni</i> : La cueva sepulcral neo eneolítica del Cerro de Castellón, en Campotéjar (Granada).....	85
<i>José Antonio Martínez</i> : Nociones generales sobre «Periglaciario».....	105
Bibliografía.....	129

NOTA.—Las opiniones y hechos consignados en los artículos de esta Revista son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los mismos.

FACULTAD DE CIENCIAS - UNIVERSIDAD DE OVIEDO

TOMO IX

JULIO-DICIEMBRE 1958

NUMS. 3-4

SPELEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA
CARSTICA, ESPELEOLOGIA Y CUATERNARIO



INSTITUTO DE GEOLOGIA APLICADA
OVIEDO
1958

INSTITUTO DE GEOLOGIA - UNIVERSIDAD DE OVIEDO

TOMO IV JULIO-DICIEMBRE 1958

SPELLEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA

CARACTERÍSTICAS, GEOLOGIA Y CUANTIFICACIÓN

Depósito Legal. O. 42.—1958



INSTITUTO DE GEOLOGIA, ATILGADA

OVIEDO

1958

Sobre el karst actual y fosil de la terminación oriental de la Sierra de Cuera y sus yacimientos de hierro y manganeso

POR

N. LLOPIS LLADÓ

INTRODUCCION

Lo morfología cárstica de la Sierra de Cuera, como contrafuerte septentrional del macizo de los Picos de Europa, ofrece un alto interés, tanto por su extensión y desarrollo, como por sus relaciones con los yacimientos minerales, especialmente de manganeso, que contiene y que están estrechamente relacionados con el desarrollo del Karst. Hace ya algunos años expusimos las características generales de este Karst (32) y destacamos su interés; años más tarde, en 1953 hicimos algunos estudios de detalle en la vertiente septentrional de Cuera, al S. de Llanes y se publicaron parte de los resultados obtenidos (17) quedando otros inéditos en preparación. Posteriormente hemos realizado algunos estudios de prospección geológica en la zona central de la serranía y finalmente otros algo más detallados en su terminación oriental en el valle del Deva (22). Todo ello nos

ha permitido obtener una idea general de la morfología cársica y de la estructura de esta zona, que desde este punto de vista es completamente desconocida, puesto que aunque toda la montaña de Cuera está incluída dentro de la Hoja N-32 del Mapa Geológico de España (25) los datos que en la misma se dan a este respecto son muy precarios.

Estas investigaciones, iniciadas en 1949 nos han conducido a obtener también conclusiones de interés acerca de la génesis de los yacimientos de manganeso que son relativamente abundantes a lo largo de toda la serranía.

En este trabajo expondremos sucesivamente los siguientes puntos:

1. Las características geológicas del extremo oriental de la Sierra de Cuera.
2. La morfología cársica actual.
3. Las formas cársicas fósiles.
4. Las características de los yacimientos de hierro y manganeso.
5. La evolución cársica en el tiempo.

Pero el principal objetivo del mismo lo constituye un ensayo de aplicación a la tópic mineral de las observaciones y conocimientos adquiridos sobre morfología cársica, pues en una región como Asturias, donde abundan los yacimientos minerales en la caliza de montaña, hasta el punto de ser llamada por Adaro (1) "caliza metalífera", muchos de ellos están relacionados con la evolución cársica y no es posible comprender su génesis, sus características y por lo tanto su posición exacta y su importancia industrial, desconociendo el Karst regional. Este ensayo de aplicación a la Minería, de la morfología cársica es indispensable en el reconocimiento de los yacimientos secundarios de manganeso de la Sierra de Cuera, estrechamente ligados al Karst actual y preactual de dicha serranía.

I.—LA SIERRA DE CUERA EN EL AMBITO MORFOLOGICO REGIONAL

Uno de los relieves asturianos más perfectamente delimitados es la Sierra de Cuera, por interponerse entre la depresión cantábrica y el valle del Cares y estar cortada transversalmente por el Sella y el Deva. Aún cuando en los mapas topográficos el nombre de Sierra de Cuera está circunscrito a la zona más elevada de la serranía, y aparezca delimitado por el Deva al E. y el pequeño valle del río Bedón por el W., en realidad los relieves de la Sierra de Cuera comienzan en el Sella, en Arriondas y mueren en el Deva junto a Narganes; pero esas serranías occidentales (Mofrecho, 891 m.; Hibeo, 867 m.) no tienen la recia compacidad topográfica, la gallardía, ni la altitud de las cumbres de Cuera, que alcanzan los 1.375 m. en Peña Turbina.

Una amplia depresión longitudinal, que en otra ocasión hemos denominado Depresión Prelitoral asturiana (32), separa estos relieves del macizo de los Picos de Europa; esta depresión conserva claras huellas de haber constituido una penillanura parcial en el sentido de Macar (23), desarrollada entre 520 y 600 m. de altitud; en efecto, multitud de cerros se enrasan a manera de "gipfelflur" a esta altura y algunos restos de superficies planas más o menos extensas se han conservado todavía (Las Caldasas, 612 m.) (Los Pontones, 555 m.) en los alrededores de Ortiguero. Esta penillanura fué bastante extensa, puesto que se desarrolló no sólo al pie meridional de la Sierra de Cuera, sino también por todo su reborde occidental desde el valle del Bedón y su afluente el Cuezco hasta el Sella; la mayoría de los relieves de esta zona están enrasados entre los 500 y 600 m., únicamente algunas serranías, como el Hibeo (867 m.) Benzúa (761 m.) Mofrecho (891 m.) se elevan por encima del nivel general, siendo los restos de otros relieves más antiguos, prolongación de la Sierra de Cuera.

Actualmente esta antigua penillanura ha sido excavada y

disecada por las redes hidrográficas del Güeña y del Caces, que corren a 400 m. por debajo del antiguo nivel de la depresión. Por esto daremos a este sector de la Depresión Prelitoral asturiana, el nombre de Depresión del Caces.

Al S. de esta depresión se levanta la ingente mole de los Picos de Europa, pero este macizo sólo tiene carácter juvenil en las vertientes del Cares, que son profundamente escarpadas y



Fig. 1.—Situación de la zona estudiada dentro del ámbito de la Península Ibérica

cortadas en espectaculares gargantas y en la zona de cumbres más elevadas (Peña Santa, 2.596 m.); entre estas abruptas laderas y la zona de cumbres, aparece una amplia superficie de 4 a 6 km. de anchura, que denominaremos Plataforma de Enol, que se eleva suavemente entre 1.000 y 1.400 m. de altitud, de tal modo que su borde septentrional domina en unos 400 m. la antigua penillanura parcial de la Depresión Prelitoral.

Esta superficie ha sido profundamente carstificada sobre todo a consecuencia de la nivación, pues su parte inferior (1.000 m.) constituye aproximadamente el límite inferior de las nieves que perduran durante cinco o seis meses del año. El lago Enol, es una entre las miles de dolinas (jous) que acribillan esta superficie.

De estas ligeras observaciones sobre el ámbito morfológico de la Sierra de Cuera, no es posible deducir si el límite entre la plataforma de 1.000-1.400 m. y las cumbres de Peña Santa es

una falla o un resalte de erosión; en el primer caso, dicha plataforma constituiría un resto de la penillanura alta de la Cordillera cantábrica (33) (37), hundida por la fractura y el macizo de Peña Santa, no sería sino un relieve modelado sobre el bloque elevado de la misma penillanura; en el segundo caso, se trataría de un relieve cíclico encajado, es decir, que ambas formas, plataforma y Peña Santa serían de edad distinta.

Tampoco sabemos si esta morfología se mantiene hacia el E., en los macizos central y oriental de los Picos, puesto que no hemos explorado estas zonas.

Las vertientes septentrionales de Cuera, ofrecen en apariencia, una mayor sencillez morfológica, puesto que caen, escarpadas sobre la amplia plataforma de Llanes; pero ya es sabido que en esta plataforma se reconocen una serie de formas planas escalonadas, las "sierras planas", cuyo origen ha suscitado tantas controversias. (10)

Así pues, desde la costa cantábrica hasta la divisoria asturleonera podremos reconocer a la altura de la Sierra de Cuera, de N. a S. las unidades morfológicas siguientes:

1. Litoral cantábrico.
2. Zona de plataformas costeras o "Sierras Planas", que comprende los niveles de 100-120 m., 60-70 m.
3. Sierra de Cuera, relieves juveniles carstificados, cuyas cumbres alcanzan 1.315 m. en el Pico Turbina.
4. Depresión del Caces entre 500-600 m.
5. Zona de vertientes juveniles y gargantas de la red del Caces.
6. Plataforma de Enol, desarrollada entre 1.000-1.400 m.
7. Zona de cumbres de Peña Santa que alcanza 2.596 m.

En realidad las cumbres de la Sierra de Cuera pueden derivar de la plataforma superior de los Picos, puesto que no sólo ésta alcanza los 1.400 m., altura superior a las más altas cumbres del Cuera, sino que dicha plataforma debió de prolongarse ha-

cia el N. y de ella han de derivar forzosamente los actuales relieves de este sector como pasa en el centro y occidente de Asturias (20). No obstante no hay que olvidar el papel que la tec-



Fig. 2.—Elementos morfológicos del Oriente de Asturias.—100 m. Rasa litoral (superficie de abrasión).—60-70 m. Penillanura parcial carsificada.—500-600 m. Penillanura parcial de la depresión del Carei.—1000-1400 m. Penillanura parcial carsificada de Enol.—2500 m. Línea de cumbres de los Picos de Europa.

tónica alpídica ha desempeñado en la morfogénesis, que, como hemos demostrado hace algún tiempo (19) (20), se ha traducido en Asturias, como en el resto de la España cratógena y de Meso España (15) (16), por una tectónica de fallas verticales de tipo germánico; así, la depresión del Caces es en parte de origen tectónico, puesto que contiene restos de cretácico encajados en el paleozóico y limitados por fallas marginales; la depresión del Caces es pues, también una fosa tectónica.

Esta estructura puede hacerse extensiva al resto de estos macizos, en los cuales, cuando se realice de los mismos un estudio concienzudo se descubrirá, sin duda, el importante papel que las fallas terciarias, dividiendo el país en bloques y compartimentos de tamaños distintos, han desempeñado en la morfogénesis de conjunto.

II.—LA TERMINACION ORIENTAL DE LA SIERRA DE CUERA

La Sierra de Cuera termina topográficamente en el valle del Deva, por un extremo oriental, aunque las alineaciones tectónicas siguen hacia el E. penetrando en Santander. A partir de las alturas de Turbina (1.375 m.) y de Liño (1.153 m.) la Sierra de Cuera desciende suavemente hacia el E. de tal modo que en el meridiano de Alevia, las alturas máximas no pasan gran cosa de los 700 m. (Pedrahita, 705 m.) Sobre el Deva, el último macizo de cierta importancia es la Sierra de La Jana (608 m.), último relieve destacado de la importante alineación de Cuera.

A) El macizo de La Jana-Pedrahita.

El macizo de La Jana-Pedrahita, se halla situado en el límite oriental de la Sierra de Cuera; está formado por un conjunto de cerros alineados de W. a E. y distribuidos en dos bandas paralelas separadas por una depresión intermedia longitudinal, que la biparte desde la aldea de Andinas en el Deva, hasta las inmediaciones de Boqueriz. La alineación septentrional no alcanza los 400 m. de altura (Picos de la Reina, 376 m.) en la alineación meridional, se encuentran las cumbres más elevadas (La Jana, 608 m.), (Pedrahita, 705 m.) y todas las alturas oscilan entre los 600-700 m.

Este macizo está perfectamente individualizado desde el punto de vista topográfico, puesto que se eleva entre el valle del Deva, que lo corta por su vertiente E. y lo contournea por el S. y la depresión de Colombres, que en realidad constituye un nivel de "sierras planas", desarrollado entre 120-140 m. de altitud, que Hernández-Pacheco, denomina nivel B de las Sierras Planas (9).

B). *El roquedo y su estructura.*

a) *Los conjuntos petrográficos.*

Las características topográficas de la terminación oriental de la Sierra de Cuera, están determinadas por la estructura geológica, puesto que el macizo de La Jana constituye un bloque paleozoico, formado fundamentalmente por caliza de montaña, elevado a manera de horst entre dos zonas deprimidas integradas por sedimentos cretácicos. Las capas cretácicas se desarrollan por las cumbres de la alineación septentrional de cerros contorneando hasta Boquerizo la zona alta del macizo.

1) *Las capas cretácicas.*

El cretácico de la región oriental de Asturias, es conocido de antiguo y reconocido y estudiado por diversos autores (26), (27), (28), (34), (35) y (36). Ultimamente Karrenberg (12), resume todos los conocimientos anteriores que vuelven a ser expuestos sin nuevos progresos en la memoria de la Hoja N-32, Llanes, del Mapa Geológico de España a 1:50.000 (25). En este festón cretácico del macizo de La Jana se reconocen los siguientes niveles:

Muro: Caliza de montaña.

Beduliense-gargaciense.

12-15 m. Calizas grises bien estratificadas con microfauna abundante. Además contienen

Ostrea macroptera.

15-20 m. Margas nódulosas muy calizas con *Rhynchonella depressa*.

30-40 m. Areniscas amarillentas con ostreidos (*Exogyra*; *Actostreon latissima*), a veces lumacélicas.

Estos materiales se apoyan sobre el zócalo de caliza carbonífera. En la vertiente septentrional de La Jana, en Alevia el

contacto paleozoico cretácico es una falla; la carretera de Panes a Alevia corta las calizas basales que forman pliegues, sobre los que está construida la finca de Las Bárcenas; en el techo tienen un nivel de calizas margosas tableadas y luego margas grises, todo lo cual debe equivaler a las capas de la carretera de Andinas a Villanueva.

2. El zócalo paleozoico.

El paleozoico constituye la parte fundamental del roquedo de la Sierra de Cuera y de su terminación en el macizo de la Jana Pedrahita; la base del paleozoico es la cuarcita armoricana sobre la que se apoya la caliza roja amigdaloides viseense. En la zona costera, cerca de Llanes, la zona de contacto silúrico-carbonífero lo forma la misma caliza roja amigdaloides, alternando con bancos delgados de cuarcitas y pizarras carbonosas, que Sampelayo (25) compara con las capas de Bareges, en el Pirineo francés. En realidad esta facies samítica de la caliza amigdaloides viseense tiene siempre carácter local y aparece en algunos puntos de Asturias, pero su posición estratigráfica es indudablemente más elevada que las capas de Bareges; por otra parte en el macizo de La Jana aparecen las capas típicas de calizas viseenses con grandes goniatítidos en mal estado, de manera que aquí no ofrecen lugar a dudas.

En la zona oriental de Cuera el paleozoico está constituido de la siguiente manera:

- 150-200 m. visibles: Cuarcita armoricana, formada por un complejo de cuarcitas, pizarras blancas caolíníferas pizarras verdosas y areniscas amarillas.
- 8 m. Caliza gris en lajas.
- 8-10 m. Caliza roja amigdaloides con goniatítidos.
- 250-300 m. Calizas grises oscuras tableadas.
- 300 m. Calizas dolomíticas compactas, sin estratificación clara.
- 250-200 m. Alternancia de pizarras grises micáceas y areniscas grises micáceas en bancos delgados.

Estas últimas capas de pizarras aparecen en el sinclinal de Covandi en la vertiente meridional de Trescueto y es posible evaluar exactamente la potencia total de la caliza de montaña en este punto por encontrarse en el flanco N. de este sinclinal entre las capas de pizarra y la cuarcita armoricana, en posición casi vertical.

En la parte alta de la masa terminal de caliza dolomítica son frecuentes los niveles con cristales bipiramidales de cuarzo, aislados en la masa caliza, de tamaño entre 1 mm. y 2 cm. También en las proximidades del límite entre las calizas tableadas y la caliza dolomítica superior se encuentra un nivel manganesífero formado por:

Muro: Caliza gris compacta listada.

1,2 m. Caliza margosa impregnada de pirolusita.

0,2 m. Capa de pirolusita muy pura.

Techo: Caliza gris tableada.

Este nivel se ha localizado en las minas de Alevia, situadas en el alto de Pedrahita, en Augurias, y en la canal de Recuenco al NE. de Alevia; en ambos puntos ha dado lugar a labores mineras para el beneficio de esta pirolusita.

Las capas viseenses y las cuarcitas armoricanas aparecen únicamente en la vertiente meridional de la serranía; la masa principal está formada por la caliza de montaña y en gran parte por el nivel superior dolomítico.

3. Las zonas de dolomitización.

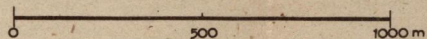
En el macizo de La Jana-Piedrahita, como en la mayor parte del territorio asturiano, la caliza de montaña presenta frecuentes "zonas de dolomitización". Estas zonas son irregulares, ocupando extensiones muy diversas desde algunos centímetros a varios Km. cuadrados; los contornos son también extremadamente irregulares, pero aparecen especialmente localiza-

MAPA GEOLOGICO DE LOS YACIMIENTOS DE HIERRO Y MANGANESO EN LOS MONTES DE LA JANA (COLOMBRES)

por
N. LLOPIS LLADO
— 1956 —



Escala 1:20000



SIGNOS CONVENCIONALES

SILURICO
Cuarcita armoricana

CARBONIFERO
Caliza roja virescente con Goniatitidos

Caliza de montaña
(caliza gris y negravelada)

INFRACRETACICO
Bedulense-Gorgariense
Calizar con microfauna y rudistidos

Areniscas lumaquícolas

CUATERNARIO
Arcillas, Tobacalza

MINERALES
Zonas de dolomitización

Hematites

Pirrolurita
Arcillas mangnériferas

Dolina

Sima

Cueva

Surgencia o fuente

Mina X Calicata

Buzamiento

Contacto normal

Falla de edad alpina

Contacto mecánico herciniano

das en los niveles dolomíticos. La roca toma un aspecto especial, color amarillo sucio y es arenosa al tacto a consecuencia de la recrystalización; la estructura primitiva de la caliza queda más o menos enmascarada, especialmente los planos de estratificación, cuando existen. Tan característico es el aspecto de esta roca, que ha llamado la atención a los campesinos los cuales en la zona de La Jana la llaman "Castrorubio".

En otras zonas de Asturias estas dolomías van asociadas a yacimientos metalíferos, especialmente de cobre; no en vano llamó Adaro "metalífera" a la caliza de montaña (1), pues son numerosos los minerales que contiene. Las masas dolomíticas son generalmente las envolturas en cuyo núcleo se hallan bolsas más o menos importantes de cobres grises. En la zona de La Jana-Piedrahita aparecen amplias zonas de dolomitización dispersas y sin conexiones mútuas, pero, como ya hemos dicho, localizadas preferentemente en el tramo de calizas dolomíticas mal estratificadas. La Vega de Jana está excavada sobre una de las más extensas.

Es lo más probable que estas rocas sean paradolomías, engendradas mucho despues de la sedimentación. Sus características físico-químicas y estructurales hacen creer que puedan ser rocas paragenéticas formadas por metasomatismo teletermal, pues este origen podría explicar la presencia de sulfuros de cobre en el núcleo de estas rocas y la aportación magnesiana necesaria para la recrystalización y consiguiente cristalización de los carbonatos calco-magnésicos. La fase hidrotermal generadora tendría que buscarse probablemente, en las postrimerías del paleozoico durante o despues de los últimos plegamientos hercinianos.

No obstante, en la zona que nos ocupa aparecen también dolomitizadas las calizas cretácicas; las características de las rocas resultantes son idénticas a las de las dolomías intracarboníferas; la dolomitización en el cretácico está localizada en

la base, es decir, en la caliza beduliense-gargasiense. No nos ha sido posible llegar a una decisión sobre si esta fase de dolomitización es la misma que ha transformado la caliza de montana o es otra posterior, pues los contactos no son claros allí donde se juntan ambas dolomías. El problema es de la mayor transcendencia por lo que a la metalización se refiere, pero nuestras observaciones no han sido bastantes para resolverlo. Provisionalmente admitiremos que han existido dos fases de dolomitización, una sin o postherciniana, premesozoica y otra postapitiense.

b) *La estructura del macizo de La Jana.*

Tectónica herciniana y tectónica alpídica se superponen en la Sierra de Cuera, como en el resto de Asturias (19); la primera engendró formás de plegamiento de tipo alpino; la segunda fracturas y bloques de tipo germánico. Ambos grupos de formas están representados en el macizo de La Jana.

1. *Los accidentes hercinianos.*

En los márgenes septentrionales y meridionales del macizo, la estructura es clara a consecuencia de que se desarrolla en los niveles bien estratificados; en cambio en el centro hay muchas dificultades en delimitar los pliegues por desarrollarse estos en el tramo de calizas dolomíticas compactas. De todos modos aparece claramente un sistema de pliegues arrumbados netamente de W. a E. que puede resolverse en varios elementos.

En las vertientes meridionales de Pedrahita es donde los accidentes aparecen más claros, pues están cortados por el reborde septentrional de la Depresión Prelitoral asturiana. El más meridional es el sinclinal de Cavandi, formado por un núcleo de pizarras y areniscas carboníferas; el flanco N. lo forma una barra casi vertical de caliza de montaña que a su vez es el flanco S. de un anticlinal (anticlinal de Bulleza) en cuyo núcleo aflora

la serie detrítica de las cuarcitas armoricanas. Todavía en Augurias, en las minas de manganeso en explotación, hay un charnela anticlinal vergente al S. que a juzgar por la potencia de los flancos de caliza de montaña debe ser en realidad el eje de un anticlinorio.

Todos estos accidentes del W. de Alevia son muy claros y permiten obtener una idea muy concreta de la estructura, en cambio al E. de la misma aldea, en el macizo de La Jana, las estructuras son muy confusas por las razones ya indicadas.

Entre Alevia y la canal de Recuenco el sendero sigue buen trecho el flanco N. del anticlinal de Bulleza, en las proximidades del contacto de la cuarcita armoricana con la caliza de montaña; pero más al E. este anticlinal está cortado por la gran falla del S. de La Jana y la tectónica se desarrolla exclusivamente en la caliza de montaña.

Unicamente en el extremo oriental del macizo de La Jana, en el valle del Deva, se encuentran señales claras de pliegues, entre Narganes y Andinas, acusados por los cambios de buzamiento de la caliza de montaña; así en la vertiente septentrional del Pico de La Jana puede reconstruirse un sinclinal, que se prolonga hacia el E. hasta el Deva; en la propia cumbre de La Jana parece dibujarse una charnela anticlinal vergente al S., especialmente compleja por la vertiente meridional; finalmente en La Fuente de Jorá se dibuja otra charnela anticlinal que probablemente continúa con otros pliegues no discernibles, hasta el contacto con las calizas cretácicas.

Este complejo de pliegues de La Jana, algo difuso, ha de corresponder a una zona de plegamiento más septentrional que los accidentes del NW. de Alevia, puesto que el anticlinal de Augurias es con toda probabilidad el de La Jana. En este caso el macizo en estudio estaría constituido por los siguientes elementos tectónicos:

1. Sinclinal de Carandi, con núcleo de pizarras y areniscas carboníferas.
2. Anticlinal de Bulleza con flancos de caliza de montaña y núcleo de cuarcitas armoricanas.
3. Anticlinorio de Augurias-La Jana, en la caliza de montaña, especialmente complejo en su flanco meridional.
4. Sinclinal de La Jana, en la caliza de montaña, como todos los accidentes que siguen.
5. Anticlinal de Jorá.
6. Complejo de pliegues no discernibles de la zona de la Vega de Bárcena.

Todos estos accidentes son bastante laxos y de planos oscilantes alrededor de la vertical, aunque se aprecia en ellos una marcada tendencia general a verger hacia el S.; el anticlinorio de Augurias, por ejemplo, es marcadamente vergente hacia el S. y lo propio pasa con el anticlinal de Bulleza que es un pliegue claramente inclinado. Se reconoce pues en este macizo un estilo jurasicoide, con tendencia a verger hacia el S., estilo por otra parte muy frecuente en las masas de caliza de montaña, poco plástica para ofrecer un plegamiento excesivamente apretado.

2. *Las fallas alpidicas.*

El núcleo fundamental de La Jana-Pedrahita es pues un país de plegamiento; pero este macizo herciniano está elevado entre dos zonas deprimidas, ocupadas por terrenos más modernos. Al N. la zona cretácico-eocena de Colombres; al S. la cuenca cretácica de Deva, parte de la Depresión Prelitoral asturiana.

Los contactos del macizo paleozoico con el cretácico son fundamentalmente tectónicos. En el borde septentrional, la zona de Noriega y Boquerizo, es una falla de poco más de 20 m. de salto, lo que hace sospechar se trata de la terminación de un accidente más desarrollado hacia el W. En las inmediaciones de la Fuente de la Avellanosa, en el camino que asciende al Corral de la

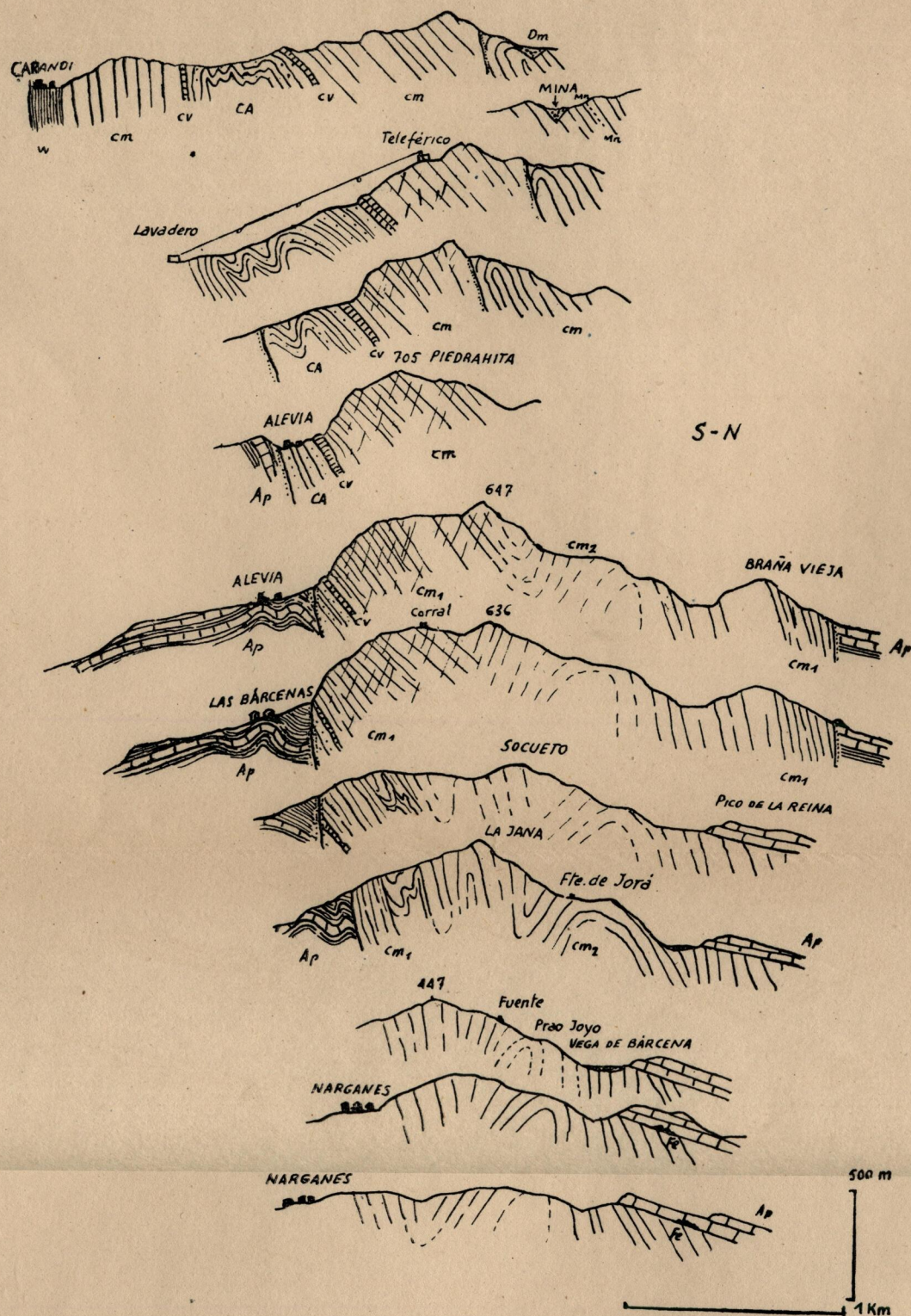


Fig. 3

CORTES GEOLOGICOS DEL MACIZO DE LA JANA

- CA. Cuarcitas armoricanas y pizarras verdosas y blanquecinas.
- Cv. Carbonifero. Calizas rojas amigdaloides viseenses con restos de goniatitidos.
- cm. Caliza de montaña en general.
- cm₁ Caliza de montaña. Nivel de calizas tableadas, bien estratificadas.
- cm₂ Caliza de montaña. Nivel compacto, dolomítico, con estratificación poco visible.
- w. Pizarras y areniscas micáceas westfalienses.
- Ap. Cretácico. Aptienses calizas con micro fauna y margas.
- Fe. Depósitos de hematites roja.
- Mn. Mn. Nivel manganesífero de la caliza de montaña.
- Dm. Dolinas con relleno de arcillas manganesíferas.

Avellanosa, se encuentra la brecha de esta fractura formada por una zona de 2-3 m. de brecha con cemento de caolin y una dovella de 1 m. de areniscas, entre la caliza de montaña y las areniscas grisáceas cretácicas.

Más hacia el E. y a lo largo del Cordal del Pico de la Reina, hasta la carretera de Colombres a Narganes, el contacto cretácico carbonífero es normal y ofrece por lo tanto las características de un reborde discordante.

El borde meridional del macizo, en cambio, está limitado por una violenta fractura vista ya por Mengaud (27) con aire de falla algo inversa, de más de 600 m. de salto, que pone en contacto la caliza de montaña con las margas aptienses; esta falla corta de W. a E. elementos estratigráficos cada vez más modernos, puesto que en Alevia aparecen las cuarcitas armoricanas, entre Alevia y el Recuenco solo se encuentran las calizas viseenses y todavía más al E., la falla corta la caliza de montaña. El cretácico adosado al plano de esta falla tiene un plegamiento bastante apretado, efecto de tectónica diferencial, entre las capas cretácicas plásticas y la caliza de montaña más rígida.

Estas fallas, cuya edad alpídica es indudable toda vez que cortan conjuntamente a los pliegues hercinianos y al cretácico, aíslan al macizo de La Jana-Pedrahita a manera de una enorme flexión de la cobertera cretácica, traducida en el zócalo paleozoico por una importante falla que ha hundido el labio meridional de la flexión; la falla septentrional, por lo menos la zona por nosotros reconocida, es solo un elemento accesorio del gran accidente del borde meridional; en realidad pues, aunque en la zona occidental reconocida el macizo tenga carácter de horst por estar limitado por dos fallas, en el margen oriental sólo puede verse como un bloque violentamente elevado por su borde S, es decir, con una marcada disimetría estructural, que conserva aún en la zona occidental, dada la enorme diferencia de salto entre las dos fallas marginales (20 m. al N.; 600 m. en el S.)

Este tipo de estructura no es único en Asturias; otros ma-

cizos semejantes tienen características estructurales parecidas como ocurre en el Naranco al N. de Oviedo (18) (12).

3. Los elementos menores de la estructura.

La masa de caliza de montaña por su uniformidad petrográfica y compacidad estructural, contiene un conjunto de elementos tectónicos accesorios, que tienen menos valor en otros niveles estratigráficos con menor extensión superficial. Son los sistemas de diaclasas que cortan al macizo y que constituyen una parte importante de su estructura.

En las vertientes del Recuenco aparece un sistema de diaclasas de orientación E. 10-20 N. inclinadas 70° al S. 10-20 E., que puede observarse muy bien en dichas vertientes, y que en la parte alta, al penetrar en la zona de caliza compacta sin estratificación definida, se confunden fácilmente con los planos de estratificación inexistentes. Este sistema es el dominante y sus individuos están apretados a intervalos de 0,4 m. a 2 m., arrumbándose un poco inclinados en relación con la falla marginal, cuya dirección es W. 10 N-E. 10 S.

DIRECCION	INCLINACION	INTERVALO	SISTEMA	OBSERVACION
NW-SE	80 NE	0,4-1 m.	A	Algunos elementos son microfallas
E W	70 S	0,5-2 m.	b	Algunos son fallas de movimiento horizontal
E 20 N	vertical	0,3-0,8 m.	C	
E 10-20 N	70 S	0,5-2 m.	B	Dominante
E 40 N	40-50 NW	—	D	Diaclasas onduladas y cizallantes

En el nuevo registro de la mina de Recuenco pueden reconocerse muy claramente otros sistemas de diaclasas; en las calizas tableadas orientadas W. 20° N. buzando 5-50 NE.

Todos estos sistemas deben ser de génesis herciniana puesto que no aparecen en las calizas bedulienses-gargasienses de la cobertera cretácica; allí sólo hemos reconocido dos sistemas sensiblemente ortogonales; N. 10-20 E (M) inclinado 80° al W. y W 10 N (sistema N) vertical o ligeramente inclinado al S. Este último sistema es sensiblemente paralelo a las fallas alpidicas marginales del macizo de La Jana-Pedrahita. Los sistemas M y N están representados en el zócalo carbonífero por escasos individuos y pasan generalmente desapercibidos en el conjunto de diaclasas hercinianas. Por otra parte son los mismos sistemas alpidicos que encontramos en toda España y aún en todo el Viejo Continente, paralelos a las líneas maestras de fracturas de orientación meridiana.

Las diaclasas del sistema b y B son muy próximas; se trata probablemente de individuos del mismo sistema; el sistema D es de diaclasas cizallantes, sincinemáticas al plegamiento que cortan bruscamente la continuidad de las capas sin producir no obstante grandes desplazamientos; si a esto se añade que tanto el sistema A, como el b, contienen muchas macro y micro-fallas, fácil es comprender que la masa de caliza de montaña de La Jana se ha movido acusadamente en su íntima estructura durante y después del plegamiento, es decir, los bloques paralelepípedicos engendrados por las intersecciones de las diaclasas con los planos de estratificación han sufrido movimientos que han desequilibrado completamente la estructura sedimentaria congénita. De aquí la falta de continuidad de un mismo estrato y la desaparición brusca de tramos perfectamente definidos.

C) El relieve.

a) Las formas estructurales.

El macizo de La Jana-Pedrahita, limitado por las dos fallas marginales ya descritas, es ante todo un país de formas estructurales puesto que los rasgos esenciales del relieve están funda-

mentalmente dirigidos por aquellas líneas estructurales maestras; así pues, aquí como en el resto de la cordillera de Cuera podemos admitir de N. a S. los siguientes elementos morfológicos:

1. Zona de plataformas y “sierras planas” de la Franca-Colombres-Villanueva.
2. Macizo de La Jana-Pedrahita.
3. Frente de falla del macizo de La Jana.
4. Depresión Prelitoral (Depresión del Deva=Depresión del Cares).

El mismo contacto del macizo de La Jana con la cobertera cretácica en su segmento normal, es decir, entre el Pico de la Reina y el Deva, es una cuesta formada por las calizas bedulien-ses, que destaca poco en el relieve, a consecuencia del pequeño espesor de la caliza cretácica y a la homogeneidad petrográfica del zócalo y de la cobertera discordante.

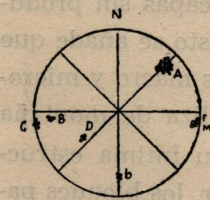


Fig. 4.—Proyección estereográfica de los polos de las Fallas y diaclasas de caliza de montaña del macizo de la Jana

A, B, b, C, D: sistemas hernianos

N, M: sistemas alpidicos

F. Fallas alpidicas

En efecto, es a veces difícil llegar a distinguir ambas calizas (carboníferas y cretácicas) lo que uniformiza mucho el relieve; no obstante una auténtica “depresión periférica” se desarrolló en otro tiempo entre el macizo paleozoico exhumado y su cobertera cretácica limitada por el N. por la cuesta de caliza beduliense-gargasiense.

Esta depresión periférica se desarrolló ampliamente en una época en que el Deva no había excavado su garganta actual y el nivel de base local del macizo en la Jana, estaba situado por lo menos a 250 m. por encima del actual, es decir, debía de corresponder a la plataforma o nivel A o al A2 de Hernández Pacheco (9) de las “Sierras Planas”. Actualmente la excavación de la garganta del Deva entre Narganes y

Unquera, ha destruido buena parte de la antigua depresión periférica, creando un nivel de base a 250 m. por debajo del primitivo; los restos de aquella los encontramos todavía en la línea de depresiones que corre por el centro de las alineaciones montuosas separando los cerros del pico de la Reina, del macizo de La Jana-Pedrahita.

b) *La familia de formas cíclicas.*

La robusta masa de caliza de La Jana-Pedrahita, tiene homogeneidad petrográfica y robustez morfológica suficiente para que sobre ella se hayan conservado huellas de formas cíclicas. Las huellas más antiguas reconocidas se encuentran en la superficie de contacto del paleozoico con el cretácico, constituido por una penillanura post-paleozoica fosilizada por los depósitos aptienses. Esta penillanura aparece bastante clara en las vertientes del Deva, a pesar de la uniformidad petrográfica que como ya hemos indicado, tiene este contacto; es una forma senil antigua que aparece en otros puntos de Asturias (20), pero que únicamente se encuentra por debajo del cretácico pues las zonas exhumadas, han sido totalmente destruidas por los ciclos posteriores.

Los relieves cíclicos que se reconocen son evidentemente mucho más jóvenes. La zona alta de cumbres (La Jana, 608 m.; Pedrahita, 705 m.) deriva probablemente de una forma senil difícil de identificar con las descritas al esbozar la morfología general de la Sierra de Cuera, pero a los que sin duda ha de referirse. No tenemos datos generales suficientes para establecer correlaciones a este respecto, que aún en los casos más felices resultan siempre arriesgadas.

Por estos motivos nos limitaremos a admitir la existencia de una forma senil ancestral desarrollada en el macizo de La Jana, entre los 600-700 m. y suavemente descendiente hacia el E. Por debajo de este nivel antiguo es necesario admitir otro inferior,

descendente hacia el N. y hacia el E. representado por una hombrera bastante bien conservada que se desarrolla en la vertiente N. del macizo de La Jana entre los 400 y 550 m. de altitud, que enrasa la línea de cerros del Pico de la Reina; a 1 km. más al N. a alrededor de los 400 m. El cretácico de dichos cerros está en efecto decapitado y restos de formas planas ocupan las cumbres que acusan un claro rejuvenecimiento por la erosión ulterior.

Para encontrar formas cíclicas claras más bajas, hay que salir del macizo de La Jana y reconocer la zona litoral donde aparecen las "Sierras planas". Hernández Pacheco (9) describe de la zona de Colombres los siguientes niveles:

350 m. Llano de Roñanzas y La Barbolla	Nivel A
200-230 m. Sierra plana de La Barbolla	Nivel A ₁
120-145 m. Rasa de Santiuste-Colombres	Nivel B
60-70 m. Rasa del Faro de Pimiango	Nivel C
40-45 m. Pendueles-Buelna	Nivel C ₁
5-6 m. Rasa de La Franca	Nivel F

Los niveles A, B, C, D y F, están todos ellos muy bien caracterizados. El nivel B, constituye la ancha plataforma de Colombres que se desarrolla a manera de depresión longitudinal entre el nivel A-A₁ y el macizo de La Jana; el nivel A-A₁ no está representado en el reborde septentrional de La Jana, pero queda evidente por debajo de la "gipfelflur" del Pico de la Reina (350-370 m.).

No cabe duda por consiguiente que la morfogénesis general del macizo de La Jana, es anterior al establecimiento del nivel A-A₁ de Hernández Pacheco, pero es también cierto que este nivel ha condicionado el desarrollo de la evolución morfológica reciente del macizo.

En su consecuencia pueden admitirse en el macizo de La Jana varias formas cíclicas encajadas que de mayor a menor antigüedad son los siguientes:

600-700 m. Relieve residual alto de La Jana-Piedrahita (Gipfelflur G1).

450-550 m. Hombrera del reborde septentrional de La Jana (N1).

300-350 m. Gipfelflur del Pico de la Reina.

259 m. Nivel A de Hernández-Pacheco y siguientes.

En cuanto a la edad de estas superficies, no habiéndose encontrado hasta ahora fósiles en ninguno de los sedimentos que los recubren resulta difícil tomar decisiones a este respecto; prueba de ello son las discrepancias que se observan entre las opiniones más recientes emitidas sobre este punto. En efecto, del trabajo de Hernández Pacheco ya mencionado (9) se deduce que para este autor la edad de las "Sierras planas" es la siguiente:

-259 m.	Nivel A	Plioceno inferior.
200-230 m.	Nivel A ₁	Plioceno inferior.
120-145 m.	Nivel B	Plioceno medio.
60- 70 m.	Nivel C	Villafranquiense
40- 45 m.	Nivel C ₁	Siliciense.
5- 6 m.	Nivel F	Tirreniense.

Biroty Solé (2)* en un reciente estudio morfológico del NW. de España hacen algunas consideraciones acerca de la rasa del occidente de Asturias, que asciende de W. a E. desde 5 m. (Ribadeo) a 100 m. (Luarca). Sin concretar su edad indican que "una buena hipótesis de trabajo, sería considerar esta superficie como tirreniense".

Guilcher en una nota reciente, precisamente sobre La Franca (7) cree que la rasa de 5-6 m. y su depósito marino serían

(*) En la excursión N del V Congreso Internacional de INQUA que recorrió estas rasas en agosto último, no hubo acuerdo acerca de su edad.

monasterienses, mientras los depósitos continentales que se les superponen son atribuidos al würniense. Esta asignación cronológica está más o menos de acuerdo con la idea de Birot y Solé acerca de la plataforma del occidente de Asturias.

Difícilmente puede haber acuerdo entre todos estos estudios aislados, sin ninguna base paleontológica; no obstante, si en efecto, el nivel de 5-6 m. de La Franca está reconocido en toda Europa como monasteriense, será preciso rejuvenecer todos los niveles superiores. Todo esto nos impide tomar determinación alguna acerca de la edad precisa de los relieves seniles de La Jana que por su situación pueden ser pliocenos los G2 y N1 y mioceno G1.

D) *El Karst.*

La evolución cárstica ha desempeñado un papel importante en la morfogénesis de La Jana, puesto que desde el momento de la exhumación de la penillanura pre-cretácica, sobre las masas de caliza de montaña al descubierto, han de haberse producido fenómenos cársticos. No obstante resulta muy difícil, por el momento, reconocer las huellas caso de existir, de aquellas carstificaciones lejanas.

a) *Los fenómenos cársticos actuales.*

A consecuencia de su estructura, limitada al S. por la falla de Aleviz, y por el N. por la cobertura cretácica discordante, el macizo de La Jana-Piedrahita, es fuertemente disimétrico, de tal modo que las vertientes meridionales son muy abruptas, mientras las septentrionales descienden suavemente hacia el N. Esta disimetría, ha favorecido la instalación de formas de absorción en las vertientes septentrionales, tanto más densas, cuanto mayor es su proximidad al borde cretácico discordante pues-

to que el escurrimiento epigeo se hace de S. a N. desde las cumbres de La Jana-Piedrahita hasta la depresión longitudinal que las separa de los cerros de La Reina.

1. *Las formas de absorción.*

Los campos de lapiaz.

Las formas de absorción actuales están representadas como siempre por los campos de lapiaz y las dolinas.

Los campos de lapiaz están desarrollados en ambas vertientes; en la meridional, el lapiaz ha utilizado predominantemente el sistema de diaclasas dominante, cuyos planos inclinados 70° al SSE, condicionan en la misma orientación la generación del lapiaz; a pesar de la acusada pendiente de estas laderas, el lapiaz está poco evolucionado, siendo raras las crestas de más de 0,5 m. de altura; es un típico lapiaz "de diaclasas" de Sölch (31) que condiciona la morfología de detalle de toda esta vertiente.

En la vertiente septentrional aparecen formas semejantes, ora desarrolladas sobre las diaclasas, ora sobre los planos de estratificación a tenor de la estructura dominante; a todo lo largo de la línea de dolinas de las Vegas de Bárcena y de Cabríos, hasta el Corral de la Avellaneda sobre los estratos verticales o subverticales se desarrollan campos de lapiaz de características análogas.

En las zonas dolomíticas el desarrollo es menor sin duda como consecuencia de la menor solubilidad, dando formas alveolares que apenas aparecen sobre las calizas.

Los tipos de dolinas y sus rellenos.

Las formas de absorción más interesantes del macizo de La Jana son las dolinas; estas formas se desarrollan allí donde las condiciones topográficas o estructurales son favorables; de aquí

su escasez en las vertientes meridionales donde la excesiva pendiente exenta de rellenos impide el desarrollo de estas formas, y su abundancia en la vertiente septentrional.

No obstante se encuentran algunas en la vertiente meridional cerca ya de la divisoria de aguas que a consecuencia de la ya indicada disimetría del macizo y de la carstificación, está poco definida. En el corral del Recuenco, hay varias dolinas "de hombrera" excavadas en una hombrera a 580 m. de altitud. Son dolinas anchas, circulares de fondo plano y vertientes escarpadas.

En la divisoria de aguas, aparece la amplia dolina de las Vegas de Jana, forma compleja resultante de la conjugación de dolinas sencillas que por sus características tiene aire de poljé, su superficie no es inferior a 90.000 m² y su fondo relleno de sedimentos transformados en parte en turbales está dividido por umbrales rocosos extremadamente degradados, probablemente residuos de las divisorias entre las dolinas sencillas primitivas. En el centro aparece la Fuente de Las Vegas de Jana, cuyas aguas desaparecen entre los turbales. Es un poljé de collado, probablemente en plena senilidad. Un poco más al E. aparece la Vega de Matallana, típica dolina circular, poco profunda y de fondo plano a consecuencia de poseer un importante relleno. Una calacata practicada en el borde W. permite reconocer que el relleno está formado de arriba a abajo por:

0,5 m. Arcilla pardo-rojiza con un 3-4% de pisolitas de pirolusita de hasta 2 mm. de diámetro.

0,85 m. Arcilla abigarrada, roja y amarillenta.

Muro: Caliza dolomítica.

Un poco más al E., siguiendo el camino de Narganes, hay otra dolina de hombrera a 450 m., el Hoyo de Castelleros, en cuyo fondo se abre una sima. Esta dolina es mucho más profunda que las anteriores sin relleno y de vertientes más escarpadas, que le

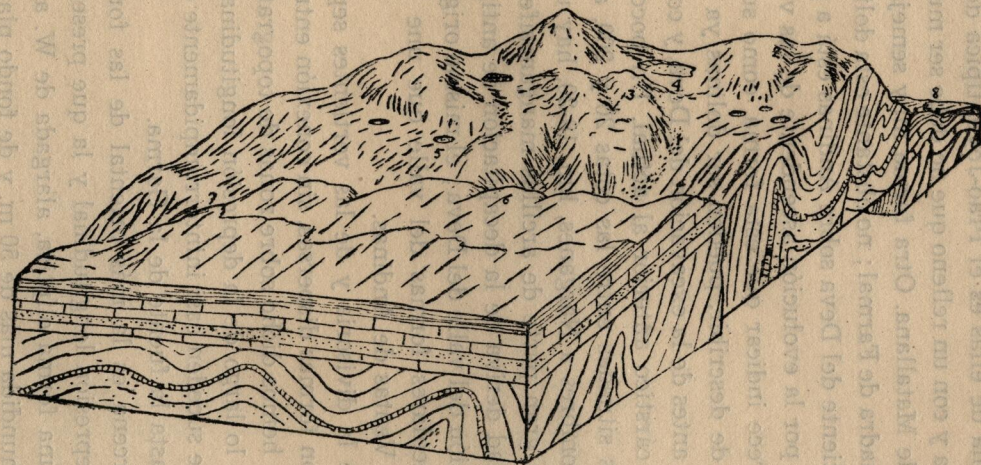


Fig. 5.—BLOQUE DIAGRAMA DEL MACIZO DE LA JANA (Asturias)

1. Pico de La Jana; 2. Pico del Cuencu; 3. Socuetu; 4. Vega de Matallana; 5. Prao Joyo,
6. Pico de la Reina; 7. Valle de Vega de Bárcena; 8. Alevia

Los signos geológicos como en los cortes generales

dan el aspecto de “jou” (21); es la única con esta morfología que aparece en toda la zona alta de La Jana.

En las vertientes N. y NE. del cerro cota 447, aparecen otras formas aisladas; una de ellas es el Prao-Joyo, típica dolina circular poco profunda y con un relleno que no debe ser muy distinto del de la Vega de Matallana. Otra forma muy semejante a la anterior la de la Cuadra de Farmal; no obstante esta dolina situada ya en plena vertiente del Deva sobre Andinas está a punto de ser decapitada (30) por la evolución ascendente de las vertientes del Deva; esto parece indicar que esta forma, como sus análogas que se acaban de describir, pueden ser dolinas ya algo antiguas, establecidas antes de la excavación del Deva, y correspondientes a un ciclo cárstico anterior al actual. Un poco más al E. en las vertientes situadas entre las cotas 20 y 200, al W. de la carretera de Colombres a Narganes, km. 19-20, hay una hondonada rellena con gran parte de arcillas manganesíferas, que con toda probabilidad deriva de la decapitación de antiguas dolinas por la excavación del valle del Deva; el mismo origen tiene sin duda, las particulares formas del valle que une la Vega de Bárcena con las Ventas de Andinas.

Estas dolinas de la divisoria y de las vertientes septentrionales de La Jana, son formas dispersas, sin conexión entre si, desarrolladas como ya hemos dicho sobre zonas de topografía favorable; en cambio a lo largo de la depresión longitudinal ya indicada, las dolinas se suceden casi ininterrumpidamente desde la Vega de Bárcena hasta la fuente de la Garma.

La Vega de Bárcena es la más oriental de las formas de absorción de esta depresión longitudinal y la que presenta mayor desarrollo; es una forma elíptica, alargada de W. a E., con aspecto de “uvala” hundida más de 50 m. y de fondo plano, ocupado también por depósitos. En el borde E. de la dolina, en la Fuente de la Vega de Bárcena, la excavación actual corta parte del relleno.

0,2 m. Arcilla parduzca con 1 % de pisolitas de pirolusita de hasta 2 mm. y 5% de hematites en cantos de hasta 4 mm.

1,2 m. Brecha formada por cantos de cuarcita de hasta 3 cm. de lado, cementado por arcilla roja y abigarrada. Este depósito ha sido fuertemente rubefactado.

0,3 m. Arcilla amarilla limonitífera.

Hacia el W. atravesado el umbral occidental de la Vega de Bárcena se encuentra una sucesión de dolinas embudiformes, de paredes escarpadas tipo "jous" (21). Algunas no son típicas y ofrecen formas de transición a las dolinas de fondo plano; la Vega de Cabríos, por su extensión, es la genuina representación, de estas formas mixtas; es en el valle de la Garma donde presentan mayor desarrollo las dolinas tipo "jous".

En la zona de Piedrahita, aparecen también amplias uvalas desarrolladas en la divisoria de aguas, como la Hoya de Antón y la de Cubo Areño y la de Trescueto. Otras formas semejantes, pero de dimensiones más reducidas, situadas entre Piedrahita y Augurias tienen rellenos de arcillas manganésíferas de varios metros de potencia; los elementos de estas arcillas de diámetros superiores a 1/2 mm. constituyen el 34,52% en peso del sedimento y están constituidos por 82,5% de pirolusita, 7,75% de hematites, 5,5% de arenisca cuarzosa y 3,5% de cuarzo. Este depósito ha originado la demarcación de la mina "Pilar I", que actualmente está en plena explotación. En algunos puntos de esta zona de Piedrahita los cantos de pirolusita de las arcillas manganésíferas llegan a tener hasta más de 20 cm. y las dolinas que rellenan son de paredes escarpadas ocupadas por lapiaz de proporciones gigantes, que contrastan netamente con las formas mediocres de lapiaz ya descritas.

Vemos pues que en el macizo de La Jana-Piedrahita aparecen

claramente diferenciados por sus rellenos y por su morfología tres tipos de dolinas:

1. Dolinas circulares, poco profundos, de fondo plano, rellenas de sedimentos rubefactados. Tipo pluvial normal.
2. Dolinas embudiformes, profundas con rellenos de arcillas oscuras, manganesíferas.
3. Dolinas tipo "jous". Tipo nival.

De la sola observación de estas formas, se intuye ya que este polimorfismo no puede ser debido a circunstancias puramente estructurales puesto que se han desarrollado sobre la misma tectónica y los sedimentos que los rellenan nos inducen a pensar que puedan corresponder a distintas fases de carstificación desarrolladas bajo climas diferentes.

Las simas.

En relación con las dolinas o independientemente de ellas se conocen en la región algunas simas inexploradas o innominadas con las que hemos formado la lista que sigue:

NOMBRE	SITUACION	PROFUNDIDAD	ALTITUD	GEOLOGIA
Sima de la Avellanosa	En el fondo del «jou» de la Avellanosa	?	360 m.	Caliza de montaña (nivel dolomítico)
Sima de la Cota 391	Al E. de la cota 391 en una dolina	26 m. sondeados	385 m.	Caliza de montaña dolomitizada; excavada en los planos de esratificación
Sima de la Espina	En el cordal del Pico de la Reina a la carretera	?	325 m.	Caliza cretácica
Sima de Castelleros	En el Hoyo de Castelleros	?	445 m.	Caliza de montaña dolomitizada
Sima de la Jana	Cerca del Collado de La Jana	8 m. ?	500 m.	Caliza de montaña dolomitizada
Sima de la Cuadra del Recuenco	En la cuadra de Recuenco	?	580 m.	Caliza de montaña (nivel dolomítico)
Sima de Andinas	En Andinas, al pie de la carretera	?	60 m.	Caliza de montaña

Los nombres son nuestros y han sido tomados del lugar inmediato donde se encuentran. La mayoría de estas formas de absorción no parecen pertenecer a la carstificación actual, puesto que casi siempre están situadas en las laderas de las dolinas o aún algunos como la Sima de la Jana en el alto de un cordal a 500 m. de altitud que obliga a considerarla como una "sima residual" (14). En su mayor parte han de ser pues consideradas como fragmentos de otras formas más desarrolladas en otra época en que el relieve estaba menos denudado.

2. *Las formas de conducción y las surgencias.*

Las formas de conducción del karst actual no son conocidas, probablemente por ser formas incipientes y presentar por lo tanto poco desarrollo; nos lo hace suponer el carácter especial que tienen las surgencias de este macizo, la mayoría "suspendidas" por encima del nivel de base actual.

En efecto, en la vertiente meridional hemos reconocido personalmente dos surgencias, la Fuente de Abándones y la del Recuenco, ambas de características similares.

La Fuente de Abándones, nace al pie de la Peña del Cajón entre los coluviones que cubren las vertientes meridionales de Augurias; las aguas afloran a unos 400 m. de altitud y a 380 m. por encima del nivel del valle del Deva. No obstante no cabe duda alguna acerca del origen cárstico de estas aguas que circulan por el flanco N. del anticlinal de Bulleza en sentido contrario al buzamiento y a lo largo de los planos de diaclasas del sistema dominante inclinado 70° al SSE. La surgencia se realiza en el contacto con la cuarcita armoricana, dando más de 1 m³ por minuto (Observación realizada el 11 de noviembre de 1954).

Un poco mas al E. en Alevia, la Fuente del Lavadero que emerge de las cuarcitas armoricanas, ha de proceder forzosamente del macizo calizo en condiciones idénticas a la de la Fuente de Abándones.

En el camino de Alevia al Recuenco, hay otro afloramiento

hídrico de las calizas viseenses que ha sido captado y conducido a Alevia y cuyas condiciones de emergencia han de ser idénticas a las anteriores. Todas estas fuentes están situadas aproximadamente a la misma altura, "suspendidas" a 360-380 m. sobre el valle del Deva.

Parece pues, que parte de las aguas absorbidas en el macizo de La Jana-Piedrahita, corren hacia el S. a lo largo de los planos de diaclasa del sistema y surgen al ponerse en contacto con el techo de las cuarcitas armoricanas, menos permeables que las calizas suprayacentes, en las inmediaciones de la falla que limita por el S. el macizo de La Jana.

En el borde E. del macizo, en el contacto del carbonífero con el cretácico y a pocos metros de la mina "Ana II", hay un manantial hoy oculto por una arqueta de captación, cuyas aguas son conducidas a Colombrés. Esta fuente aflora a 140 m. de altitud, es decir a 120 m. por encima del valle del Deva.

Al N. del Pico de La Jana, entre la Vega de Matallana y el Hoyo de Castilleros aflora la Fuente de Jorá en las dolomías por una diaclasa E. 20° N. inclinada 70° N., dando un caudal de 12-15 l/minuto (Observación hecha el 26 de enero de 1956). Esta fuente aflora a 450 m. de altitud y suele agotarse en agosto. Mas abajo, camino de Narganes a unos 300 m. de altitud está la Fuente de Las Conchas, al lado de la Cuadra de Manolo; es fuente de mucho caudal que no se seca en verano (No la hemos visto personalmente; datos de los paisanos). Es casi seguro que en estas vertientes orientales hay otros manantiales que no conocemos.

En las vertientes septentrionales buena parte de las aguas drenadas en esta zona del macizo emergen por la Fuente de la Garma, cuyas aguas han sido captadas. Esta fuente aparece a los 250 m. de altitud en un gigantesco cono de toba caliza de más de 40 m. de altura y sus aguas originan un arroyo que afluye al río Cabra en Bojes.

También al N. del Corral de la Avellanosa, hay que indicar

la Fuente de la Avellanosa, de la que hemos hablado, que suministra unos 5 l/min. siendo absorbidas sus aguas por la dolina ya indicada, poco después de su emergencia. El afloramiento hídrico aparece a los 280 m. de altitud.

Aparte estas surgencias “suspendidas” aparecen en la base septentrional del macizo manantiales mucho más caudalosos;

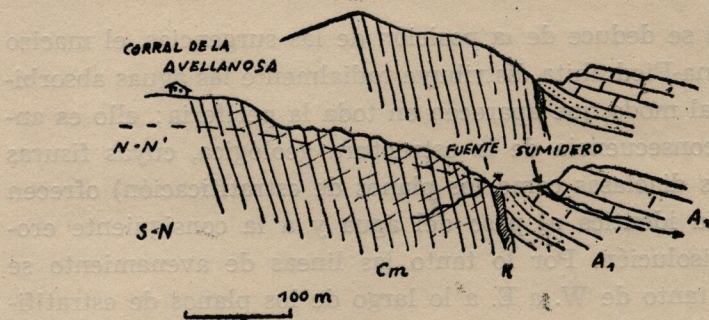


Fig. 6.—Corte hidrogeológico de la Fuente y Sumidero de la Avellanosa, ejemplo viviente de absorción carstica en el contacto cretácico caliza de montaña

Cm. Caliza de montaña

A₁. Areniscas aptienses; A₂ calizas aptienses

k. Brecha de falla con arcilla caolinífera

el mayor de ellos es la Fuente de la Borbolla que emerge de una caverna en la aldea de La Borbolla, originando el río Cabra, que desemboca en el Cantábrico en La Franca; pero estas aguas proceden probablemente de más hacia el W., originándose en las zonas de uvalas y poljés de la zona alta de Cabra, como ya insinuamos en otra ocasión (32); no así en cambio las aguas de la Fuente Ulpiones que afluyen al Cabra y cuyo origen ha de buscarse en las uvalas de Cubo Areño y de la playa de Antón en la zona de Piedrahita. Lo propio ocurre con el río Ahijo que nace en Noriega al pie del macizo de La Jana y tributa al Cabra cerca de la Franca.

Existen por lo tanto en el macizo de La Jana dos tipos de surgencias;

1. Surgencias de poco caudal "suspendidas" entre 250 y 380 m. de altitud, que aparecen en la vertiente meridional.
2. Surgencias de gran caudal, que nacen al pie septentrional del macizo a alrededor de 100 m. de altura.
3. *Marcha general de las aguas cársticas y su evolución reciente.*

Según se deduce de la posición de las surgencias, el macizo de La Jana-Piedrahita distribuye radialmente las aguas absorbidas, de tal modo que aparecen en toda la periferia; ello es ante todo consecuencia de la estructura geológica, cuyas fisuras (tanto las diaclasas como los planos de estratificación) ofrecen resistencia idéntica al paso del agua y a la consiguiente erosión y disolución. Por lo tanto las líneas de avenamiento se orientan tanto de W. a E. a lo largo de los planos de estratificación y diaclásas del sistema B, como en dirección N—S, a lo largo de las diaclasas. En su consecuencia resulta bastante aventurado pretender establecer divisorias en la hidrología cárstica de La Jana.

No obstante, el conocimiento de la tectónica hace creer que las aguas absorbidas en las dolinas del Recuenco y de Augurias, se dirigen hacia el S. originando las fuentes del Recuenco, de Alevia y de Abándones. La Vega de La Jana, nutre indiscutiblemente la Fuente de Jorá, de la que aquella es probablemente un "trop-plein". En cuanto a la zona septentrional, no nos cabe duda alguna acerca de que las aguas de Vega de Bárcena se dirigen hacia el E., siendo además este el sentido de las aguas superficiales que discurren por dicha Vega.

Las aguas de la Garma, de la Avellanosa y del Río Ahijo, han de proceder de la zona occidental; se puede establecer, por lo tanto, a "grosso modo" una triple divisoria cárstica, formada por una línea que uniera el Pico de la Reina a los cerros del Recuenco, cotas 647 y 636 y se prolongara hasta Piedrahita y de la cual partiera otra hacia el E., hacia el cerro cota 447. Estas di-

visorias permiten considerar en la circulación cárstica del macizo de La Jana-Piedrahita tres regiones:

1. Región NW. cuya zona principal de absorción la forman las vertientes septentrionales del Recuenco, Vega de Cabrios y laderas N. de Piedrahita y Augurias. Las aguas se dirigen hacia el N. y NW. y surgen en Ulpiones, La Garma, Avellanosa y Ahijo.
2. Región NE. cuya zona de absorción la forman las dolinas de Vega de Bárcena y las vertientes N. del cerro cota 447, la única surgencia que conocemos aquí es la de Ana II.
3. Región meridional cuya zona de alimentación comprende los cerros de La Jana, Vega de Jana, Piedrahita y Augurias, surgiendo las aguas en los manantiales del reborde meridional del macizo.

En estas divisorias se advierte igualmente la influencia de la disimetría del macizo, de tal modo que la zona meridional es la más pobre en aguas por tener menor superficie de absorción a consecuencia de que la divisoria de aguas cársticas coincide aproximadamente con la divisoria epígea.

La circulación cárstica de La Jana-Piedrahita está constituida por una red autóctona e incipiente con escaso desarrollo subterráneo; es probable que la mayoría de las formas de conducción sean “embriones” (30) o microcársticas por lo menos las que avanan las aguas que afluyen a las surgencias suspendidas. La posición de todas estas surgencias situadas entre los 120 m. y 300 m. de altitud parece estar en relación con un nivel de base superior al actual; tal vez el correspondiente a la rasa del 120 (rasa A-A1 de Hernández-Pacheco) y que por lo tanto se hubieran puesto al descubierto durante el encajamiento reciente del Deva; estas surgencias “suspendidas” de este modo, funcionando probablemente en conducción forzada, no tienen caudal suficiente para ensanchar sus conductos y excavarlos, para huir en pro-

fundidad en busca de nivel de base actual; sólo los ríos hipogeos mas caudalosos, como el Cabra, el Ulpiones o el Ahijo han logrado realizar este trabajo apareciendo actualmente al pie del macizo, o alrededor de los 100 m. de altitud.

b) *Paleokarst.*

La red cárstica actual es la herencia de un proceso cárstico ya algo antiguo, que se desarrolló en el transcurso de todo el cuaternario y cuyas huellas se encuentran perfectamente definidas; el conocimiento de este proceso cárstico, preactual, es fundamental para el estudio y consecuencias económicas de los yacimientos de hierro y manganeso del macizo de La Jana-Piedrahita.

1. *Las formas cársticas muertas y fósiles.*

Aparte las simas ya mencionadas y que sin duda corresponden a un proceso cárstico preactual y forman parte, por tanto, de un Karst muerto, a todo lo largo del contacto cretácico-carbonífero encontramos restos de formas cársticas muertas; unas son formas de emisión como La Cueva de la Vega de Cabríos, surgencia muerta situada a 420 m. de altitud, orientada hacia el N., sentido en que corrían sus aguas; otras son sumideros muertos, como la Cueva de la Espina, situada sobre la Vega de Bárcena, en plena cuesta de caliza cretácica que absorbía aguas de escurrimiento procedentes de las vertientes septentrionales del macizo de La Jana; esta caverna está situada a 280 m. y sus aguas corrían también hacia el N., lo que nos ilustra acerca de que ya en el cuaternario la circulación cárstica tenía características muy parecidas a la actual.

A lo largo del mismo contacto cretácico-carbonífero se encuentran numerosas huellas de un karst fósil algo más antiguo; los representantes típicos son la Cueva y la Sima de la Cuadra del Cazorro.

La Sima de la Cuadra del Cazorro es una caverna excavada

en la caliza cretácica dolomitizada, a 250 m. de altitud, siguiendo el buzamiento N. de los planos de estratificación. Esta cavidad está fosilizada totalmente por un depósito de hematites roja de

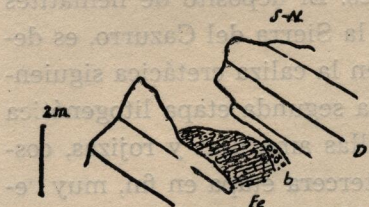


Fig. 7.—Corte transversal de la Sima del Cazorro

D. Dolomia

Fe. Hematites estalactítica

b. Brecha cementada por caliza

forma concrecionadas y estalactíticas; este relleno tiene más de 4 m. de potencia (diámetro máximo de la cavidad) y en su pared N. hay una brecha de 0,2 m. formada por cantos de hematites y cuarcita cementada por caliza. Esta caverna es un ejemplo típico de un sumidero fósil, que debía absorber aguas procedentes igualmente del S. de las vertientes septentrionales de

La Jana, y que se dirigían hacia el N. por el interior de la cobertera cretácica.

La cueva de la Cuadra del Cazorro, situada a 50 m. al E. de la anterior, en un ejemplo más explícito todavía. Se trata de una pequeña cavidad de 1,5 m. de altura máxima y 6 m. de anchura con aspecto de abrigo; en el techo tiene típico "lapiaz invertido" (6). El suelo es plano y arcilloso y ha sido calicateado descubriendo el relleno que es el siguiente:

Muro: caliza cretácica dolomitizada.

Hematites de 5,5 m. de anchura, estalactítica y concrecionada como la de la Sima del Cazorro.

0,3 m. Arcilla amarillenta.

0,4 m. Arcilla roja con restos de *Capra ibex*.

0,3 m. Corteza estalagmítica.

0,2 m. Brecha de caliza.

Este depósito solo aparece en el borde E. del abrigo; en el centro y en el W. ha sido cortado por la erosión y se ha depositado un sedimento formado por arcilla castaña con cantos de cuarcita, cuya base se apoya sobre el techo de las hematites y

cuyo borde E. lo hace sobre el depósito anterior. En estas arcillas, según referencias, se encontró un hacha pulimentada.

Estos sedimentos nos ilustran acerca de una historia hidrológica y climática del mayor interés. El depósito de hematites tiene características idénticas al de la Sierra del Cazorro, es decir, fosiliza un sumidero excavado en la caliza cretácica siguiendo los planos de estratificación; una segunda etapa litogenética la constituyen los depósitos de arcillas amarillas y rojizas, contra caliza y depósito de cantos; la tercera etapa en fin, muy reciente, la forma el sedimento probablemente neofítico suprayacente.

Al E. de estas cavernas fósiles, los trabajos de prospección

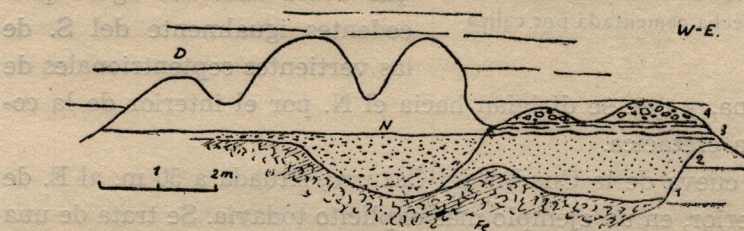


Fig. 8.—Corte longitudinal de la Cueva del Cazorro

D. Dolomia. Fe. Hematites estalactítica

Relleno paleolítico: 1. Arcilla amarillenta

2. Arcilla roja con *Capra ibex*, 0,4 m.

3. Costra estalagmítica, 0,3 m.

4. Brecha de caliza, 0,2 m.

N. Arcilla castaña con cantos y restos neolíticos

minera de la concesión "Ana II" han puesto al descubierto otras formas fósiles como la calicata de la cota 220, que muestra un relleno de unos 4 m. de potencia de hematites en la caliza de montaña, dolomitizada; también la galería principal de la mina "Ana II" ha cortado una caverna de 3 x 3 m. aproximadamente, rellena de hematites concrecionada o estalactítica; esta caverna está excavada a lo largo de los planos de estratificación inclinados 50° al N., al estilo de las cuevas y Sima del Cazorro; entre

el relleno de hematites y la pared rocosa, hay una zona arcillosa de 0,05 m. a 0,1 m.

Al W. de la Cuadra del Cazorro, en las vertientes septentrionales de la Vega de Bárcena, hay otros depósitos similares aunque menos importantes sin duda; la hematites, rellena aquí pe-

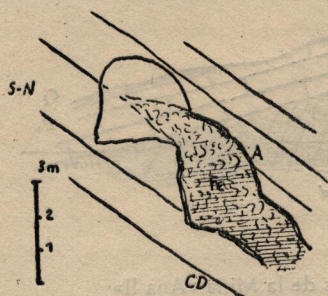


Fig 9.—Detalle del yacimiento de hematites estalactítica de la galería inferior de «Ana II»

CD. Caliza de montaña dolomitizada Fe. Hematites estalactítica
A. Arcilla roja

queñas cavidades excavadas a favor de la intersección de diaclasas y planos de estratificación.

En el borde W. de la misma Vega de Bárcena, en la caliza de montaña, hay una sima vertical de menos de 1 m. de diámetro, con aspecto de un tubo de erosión turbillonar excavado en los planos de estratificación verticales, relleno totalmente de hematites análoga a la de los afloramientos anteriores.

Al W. de la Vega de Bárcena los afloramientos son menos numerosos y menos claros; el más occidental reconocido es el de Braña Vieja que solo tiene de 3 a 4 m. de profundidad y que como la mayoría de los anteriores ocupa una cavidad excavada, siguiendo los planos de estratificación buzando al N.

2. *La evolución paleocárstica y climática.*—La disposición de las formas paleocársticas que se acaban de describir, a lo largo del contacto cretácico-carbonífero y la analogía de características que preside su excavación y su fosilización, permiten asegurar que en el momento en que existía una “depresión periférica” en el borde septentrional del macizo de La Jana-Piedrahita, limitada por la “cuesta” de caliza cretácica, la mayor parte de las aguas de escurrimiento procedentes de las vertientes septentrionales del macizo de La Jana, era detenida por la cuesta de caliza cretácica y absorbida por una serie de sumideros ex-

cavados ya en la propia cuesta de caliza cretácica, ya en la caliza de montaña; es el mismo fenómeno que ocurre hoy en menos escala y el responsable de la génesis de la depresión longitudinal actual, herencia de aquella “depresión periférica” ancestral, y de la concentración de dolinas al pie del contacto con el cretácico. Estos sumideros funcionaron de manera idéntica a

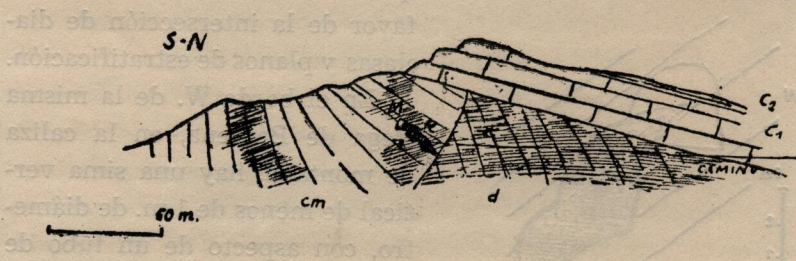


Fig. 10. — Corte del yacimiento de hematites de la Mina «Ana II»
Cm. Caliza de montaña; d. Zona dolomitizada en la misma caliza
C₁. Calizas aptienses con microfauna; C₂. Margas con braquiópodos
Fe. Bolsada de hematites estalactítica. M. Galería inferior de «Ana II»

como funciona hoy la dolina de la Avellanosa que sume las aguas de La Fuente del mismo nombre; esta dolina es en realidad una forma *superviviente* de la época en que a lo largo de toda la “cuesta” cretácica, la absorción se producía de manera análoga.

Por otra parte, cuando relacionamos estos sumideros fósiles y sus depósitos con los niveles de erosión de las vertientes septentrionales de La Jana y con los diversos tipos de dolinas y sus rellenos, nos enfrentamos con un cuadro asaz complejo, difícil de discernir en todos sus detalles, pero que nos indica sin lugar a dudas que la evolución cárstica ha tenido lugar en varias etapas alternando con fases de gran actividad epígea y condicionada por notables cambios climáticos. Vamos a ensayar un análisis retrospectivo de este complejo.

El punto de partida concreto más antiguo, son los sumideros fósiles de la “cuesta cretácica”; estos sumideros se excavaron en una época de fuerte pluviosidad, que permitía el escurrimiento por las vertientes septentrionales de La Jana; estos sumide-

ros están situados a 240-250 m. de altitud y son por lo tanto posteriores a la hombrera de 300-350 m.

A la época húmeda que produjo la excavación de los sumideros y el desarrollo de un Karst en la caliza cretácica, sucedió un período más seco y cálido, autor de los depósitos de hematites y de la consiguiente fosilización; estos depósitos representan en efecto un proceso de ultrarubefacción solo posible bajo

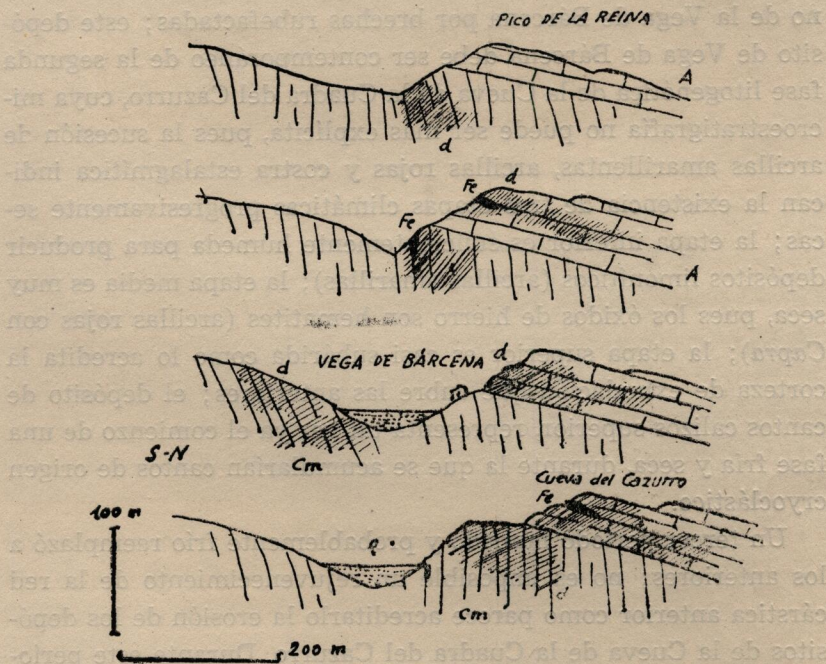


Fig. 11. — Cortes geológicos de los yacimientos de hematites de Vega de Bárcena en los permisos Ana I y Ana II
Cm. Caliza de montaña. A. Calizas aptienses
Fe. Bolsadas de Hematites. d. Zonas de dolomitización
Q. Cuaternario

un clima suficientemente seco para determinar la oxidación y deshidratación total de las sales de hierro que, disueltas en las escasas aguas que circularían por los sumideros, se precipitaron y concentraron en los mismos.

Un segundo período húmedo invade la región, iniciándose probablemente en este momento la excavación del valle del Deva, la “depresión periférica” pierde su primitivo carácter, al ser atacada por la erosión ascendente de los afluentes del Deva, formándose un valle longitudinal, antecesor del actual sobre el que se establecieron las dolinas de la Vega de Bárcena y Vega de Cabríos; un segundo período seco fué el responsable del relleno de la Vega de Bárcena por brechas rubefactadas; este depósito de Vega de Bárcena debe ser contemporáneo de la segunda fase litogenética de la Cueva de la Cuadra del Cazorro, cuya microestratigrafía no puede ser más explícita, pues la sucesión de arcillas amarillentas, arcillas rojas y costra estalagmítica indican la existencia de tres etapas climáticas progresivamente secas; la etapa inferior es suficientemente húmeda para producir depósitos limoníticos (arcillas amarillas); la etapa media es muy seca, pues los óxidos de hierro son hematites (arcillas rojas con *Capra*); la etapa superior es casi subárida como lo acredita la corteza de exhudación que cubre las anteriores; el depósito de cantos calizos superior, representa tal vez ya el comienzo de una fase fría y seca, durante la que se acumularían cantos de origen cryoclástico.

Un tercer período húmedo y probablemente frío reemplazó a los anteriores; no es imposible un rejuvenecimiento de la red cárstica anterior como parece acreditarlo la erosión de los depósitos de la Cueva de la Cuadra del Cazorro. Durante este período pueden engendrarse las dolinas tipo “jous” de la zona de la Avellanosa.

Esta tercera fase de carstificación está estrechamente ligada a la fase actual; sólo el depósito supuesto neolítico de la Cueva de la Cuadra del Cazorro media entre ambos; los suelos pardos y castaños manganésíferos que aparecen en las dolinas de Vega de Bárcena y Vega de Matallana recubriendo las arcillas rubefactadas pueden sincronizarse probablemente con el sedimento neolítico de la Cueva del Cazorro. Lo propio puede ha-

cerse con las arcillas manganesíferas de Piedrahita y Augurias que rellenan simas tipo "jous" y cuya abundancia en piro-lusita es consecuencia de la proximidad del yacimiento primario.

En cuanto al Karst muerto, representado únicamente por las cuevas de Cabríos y de la Espina ha de estar estrechamente relacionado con la primera fase de carstificación.

Podemos por lo tanto admitir en el macizo de La Jana, la existencia de tres fases de carstificación que han coincidido con tres período de clima húmedo con abundantes precipitaciones, separadas por dos períodos secos, durante los cuales se han depositado los sedimentos. El ciclo cárstico es pues ante todo función del clima que rige su desarrollo y evolución.

3. *Edad de las fases de carstificación*

Problema más ardúo y difícil se plantea al intentar datar las fases de carstificación, pues el único método posible consiste en relacionarlas con las rasas litorales, sobre cuya edad tampoco se está de acuerdo. Por este motivo preferimos dejar planteada la cuestión puesto que las conclusiones a que se puede llegar a este respecto solo pueden tener carácter muy provisional.

III. GEOLOGIA ECONOMICA

En el capítulo anterior hemos descrito el desarrollo del Karst en la zona de La Jana-Piedrahita y del mismo intuimos ya las importantes consecuencias que podemos obtener por lo que a Geología Económica se refiere. Ya se ha visto que dicho desarrollo ha originado concentraciones minerales que han permitido la demarcación de varias minas: "Pilar I y II" al W. de Alevia, en Piedrahita-Augurias; "Ana I y II", "Consuelo" y "Ampliación a Consuelo", en la zona de La Jana y Pico de la Reina hasta el Deva. Entre ambas existen todavía otras menos extensas.

Las demarcaciones situadas en el borde meridional de la serranía "Pilar I y II", "Consuelo" y "Ampliación a Consuelo" fueron denunciadas para la investigación de minerales de manganeso; "Ana I y II", lo fueron para el hierro.

Las minas de Alevia (denominadas hoy "Pilar I y II"), son conocidas ya desde hace bastantes años; Adaro (1) y Paillette (29), hablan ya de filones de pirolusita que contiene la caliza de montaña entre Cabrales y el Deva, en las vertientes del Deva. Vamos a ver que tipos de yacimientos y que características tienen estos minerales manganésíferos.

A) *Los yacimientos de minerales manganésíferos*

En la zona por nosotros reconocida los minerales de manganeso aparecen en dos tipos distintos de yacimientos:

- 1 Interestratificado en la caliza de montaña.
2. Formando depósitos coluviales, que rellenan dolinas o cubren las vertientes.

Los minerales del primer tipo de yacimiento son muy puros de ley más elevada (43-45% Mn.); los minerales del segundo tipo son de ley mucho menor y muy impuros por asociarse con arcillas (wads).

a) *Yacimientos de la caliza de montaña*

1.. *Estructura de los afloramientos*

En las antiguas explotaciones de la mina Pilar II, en Alevia, aparece como ya hemos indicado en Estratigrafía, una capa de pirolusita interestratificada con la caliza de montaña; la disposición de esta capa es como sigue:

Techo: Caliza gris.

0,2 m. Capa de pirolusita.

1,2 m. Caliza margosa impregnada de pirolusita.

Muro: Caliza gris.

Estas capas están situadas aproximadamente en el límite, entre las calizas tableadas del tramo inferior y la caliza compacta superior; están orientadas de W. a E. y buzan al N. 45°. Las

explotaciones antiguas han seguido estas capas algunas decenas de metros.

Esta capa parece proseguirse hacia el W., donde ha sido calicateada a lo largo de un centenar de metros; en unos afloramientos situados un poco más hacia el W. se encuentra una capa de pirolusita de 0,4 m. interestratificada siempre con la caliza

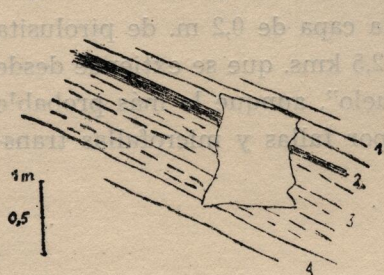


Fig. 12. — Corte de las labores antiguas de la mina «Pilar II» de Alevia

1. Caliza gris
2. Pirolusita
3. Caliza margosa con wad y pirolusita
4. Caliza gris.

de montaña; no obstante no podemos asegurar que esta capa sea la misma que aparece en la explotación, ya que aquí tiene 0,4 m. de potencia y no aparece el estrato margoso sobre el que se apoya; los contactos entre la capa de pirolusita y las calizas que le sirven de techo y de muro son sinuosos, mal definidos, contra lo que ocurría en la antigua galería de “Pilar II”; es posible que el aspecto del afloramiento sea algo distinto y por

lo tanto como no hemos estudiado a fondo este yacimiento, provisionalmente lo consideramos como la continuación de la capa de “Pilar II”.

Hacia el E., en cambio no aparecen huellas de esta capa; sólo a unos 50 m. de la entrada de las galerías hay una brecha caliza de aspecto tectónico de 3 a 4 m. de potencia que contiene trozos de pirolusita; es pues probable, que la capa de “Pilar II” esté interrumpida hacia el E., por una falla.

Los afloramientos orientales más próximos se encuentran en la canal del Recuenco a algo más de 2 kms. al E. de Pilar II; también allí en una labor antigua aparece una estructura idéntica a la de la galería de Pilar II, es decir, los 0,2 m. de pirolusita entre el techo de caliza gris y el muro de margas impregnadas de pirolusita; por el E., pues, la capa de Pilar II, se mantiene más de 2 kms. en completa regularidad y uniformidad, lo

que no implica forzosamente su continuidad estructural, puesto que pueden existir multitud de pequeños accidentes tectónicos que rompan la continuidad entre ambos afloramientos. Precisamente en el extremo E. de la antigua mina de Recuenco, la capa de pirolusita desaparece cortada por una diaclasa cizallante del sistema.

Parece existir por lo tanto una capa de 0,2 m. de pirolusita en una longitud de por lo menos 2,5 kms. que se extiende desde "Pilar II" a "Ampliación a Consuelo", aunque lo más probable es que la continuidad esté rota por fallas y microfallas transversales.

2. *Origen del yacimiento*

La clara disposición interestratificada que presenta la pirolusita tanto en Pilar II, como en la mina del Recuenco, hacen creer en un origen sedimentario, es decir, que se trata de una capa de pirolusita intercalada por un episodio litogenético especial, en la caliza de montaña.

En las masas de caliza de montaña de la zona oriental de Asturias no son raros los episodios litorales o paracontinentales, representados ya por delgadas intercalaciones de areniscas o cuarcitas, ya por capas limoníferas o ferríferas poco potentes; tal es el caso, a nuestro modo de ver de la pirolusita de La Jana.

Por otra parte, los yacimientos sedimentarios de minerales de manganeso son conocidos ya desde hace bastantes años y se muestran en las bibliografía de principios de siglo (3) (4) (5) (8) (13) (24). En este caso estamos en presencia de un yacimiento de pirolusita secundario, sedimentado conjuntamente con la caliza de montaña y recrystalizado por el ligero dinamometamorfismo que ha recrystalizado también parte de la caliza de montaña.

3. Características geotécnicas

El origen sedimentario del yacimiento y su extensión reconocida hacen que sea digno de atención industrial, dados los elevados precios actuales de las pirolusitas de ley media.

Dos afloramientos con idénticas características aparecen distanciados 2,5 kms.; si bien es cierto que no se ve un enlace directo entre ellos, no cabe duda que el yacimiento ha de ser muy extenso y su contenido evaluable en no menos de 100.000 toneladas (calculado admitiendo una continuidad de 2.500 m. x 0,2 x sólo 50 m. de anchura de capa = 25.000 metros cúbicos y una densidad de 4).

b) Yacimientos coluviales

Jalonando los afloramientos de pirolusita ya indicados se encuentra una banda de arcillas manganésíferas rellenando dolinas y fosilizando campos de lapiaz. En realidad las arcillas manganésíferas se encuentran muy dispersas en todo el macizo acompañadas de cantos de hematites generalmente pequeños, pero estos depósitos como ya se ha visto tienen poco espesor en general y un porcentaje pequeño de pirolusita mientras que en las inmediaciones de la capa de pirolusita ya indicada forman depósitos dignos de interés.

1. Los rellenos de la zona de Piedrahita

Las arcillas manganésíferas rellenan generalmente dolinas profundas embudiformes, de tipo "jou" y en los alrededores de las labores de "Pilar II" son especialmente abundantes. En el momento en que visitamos la mina se explotaba activamente el relleno de una dolina situada frente a la entrada de las labores antiguas. Varias muestras de arcillas manganésíferas, recogidas en los alrededores, han dado los siguientes medias, en el análisis granulométrico practicado con 100 gramos de muestra, después de tamizada con mallas de 1/2 mm.

4,66% de 1/2 mm.

10% de 1 a 3 mm.

3,66% de 5 mm.

16,2% de 1 cm., es decir, en total el 34,52% en peso.

El material resultante tiene la siguiente composición:

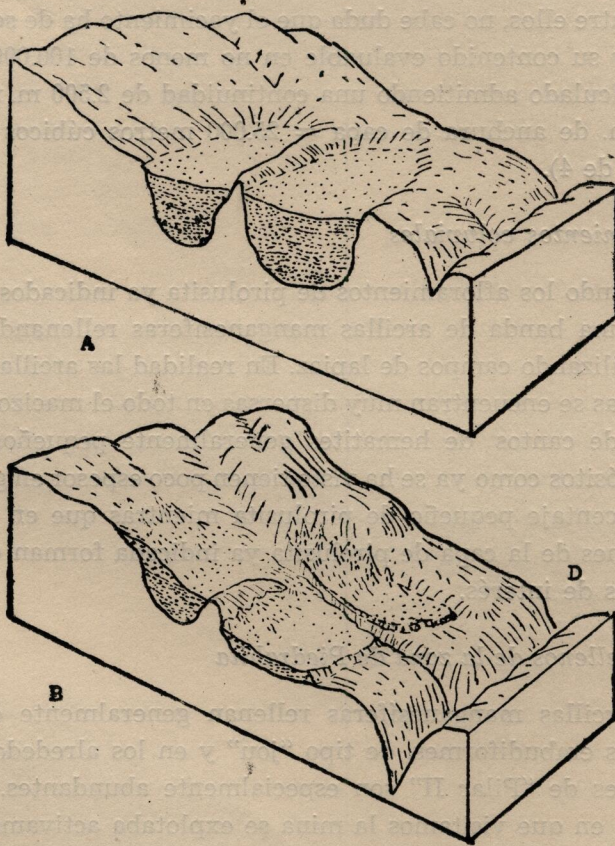


Fig. 13.—Evolución del yacimiento de manganeso de Narganes

A. Génesis del yacimiento por relleno de dolinas

B. Evolución y destrucción por excavación del Deva. (D)

1/2 mm. = 4% Arenisca y cuarcita	1 a 3 mm. = 4% Arenisca y Cuarcita
12% Cuarzo	1% Cuarzo
7% Hematites	9% Hematites
80% Wad y pirolusita	86% Wad y Pirolusita
5 mm. = 4% Arenisca y cuarcita	< 1 cm. = 10% Arenisca y cuarcita
5% Hematites	10% Hematites
85% Wad y pirolusita	80% Wad y pirolusita
1% Cuarzo	

de manera que cada 100 grs. de arcilla manganesífera contienen como término medio 24 gramos de wad y pirolusita en granos de diámetro superior a 1/2 mm.

Todos los materiales son fuertemente angulosos excepto las pisolitas de wad y pirolusita.

2. Yacimientos de Narganes

En las vertientes orientales de La Jana, al pie de la carretera de Colombres a Narganes, entre el km. 19 y 20 hay otro importante depósito de arcillas manganesíferas coluviales, que proceden probablemente del relleno de una dolina decapitada por la erosión ascendente de las vertientes del Deva.

La composición de este depósito es algo distinta a la de los de Piedrahita, a pesar de tener un origen semejante; el análisis granulométrico practicado con varias muestras de 100 gramos, después de tamizado con mallas de 1/2 mm. ha dado la media siguiente:

- 96 grs. de arcilla y finos < de 0,5 mm.
- 2 gramos de cuarzo, caliza y cuarcita > 0,5 mm.
- 2 gramos de wad asbolana, > 0,5 mm.

es decir, que aquí sólo el 2 % es utilizable industrialmente; el estudio de los finos de 0,5 mm. ha dado los siguientes resultados:

Entre 0,2 y 0,5 mm.	Finos de $< 0,2$ mm.
Wad y asbolana 30%	Arcilla amarillenta 65%
Cuarzo y cuarcita 70%	Cuarzo y cuarcita 30%
	Wad y asbolana 5%

Este depósito ha sido calicateado en su base, cerca de la carretera, dejando al descubierto unos 5-6 m. de arcillas manganesíferas, pero no cubren uniformemente la ladera, sino que ocupa el fondo de una hondonada que ha derivado con toda probabilidad de la decapitación de una uvala, por la erosión de las vertientes del valle del Deva. A unos 60 m. por encima de la carretera hay los restos de un umbral de caliza que separaba dos dolinas, a expensas de cuya conjugación debió formarse la uvala. Se trata pues de un "yacimiento residual" profundamente degradado y en gran parte destruido por la erosión.

3. Génesis de los yacimientos

Las concentraciones de minerales de manganeso de Piedrahíta y de Narganes son yacimientos residuales (13), que proceden de la degradación del yacimiento sedimentario ya descritos en Augurias y en Recuenco. Son por lo tanto sedimentos fosilizantes del Karst, cuya riqueza en wad es consecuencia de la proximidad al yacimiento de pirosulita de la caliza de montaña y con toda probabilidad corresponde a una fase de relleno reciente que en nuestra distribución cronológica hemos situado en el neolítico.

Yacimientos análogos, relacionados con el Karst, se han descrito desde hace ya años en todo el mundo (5) (8) (13) (4) hasta el punto de que un tanto por ciento no despreciable de los minerales de manganeso que se utilizan actualmente en el mundo es de origen coluvial.

Acerca del carácter coluvial de este depósito no cabe la menor duda, no sólo por su forma de yacer, sino por la naturaleza

y características de los minerales que la integran; en efecto, el cuarzo que casi siempre se presenta cristalizado en formas bipiramidales procede de la destrucción de los horizontes, ricos en estos cristales; la arcilla amarillenta que forma el cemento del depósito es un producto de decalcificación de la caliza, realizado bajo un clima medianamente húmedo; la hematites procede igualmente de las zonas de la caliza de montaña que la contienen en pequeñas cantidades; la cuarcita y arenisca, en fin, han de proceder a las intercalaciones delgadas de esas rocas que a veces se encuentran en la caliza de montaña; todos los minerales son fuertemente angulosos, menos el wad y la hematites, lo que indica que el yacimiento original no puede ser muy lejano.

En los depósitos coluviales que cubren las vertientes, a distancias a veces grandes de yacimientos reconocidos de hierro o de manganeso se encuentran los mismos minerales, pero en proporción mucho menor especialmente el wad y la hematites; esta está bien rodada y sólo por su dureza y tenacidad, puede distinguirse a simple vista del wad.

Un análisis granulométrico practicado en la capa alta del relleno de la Vega de Matallana, con 100 gramos tamizados con malla 0,5 mm. ha dado el siguiente resultado:

99,5 gramos de arcilla y finos < de 0,5 mm.

0,4 gramos de cuarzo y cuarcita > 0,5 mm.

0,1 gramos wad, pirolusita y hematites > 0,5 mm.

Los granos mayores de 0,5 mm. no exceden aquí nunca de 2 mm. lo que parece indicar que sólo en las inmediaciones del yacimiento primario se depositan cantos de tamaño superior a 5 mm.

Los rellenos cársticos que constituyen hoy yacimientos manganesíferos dignos de atención han de ser relacionadas, pues, con la II fase de carstificación del macizo de La Jana-Piedrahita y deben ser considerados como procedentes de decalcificación

de las zonas calizas inmediatas a las capas de pirolusita de la caliza de montaña, que han fosilizado al lapiaz y las dolinas inmediatas a dichas capas.

4. Consideraciones geotécnicas.

Los yacimientos de Piedrahita, en activa explotación debe contener una reserva importante de mineral, aunque nuestras ligeras observaciones no nos han permitido obtener datos precisos; no obstante la dolina actualmente en explotación no puede contener una reserva menor de 100.000 Tm. dados los porcentajes obtenidos en el análisis granulométrico y las dimensiones del relleno. Si añadimos a este los rellenos de los alrededores se puede sin temor duplicar la cifra de reserva en manganeso del yacimiento.

No ocurre lo propio con las dolinas demolidas de Narganes, Tanto el volumen de arcilla manganesífera como el porcentaje en wad de la misma es mucho menor; el volumen del relleno puede evaluarse como mínimo en 200 m (longitud) \times 100 m. (anchura) \times 2 m. (profundidad) = 40.000 m³ que pueden representar unas 80.000 toneladas, admitiendo una densidad media de 2 para todo el relleno, lo que nos da una cifra de más de 1.600 a 2.000 toneladas de pirolusita (siendo solo el 2% el contenido útil del depósito).

B) Los yacimientos de hematites.

Los depósitos ferríferos están circunscritos, como ya hemos dicho a lo largo del contacto del carbonífero con el cretácico. Los afloramientos han sido ya descritos al hablar del Karst fósil de manera que no incurriremos en repeticiones, especialmente cuando dichos yacimientos por su naturaleza, génesis y escasa reserva mineral, caen mejor dentro del capítulo dedicado al Karst que al de Geología Económica.

No obstante el hecho de haber merecido la atención desde el punto de vista minero, puesto que su presencia ha originado la

concesión de las demarcaciones "Ana I" y "Ana II" y la realización de algunas labores en esta última, nos obliga a dedicarles algunos renglones.

El origen de los depósitos, por relleno de los sumideros excavados en el contacto de la caliza cretácica con el carbonífero, implica forzosamente una independencia absoluta de todos los afloramientos. Estos depósitos han de calificarse pues, de "bolsadas de Hematites" cuya cubicación no puede ser grande, pues la red cárstica tuvo carácter incipiente, prueba de ello nos la dá la bolsada, cortada por la galería de Ana II, cuyas reducidas dimensiones son bien patentes. No es posible por lo tanto encontrar una continuidad o enlace entre los diversos afloramientos, pues no solo el origen, sino la estructura de los mismos, nos ilustra acerca de su verdadero carácter.

En su consecuencia, no puede existir tampoco relación alguna entre bolsas de hematites y la zona de dolomitización que se extiende a lo largo del contacto cretácico-carbonífero.

El carácter sedimentario y tipo cárstico del relleno, viene corroborado por:

1. La estructura, estalactítica, concrecionada y mamelonar de los rellenos de hematites.
2. Las arcillas y brechas que acompañan al relleno de hematites.
3. Las relaciones con la evolución cárstica, ya indicadas.

Por consiguiente, estas bolsadas no merecen atención industrial alguna, puesto que la reserva de mineral existente ha de ser muy pequeña; en la bolsa de la galería de "Ana II" admitiendo que el relleno alcance a una profundidad de 10 m., la cubicación es la siguiente: $3 \times 3 \times 10 = 90$. o sean 360 toneladas (densidad de la hematites=4); si admitimos cubicaciones semejantes para la calicata de la cota 220 y para los rellenos de la sima y cueva de la Cuadra del Cazorro obtendremos 360×4 afloramientos=1440 toneladas.

Las calicatas y afloramientos de la Vega de Bárcena y de Braña Vieja son indudablemente mucho más pobres y no pueden ser tenidos en consideración.

CONCLUSIONES

El estudio geológico y morfológico realizado en la terminación oriental de la Sierra de Cuera nos ilustra acerca de la evolución cárstica del macizo de La-Jana-Piedrahita y permite llegar a las siguientes conclusiones:

A. Sobre la estructura geológica:

1. El macizo de La Jana-Piedrahita, es un horst de caliza de montaña, elevada entre dos zonas cretácicas (Deva y Colombres). En la parte E. del borde N. del macizo las calizas aptienses se apoyan normalmente y en discordancia sobre la caliza de montaña.

2. Carbonífero y cretácico presentan fenómenos de dolomitización pero es probable que correspondan a dos fases de dolomitización distintas.

B. Sobre la morfología.

1. El país deriva de una penillanura probablemente terciaria (nivel de 600-700 m.). Sucesivamente se han encajado en ella otros niveles más modernos a 500 m. 350-400 m.; en el reborde N. aparecen las "sierras planas" la más elevada a 250 m.; la más baja a 5-6 m. en La Franca.

2. Se reconocen tres fases de carstificación. Las aguas cársticas se dirigen siempre en su mayor parte hacia el N. desde la 1.ª carstificación; durante esta, la caliza aptiense discordante formaba una "cuesta" que detenía las aguas procedentes del S. y las absorbía en parte, originando sumideros, fosilizados luego por depósitos de hematites.

C. Sobre la Geología económica.

1. Se han reconocido dos grupos de yacimientos: manganesíferos y ferríferos. Los primeros obedecen a los tipos: De

sedimentación sincrónica a la caliza de montaña y coluviales. Los segundos son los depósitos de la 1ª fase de karstificación que fosilizan una red cárstica incipiente.

2. Los yacimientos manganesíferos de ambos tipos merecen especial atención, pues contienen reservas de ciertas importancia. Los rellenos ferríferos son muy pobres en reservas y no merecen atención industrial.

Instituto de Geología Aplicada
de la Universidad de Oviedo

RÉSUMÉ

On étudié la géologie et la morphologie karstique du massif de La Jana (Colombres) en rapport avec les gîtes de minéraux de fer et de manganèse. Le massif de La Jana est un "horst" de calcaire de montagne élevé entre deux zones crétacées effondrées. Sur le flanc N. le calcaire aptien s'appuie en discordance sur le calcaire de montagne. Les deux calcaires ont été en partie dolomitisés, probablement à deux époques différentes.

On y reconnaît trois phases de karstification. Les eaux souterraines se sont dirigées toujours vers le N. depuis la première phase de karstification; au cours de celle-ci le calcaire aptien discordant formait une "cuesta" dans laquelle se perdaient les eaux provenant du S. Les cavernes résultantes furent ensuite fossilisées par des dépôts d'hématite.

Les gîtes minéraux sont en rapport avec l'évolution géologique et surtout karstique de la région. Il en existent deux groupes: manganesifères et ferrifères. Les premiers sont, à leur tour, de deux types: de sédimentation synchrone au calcaire de montagne et colluviaux. Les deuxièmes sont les dépôts de la première phase de karstification, fossilisant un réseau karstique incipient.

SUMMARY

The carstic geology and morphology of "La Jana" massif (Colombres) has been studied in relation to the iron and manganese ore deposits. "La Jana" massif is a "horst" of mountain limestone, rising between two sunk cretacic zones. On the N. side, the aptiense limestone leaning discordantly on the mountain limestone. The two calcareous rocks having partly been dolomitized; it may be at different epochs.

Three carstification phases have been recognized. The subterranean waters always flowing north, mainly since the first carstification phase. During that phase, the discordant aptiense calcareous rock formed a "slope" at which the waters coming from the S. vanished. The resulting caverns were fossilized by hematites layers.

The ore deposits are, then, mainly in relation to the karstic evolution of the region. There are two groups: of manganese and of iron. The former being of two types: of sedimentation synchronous to the mountain calcareous rock and coluvial. The latter being depositions from the first karstification phase, fossilizing an embryonal karstic net.

BIBLIOGRAFIA

1. ADARO Y MAGRO, L. Y JUNQUERA, G.: Criaderos de hierro de Asturias. Tomo. II de "Criaderos de hierro de España". Mem. Inst. Geol. España. Madrid, 1916.
2. BIROT, P. Y SOLÉ SABARIS, L.: Recherches morphologiques dans le NW. de la Peninsule Iberique. Publ. Inst. Geol. Barcelona, n. 211, 61 pp., 8 figs., 4 láms., Barcelona 1954.
3. DALE, N. C.: The Cambrian manganese deposit of Concepcion and Trinity Bays, Newoundland. Proc. Am. Philos. Soc., vol. 54, págs. 371-456, 1915.
4. EMMONS, W. H.: The principles of Economic Geology. 529 pp., 329 figs., New York, 1940.
5. FERMOR, L. L.: The mangesiferous deposits of India. Ind. Geol. Survey Men., vol. 37, pt. 1, págs. 1-1294, 1909.
6. GÓMEZ DE LLARENA, J.: El lenar inverso en la formación de las cavernas. Speleon, tom. IV, n. 1, págs. 1-10, 3 figs., 3 láms., Oviedo 1953.
7. GUILCHER, A.: La plage ancienne de La Franca (Asturias). Com. Rend. Soc. Acad. Scienc., tom. 241, págs. 1603-1605, París 1955.
8. HARDER, E. C.: Manganese deposits of the United States. V. S. Geol. Survey Bull. 427, pág. 1-298, 1910.
9. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: Las rasas litorales de la costa cantábrica en su segmento asturiano. Comp. Rend. XVI Congr. Int. Geogr. Lisboa. págs. 29-88, 9 figs., 13 lám. Lisboa, 1949.
10. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.; LLOPIS LLADÓ, N.; JORDA, F. Y MARTÍNEZ, J. A.: El cuaternario de la región cantábrica. Guía de la excursión N.º V Congreso Internacional de INQUA. 1 vol., 72 págs., 9 figs., 2 map., Oviedo 1957.

11. HERNÁNDEZ-SAMPELAYO, P. Y KINDELAN, A.: Explicación de la Hoja n.º 32 Llanes, del Mapa Geológico de España 1:50.000. 1 vol., 109 págs., 13 figs., X lám., Madrid 1950.
12. KARRENBERG, H.: Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-Asturischer Gebirges. Abh. Ges. Wissensch. Göttingen, Math-Phys. Kl. 3, F. H. 11. Berlin 1934.
13. LINDGREN: Mineral Deposits. 1 vol., 930 págs., 333 figs., New York 1933.
14. LLOPIS LLADÓ, N.: Morfología e hidrología subterránea de la parte oriental del macizo cárstico de Garraf (Barcelona). Est. Geogr: año II, n.º 4-5, págs. 413-366, 13 figs., IV láms., Barcelona, 1941.
15. LLOPIS LLADÓ, N.: Contribución al conocimiento morfoestructural de los Catalánides. Tesis Doctoral. Resumen en Bol. R. S. E. H. N., t. XLI, págs. 593-604, Madrid 1944.
16. LLOPIS LLADÓ, N.: Problemas tectónicos de la zona axial pirenaica. Bol. I. G. M. E., t. LIX, págs. 165-219, 15 figs., 1 map., Madrid 1946.
17. LLOPIS LLADÓ, N.: La evolución hidrogeológica de la cueva del Requeixu (Parres-Asturias). Speleon, t. I, nos. 3-4, págs. 149-175, 5 figs., II láms., bibliogr., Oviedo, 1950.
18. LLOPIS LLADÓ, N.: Mapa geológico de los alrededores de Oviedo (Escala 1:25.000 — 1 Hoja). Publ. Excma. Dip. Provincial de Asturias. Oviedo 1950.
19. LLOPIS LLADÓ, N.: Sobre la tectónica germánica de Asturias. Bol. Sos. Esp. Hist. Nat., Tom homenaje a E. Hernández-Pacheco, págs. 415-429, 3 figs., Madrid 1954.
20. LLOPIS LLADÓ, N.: El relieve de la región central de Asturias. Est. Geog. año XV, n.º 57, págs. 501-550, 10 figs., VIII láms., Madrid 1954.
21. LLOPIS LLADÓ, N.: Glaciarismo y cartificación en la región de la Piedra de San Martín. Geographica, n.º 5-6, págs. 21-42, 14 figs., 9 fots., Zaragoza 1955.
22. LLOPIS LLADÓ, N.: Datos geológicos y geotécnicos sobre las concesiones mineras "Ana" y "Consuelo" (Colombres-Asturias), 18 págs. 1 map., II láms., Oviedo 1956. (Informe técnico, inédito).
23. MACAR, P.: Essai de Géomorphologie normal. 1 vol, 304 págs., 212 figs., Liege 1946.
24. MALLET, F. R.: On Lateritic and other Manganese ores at Gosalpur.

- Jabalpur Orstrict. Rec. Geol. Surv. Ind., t. 16, págs. 116-118, Calcutta 1884.
25. MALLET, F. R.: Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja n.º 32, LLANES, 1 vol., 109 págs., 12 figs., XI láms. 1 map., Madrid 1950.
26. MENGAUD, L.: Note sur le Crétacé et le Tertiaire de la Côte Cantabrique. A: F. A. S. Congres de Dijon S: 407. 1911.
27. MENGAUD, L.: Recherches géologiques dans la Région Cantabrique. 1 vol., 370 págs., 87 figs., XIV láms., 8, 3 maps., Toulouse 1920.
28. MENGAUD, L.: Sur la tectonique des environs de Infiesto, Arriendas et Ribadesella. C. R. Ac. Sc. Paris, t. 158, págs. 1381-1383.
29. PAILLETE, A.: Apuntes históricos sobre la minería antigua del Principado de Asturias., Oviedo 1844.
30. SEGRE, ALDO G.: I fenomeni carsici e la Speleologia del Lazio. Ppbl. Ist. Geogr. Univ. Roma., serie A, n.º 7, 236 págs., 33 figs., VIII láms., 1 map., Roma 1948.
31. SOLCH, JOH.: Die Landformung der Steiermark (Grundzüge einer Morphologie). 221 págs., XVII láms., 3 maps., 1 cuad., Graz 1928.
32. SOLE SABARIS, L.: (En colab. con N. Llopis Lladó) Península Ibérica: I—Geografía Física. Tomo IX de la Geografía Universal publ. bajo la direc. de P. Vidal de la Blanche y L. Gallois. 1 vol. de 500 págs., 186 figs., 96 láms., 1 map., Barcelona 1951.
33. STICKEL, R.: Die Geographische Grundzüge Nordwestspaniens einschlies slich von Altkastilien. Verh. Ges. Tog. Magdeburg, 1929, págs. 147-154, Breslav 1930.
34. VERNEUIL, E. DE: Sur le terrain crétacé et le terrain a Nummulites des Asturias. Bull. Soc. Geol. France, 2 eme. ser., t.VI, pág. 522-524, 1 fig., París 1849.
35. VERNEUIL, E. DE: Terreno cretáceo de España. Rev. Minera, t. III, págs. 339-346, 361-367 y 464-471, I lám., Madrid 1852.
36. VERNEUIL, E. DE Y COLOMB, E.: Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. Bol. Soc. Geol. France, 2 eme. ser., vol. 10, págs., 61-147, IV láms., París 1852.
37. VOSSELER, P.: Die Ausbildung und Zerstörung tertiärer Rumpflächen in Nordwesten der Iberischen Hälbinsel. C. R. Comg: Inter. Geogr., T. II, 1 er. fasc., págs. 535-541, 2 figs., París 1931.

— 62 —

Finalmente las dos mencionadas sinas. Durante los reconocimientos se descubrieron además dos nuevas pequeñas cavidades (Font Tardor, Font de la Moisa), las cuales, a pesar de sus reducidas magnitudes, presentan un elevado interés geoespeleológico, pues pertenecen a un determinado tipo del cual no se halla ningún otro ejemplo en todo el macizo de Garraf.

Habiéndose descrito en el mencionado trabajo sobre el Fondo de les Tarradelles (6) las características geomorfológicas del mismo, así como su general funcionamiento y su evolución hidrográfica.

Sobre la evolución del fondo de les Tarradelles (Nota complementaria)

POR

JOAQUIN MONTORIOL POUS y LUIS MUNTAN ENGBERG

El objeto de la presente nota no es otro que el aportar algunos datos recientemente adquiridos, que pueden completar los actuales conocimientos sobre la evolución hidrogeológica del Fondo de les Tarradelles (macizo de Garraf, Barcelona). En efecto, cuando el primero de los que suscriben publicó los resultados de las exploraciones y estudios llevados a cabo en el "fondo" (6), se tenía noticias que hacían presumir la posible existencia de otras dos cavidades en el mismo. Una de ellas era el Avenc del Penya—segat, citado por Amat (1) sin precisar bien su situación, por lo que jamás pudo volver a encontrarse; otra era el Avenc de l'Eura, cuya situación nos fué indicada erróneamente por unos pastores, debido a lo cual tampoco pudo ser hallado.

Los múltiples trabajos de prospección, realizados, con la colaboración de numerosos consocios del G. E. S. del C. M. B., a lo largo de las dos vertientes del valle, han permitido localizar

finalmente las dos mencionadas simas. Durante los reconocimientos se descubrieron además, dos nuevas pequeñas cavidades (Forat Terrós, Forat de la Molsa), las cuales, a pesar de sus reducidas magnitudes, presentan un elevado interés geoespeleológico, pues pertenecen a un determinado tipo del cual no se halla ningún otro ejemplo en todo el macizo de Garraf

Habiéndose descrito en el mencionado trabajo sobre el Fondo de les Tarradelles (6) las características geomorfológicas del mismo, así como su general funcionamiento y su evolución hidrogeológica, vamos a pasar directamente al estudio de las cavidades recientemente exploradas.

I. ESPELEOGRAFIA Y ESPELEOMORFOLOGIA

A) VERTIENTE DERECHA.

1. AVENC DE L'EURA (—8 m.) (B-01.01.101) (fig. 1).

a) *Situación*

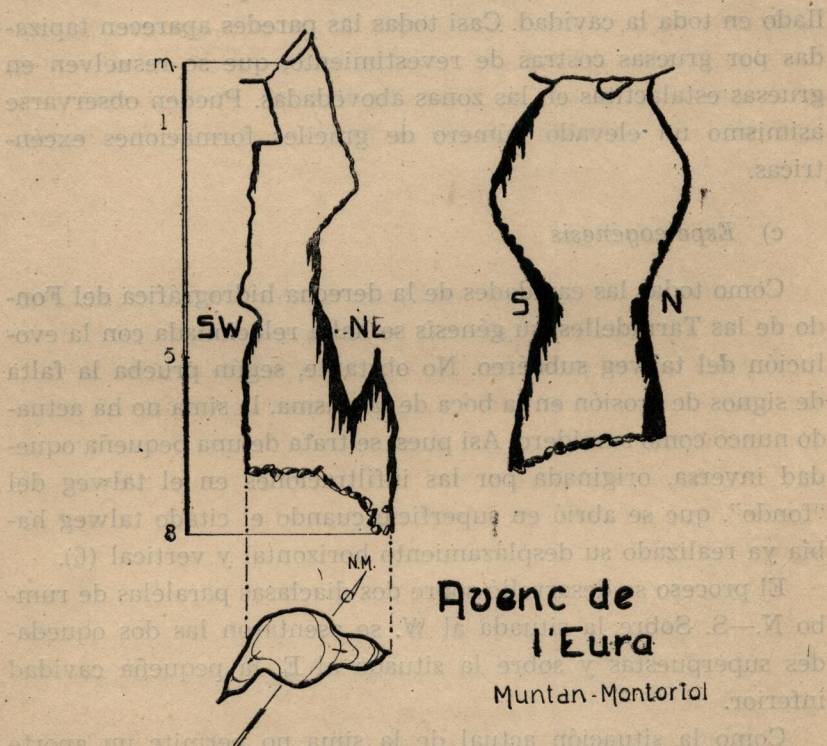
Se trata de la sima desarrollada a menor altura sobre el talweg del "fondo", ya que entre la boca de la cavidad y su proyección sobre el mismo hay sólo 6 m. de desnivel. Como el pozo posee un desarrollo vertical de 8 m., el fondo de la oquedad queda a nivel inferior al del talweg subaéreo.

La boca de la formación se abre a 430 m. de altitud y a escasa distancia del Avenc del Vallés. Su situación es fácilmente localizable, ya que en las vertientes de enfrente (izquierda hidrográfica), ligeramente aguas abajo, se desarrolla una gran colada de bloques, muy visibles.

B) *Espeleografía y espeleomorfología*

La cavidad comunica con el exterior a través de dos bocas, de las cuales sólo es penetrable la más meridional. Ninguna de ellas presenta el menor signo de erosión.

Atravesada la abertura, la sima se ensancha rapidamente según la dirección N.—S., conservando siempre reducidas dimensiones. A —2 m., su sección ofrece el diámetro de 3 m., estrechándose luego progresivamente hasta los 4 m., en donde oscila alrededor de 1 m. A partir de este punto vuelve a ensancharse, hasta alcanzar 2 m. en el fondo. Este curioso desarrollo, que



se observa esquemáticamente en la sección N.—S., aparece menos claro según otras secciones, pero se conserva algo en todas ellas (por ejemplo en la NE.—SW. que aparece en la figura). Hay que hacer constar que la boca se abre lateralmente en el ensanchamiento superior, aunque casi en la cúspide del mismo.

En su parte terminal, el ensanchamiento inferior se une lateralmente con una pequeña oquedad que se prolonga ligeramente hacia arriba. El piso, que se halla ocupado por materiales clásticos de reducido tamaño, forma ligera pendiente hacia la misma, cuyo extremo, a —8 m., constituye el punto terminal de la pequeña sima.

El proceso quimiolitogénico se halla ampliamente desarrollado en toda la cavidad. Casi todas las paredes aparecen tapizadas por gruesas costras de revestimiento, que se resuelven en gruesas estalactitas en las zonas abovedadas. Pueden observarse asimismo un elevado número de gráciles formaciones excéntricas.

c) *Espeleogénesis*

Como todas las cavidades de la derecha hidrográfica del Fondo de las Tarradelles, su génesis se halla relacionada con la evolución del talweg subaéreo. No obstante, según prueba la falta de signos de erosión en la boca de la misma, la sima no ha actuado nunca como sumidero. Así pues, se trata de una pequeña oquedad inversa, originada por las infiltraciones en el talweg del "fondo", que se abrió en superficie cuando el citado talweg había ya realizado su desplazamiento horizontal y vertical (6).

El proceso se desarrolló sobre dos diaclasas paralelas de rumbo N.—S. Sobre la situada al W. se asentaron las dos oquedades superpuestas y sobre la situada al E. la pequeña cavidad inferior.

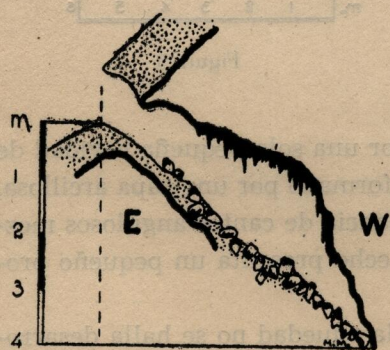
Como la situación actual de la sima no permite un aporte de carbonato calcico capaz de originar el amplio proceso litogénico observable, es evidente que las formas reconstructivas pertenecen a la fase en que la sima se hallaba bajo el eje del "fondo", o sea antes de abrirse en superficie, correspondiéndose con un periodo de poca actividad hídrica, durante el cual sólo tuvieron lugar infiltraciones lentas.

La reducida cantidad de productos clásticos que se hallan en

el fondo de la cavidad, proceden de desprendimientos en la bóveda superior (incrementados por unos pocos materiales pertenecientes a las paredes). Estos pequeños hundimientos, que cierran la historia evolutiva de la sima, son precisamente los responsables de la abertura de la misma en superficie.

2. FORAT TERROS (—4 m.) (B—01.01.102) (fig. 2)

Esta pequeña formación situada a 7 m. sobre el talweg del valle y a 450 m. de altitud, entre la sima que hemos estudiado en el apartado anterior y el Avenc del Vallés, se halla constituida



Forat Terrós

Figura 2

por una única oquedad en rampa (40° de inclinación), que se hunde hacia el W., terminando a los —4 m. La boca de la misma no se abre en la roca caliza, sino en el manto limoso (de casi 1 m. de potencia) que recubre la pendiente. Como que tales limos son poco coherentes, van desprendiéndose continuamente en el interior de la cavidad, alimentando la rampa terrosa del interior.

Es indudable que tal mecanismo acabará fosilizando completamente la pequeña cueva-sima.

El interior de la oquedad presenta un proceso quimiolitogénico incipiente con isotubulares desarrollado principalmente en el techo. Las pequeñas formas reconstructivas no recubren totalmente las paredes, debido a lo cual puede observarse que la parte coherente de la cueva no se halla desarrollada en calizas compactas, sino en una formación brechoide bastante mal cementada. Como que la cavidad que vamos a estudiar a conti-

nuación presenta unas características semejantes, dejamos todo lo concerniente a origen y evolución para el próximo apartado.

3. FORAT DE LA MOLSA (6 m.) (B—01.01.103) (fig. 3)

Se encuentra situada inmediatamente debajo de la sima del Vallés, apareciendo constituida por una sola pequeña cavidad de 6 m. de longitud. El piso se halla formado por una capa arcillosa, cuya primera mitad ofrece abundancia de cantos angulosos mezclados. En su parte terminal, el techo presenta un pequeño proceso reconstructivo.

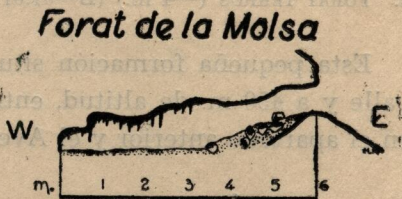


Figura 3

Vallés, apareciendo constituida por una sola pequeña cavidad de 6 m. de longitud. El piso se halla formado por una capa arcillosa, cuya primera mitad ofrece abundancia de cantos angulosos mezclados. En su parte terminal, el techo presenta un pequeño proceso reconstructivo.

Al igual que el Forat Terrós, la oquedad no se halla desarrollada en caliza compacta, sino en una formación brechoide bastante mal cementada. La única diferencia estriba en que aquí la formación es perfectamente visible en el exterior, mientras que el caso del Forat Terrós es únicamente observable dentro de la cavidad ya que el manto limoso la recubre totalmente.

Espeleogénesis de las dos cavidades

Ninguna de ellas ofrece el menor signo de erosión, mientras que las arcillas del piso presentan abundancia de cantos angulosos, en todo iguales a los que constituyen la formación brechoide en la cual se hallan desarrolladas. Todo ello indica un origen exclusivamente quimioclástico, máxime teniendo en cuenta que la

citada formación aparece muy mal cementada, bastando una pequeña decalcificación para que se produzca una neoformación por hundimiento. Después de su génesis, no se ha desarrollado en las pequeñas cavidades otra fase que el minúsculo proceso reestructivo observable en ambas.

En lo que se refiere a la masa brechoide en la que se hallan desarrolladas, su origen hay que buscarlo en los materiales procedentes de la degradación del cantil del cañón kárstico, que han sido cementados por las aguas de escurrimiento cargadas de carbonato cálcico. En efecto, encima mismo de las cavidades, puede apreciarse como el cantil ha retrocedido, perdiendo altura y formándose a su pie un amplio talud. Los materiales que lo forman aparecen completamente sueltos en su parte superior (al menos en su porción visible, aumentando su grado de cementación en función de la disminución de cota, de tal manera que al llegar a la altura de las cuevas forman una masa bastante compacta.

B) VERTIENTE IZQUIERDA.

4. AVENC DEL PENYA-SEGAT (—26 m.) (B—01.01.20) (fig. 4)

a) *Situación*

La boca de la sima se abre a 495 m. sobre el nivel del mar y a 60 m. de altura sobre el talweg del valle, en un lugar áspero y de difícil acceso (su nombre alude precisamente a tal situación). El lugar es, sin embargo, fácilmente localizable; en efecto, situados en el fondo del valle, exáctamente debajo del Avenc de l'Eura, se desarrolla frente a nosotros, en la vertiente opuesta, una inclinada canal ocupada por una colada de bloques calizos; basta remontar la canal hasta su extremo superior para hallar la sima. El hecho de que, a pesar de haberse realizado insistentes búsquedas, se hayan tardado 33 años en redescubrir la cavidad (1), fué debido a no poseerse la menor indicación sobre su situación exacta, sabiéndose únicamente que se hallaba en el Fondo de les Tarradelles, al pie de un despeñadero.

b) *Espeleografía y espeleomorfología*

La boca de entrada, orientada al S. 30 E., no es más que una abertura lateral secundaria que desemboca casi en la cúspide de una magnífica cavidad fusiforme. El huso se desarrolla con

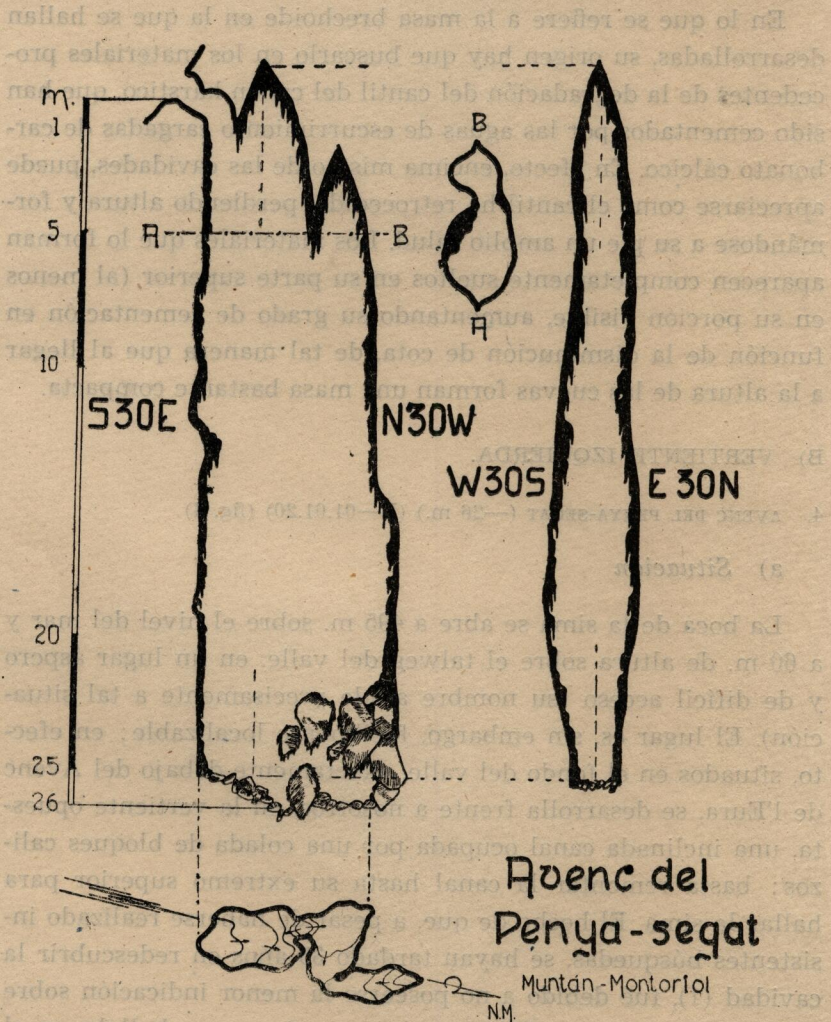


Fig. 4

absoluta verticalidad hasta —26 m., que es la mayor profundidad de la sima.

La oquedad descrita ha hecho coalescencia lateral con otra cavidad fusiforme desarrollada al NW. (ver sección horizontal AB), por lo cual la forma de huso aparece más esquemática en la sección vertical E30N que en la N30W (puede apreciarse asimismo en esta última sección, en la porción superior individualizada de ambos husos).

Tanto las paredes de los dos pozos, como las bóvedas que se desarrollan sobre ellos, presentan un amplio proceso quimiolítico que ha llegado a formar una costra de revestimiento sin solución de continuidad. Las bóvedas y las zonas de las paredes en desplome ofrecen formaciones estalactíticas bien desarrolladas, algunas de las cuales llegan a sobrepasar 1 m. de longitud.

La planta de la sima presenta una topografía irregular, debida ha hallarse ocupada por productos clásticos de gran tamaño entre los cuales han quedado cavidades. Los bloques se hallan parcialmente cementados por el proceso reestructivo, siendo de interés señalar que las formas estalactíticas y estalagmíticas asentadas sobre ellos aparecen con sus ejes desarrollados exactamente según la dirección vertical.

c) *Espeleogénesis*

Se trata de una cavidad inversa (2), engendrada por la coalescencia lateral de dos husos asentados sobre una diaclasa N30W, que canalizaba las infiltraciones en profundidad. Hasta los —5 m. los dos husos aparecen individualizados, pero a partir de esta profundidad nos hallamos ante una cavidad única, sin restos del primitivo diafragma separador. Ello indica que la sima se halla en un avanzado estado de evolución morfológica, pues en el caso de encontrarse el proceso en su primera fase se observarían las clásicas ventanas entre restos del diafragma.

Los materiales amontonados en la planta se hallan en íntima

relación con el fenómeno de la coalescencia, pues se trata de los restos del tabique separador, hundidos por la acción combinada de la erosión-corrosión, que ensancha los husos, y el mecanismo de la decalcificación. Se trata, por lo tanto, de un proceso glyptoclástico desarrollado sobre una directriz vertical. Cabe indicar que los estudios que tenemos en curso en las grandes simas del macizo de Garraf, parecen indicar que se trata de un fenómeno sumamente corriente. Es un verdadero mecanismo glyptoclástico (5) (erosión + decalcificación + gravedad), que difiere de los de las grandes salas de las cavernas por ser su directriz vertical en vez de horizontal. Hemos hallado, no obstante, casos mixtos por ejemplo, el Avenc de Son Pou) (7).

El proceso es anterior a la quimiolitogénesis, según ponen de manifiesto las dos observaciones siguientes: 1) La costra reconstructiva desarrollada sobre la pared N. cabalga en forma de colada sobre los materiales clásticos de tal extremo, englobándolos y cementándolos; 2) Las estalactitas y estalagmitas que aparecen sobre los bloques presentan, como ya se ha indicado, sus ejes rigurosamente verticales. La no existencia de concreciones con el eje inclinado indica que cuando se produjo el hundimiento, el diafragma separador de los dos husos se hallaba vigen de manifestaciones litogénicas.

En cuanto al aparato subaéreo colector de las infiltraciones que originaron las cavidades fusiformes, nada podemos decir, ya que la morfología epígea ha variado profundamente desde la época de la génesis de la sima, la cual ocupa en la actualidad una posición que no permite coleccionar ningún aporte hídrico. Lo único que podemos afirmar, según se verá en el siguiente apartado, es que las infiltraciones en el talweg del Fondo de las Tarradelles no han jugado ningún papel en el mecanismo.

II. EVOLUCION DEL "FONDO" Y EDAD DE LAS CAVIDADES ESTUDIADAS

a) *Evolución del "fondo"*

En el trabajo publicado por el primero de los que suscriben, sobre la evolución hidrogeológica del Fondo de les Tarradelles (6), se puso de manifiesto que en una fase preactual el "fondo" se desarrollaba a un nivel 30—40 m. superior, abriéndose las bocas de las formaciones espeleológicas en su mismo talweg, y funcionando como sumideros. La absorción hídrica fraguó un talweg hipogeo de dirección y sentido NNE. SSW., o sea, diametralmente opuesto al seguido por las aguas épigeas (SW. NE.) (retroversión del curso) (3). Las cavidades bien desarrolladas que aparecen en el flanco derecho del valle (de arriba a abajo: Avenc de l'Arcada, Avenc del Vallés, Avenc de les Tarradelles, Cau de la Moneda, Avenc del Cayetano), representan una fase estabilizada en la evolución del talweg, mientras que el embrionario Avenc Damians se halló en relación con una fase de rápida evolución.

El Avenc de l'Eura (escasamente desarrollado), es asimismo fruto de un momento poco estable del perfil longitudinal (infiltraciones abortadas por un hundimiento rápido). Pero así como el Avenc Damians es índice de una fase precoz de la evolución (distancia boca-talweg proyectada sobre un plano vertical: 79 m.), el Avenc de l'Eura representa un momento muy reciente (distancia boca-talweg proyectada sobre un plano vertical: 6 m.)

Tal como ya se ha indicado en el apartado correspondiente, el Forat Terrós y el Forat de la Molsa se hallan desarrollados en una formación brechoide, mal cementada, procedente de la degradación del cantil derecho del cañón kárstico. Es por ello que tales cavidades aparecen en relación con la evolución del perfil transversal del valle, pero no guardan relación con su evolución longitudinal, ya que se desarrollaron cuando éste se encontraba en el estado actual.

El Avenc del Penya-segat tampoco guarda relación alguna con la evolución del talweg. En efecto, el desplazamiento del mismo en proyección horizontal tuvo lugar hacia el N., según se desprende de la situación de las formaciones hipogeas desarrolladas en el "fondo"; y como la cavidad se encuentra precisamente al N. (izquierda hidrográfica) del eje del valle, es evidente que nunca pudo drenar las aguas del talweg. El aparato colector se hallaba en relación con un relieve preactual que es imposible reconstruir.

2. *Edad de las cavidades*

Todas las formaciones espeleológicas que se habían estudiado en el Fondo de les Tarradelles, pertenecían al ciclo intermedio, de los tres que presenta la karstificación plioceno-cuaternaria del macizo (6). Considerando las cavidades estudiadas en el presente trabajo, la única que pertenece al ciclo de postrimerías del Pliógeno, albores del Pleistógeno, es el Avenc de l'Eura. No obstante, el escaso desnivel boca-talweg (6 m., en comparación con los 14 m. y 28 m. que presentan respectivamente el Avenc del Vallés y el Avenc de l'Arcada), indica que es más moderno que las otras simas de la derecha hidrográfica del "fondo", por lo cual representa el momento final del mencionado ciclo.

No tendría sentido situar el Forat Terrós y el Forat de la Molsa dentro de la evolución kárstica general del macizo, por cuanto se trata de un fenómeno local, verdaderamente excepcional, que no hemos hallado repetido en ningún otro punto del mismo. Por lo demás, su situación y desarrollo en la zona más superficial del glacis de derrubios indica que se trata de un fenómeno subactual.

Por el contrario, el Avenc del Penya-segat, sin relación alguna con el "fondo" y sí con un aparato colector que se hallaba en relación con un relieve preactual, pertenece al ciclo inmediatamente post-pontense.

R É S U M É

On étudie quatre cavités, deux cavernes et deux avens, qu'on a récemment découverts dans le "Fondo de les Terradelles". Les deux avens ont été engendrés par la conjonction de plusieurs cavités inverses. Le plus intéressant est celui de "Penya Segat" dans lequel on découvre un procès chimiclastique à directrice verticale. Les cavernes sont d'origine chimiclastique; elles se sont creusées dans une formation bréchoïde formée à son tour par la dégradation de la falaise d'un cagnon karstique. Quant à l'âge, l'aven de "Penya Segat" appartient au premier cycle karstique (immédiatement post-pontien); l'aven de "l'Eura", au deuxième (limite Pliocène-Quaternaire) et les cavernes sont de formation tout à fait subactuelle.

S U M M A R Y

Four cavities, two chasms and two caves, recently located at the bottom of "les Tarradelles", are studied here, completing our study on the mentioned valley. The two chasms having been engendered by the coalescence of several inverted cavities. The most interesting of both being the Avenc del Penya-segat, in which a vertical direction glyptoclástico process can be observed. The caves, of a chemioclastic origin, are developed into a brechoid formation proceeding from the degradation of the steep rock of the karstic canyon. As far as the age is concerned, the Avenc del Penya-segat belongs to the first karstic cycle (immediately post-Pontiense), the Avenc de l'Eura to the second (limits Pliocene-Quaternary), and the caves appear as a subactual phenomenon.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AMAT I CARRERAS, R. Sota el massís de Garraf. Campanya del 1924. *Butll. C. E. C.*, núms. 363-4, 39 pp., 9 figs., 8 láms., Barcelona 1925.
- (2) MAUCCI, W. L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi. *Boll. della Società Adriatica di Scienze Naturali*, vol. XLVI, 60 pp., 26 figs. Trieste 1952.
- (3) MAUCCI, W. Il fenomeno della retroversione nella morfogenesi degli inghiottitoi. *Atti del VII Congresso Nazionale di Speleologia*, mem. III, pp. 221-236, 15 figs. Como 1956.
- (4) MONTORIOL POUS, J. El campo de dolinas del Plà del Campgràs (macizo de Garraf, Barcelona). *Speleon*, T. I, núm. 2, pp. 23-39, 5 figs. Oviedo 1950.
- (5) MONTORIOL POUS, J. Los procesos clásticos hipogeos. *Rassegna Speleologica Italiana*, anno III, fasc. 4, pp. 119-29, 7 figs., 10 fots. Como 1951.
- (6) MONTORIOL POUS, J. Estudio hidrogeológico del Fondo de les Tarradelles (macizo de Garraf, Barcelona). *Speleon*, T. III, núms. 1-2, pp. 3-31, 7 figs., 2 láms., Oviedo 1952.
- (7) THOMAS CASAJUANA, J. M.^a y MONTORIOL POUS, J. Son Pou (Mallorca). *Sepeleon*, T. III, núm. 3, pp. 109-29, 3 figs., 2 láms., Oviedo 1952.

Duvalius Berthae Jeann. (Col. Trechidae) y sus razas

POR

ANGEL LAGAR M.

El *Duvalius berthae* Jeann es un pequeño tréquido exclusivo de la provincia de Tarragona, localizado en una serie de cavidades subterráneas ubicadas en los macizos calcáreos de La Musara, Montsant, Llavería y Montaña Blanca de Pratdip, al N. del Ebro.

Habiendo sido ya extensamente comentado por D. Francisco Español, en dos interesantes trabajos publicados en esta misma revista (Tomo I, núm. 2 y tomo III núm. 4) todo lo referente a datos biogeográficos y ecológicos, me ocuparé yo aquí de la parte sistemática del grupo.

Cuatro son las razas de este *Duvalius* actualmente descritas:

berthae (s. str.)—Tipo: Cova Gran de La Febró, en La Musara.

bolivari Zariq. —Tipo: Cova Santa del Montsant, en Cornudella.

vilasecai Zariq. —Tipo: Cova de Xoles, en Pratdip.

zariquieyi Españ. —Tipo: Cova del Ramé, próxima a Capsanes.

Geográficamente cabe distinguir dos núcleos bien diferenciados:

1.º El que ocupa las sierras situadas al N. de Reus (Musara y Montsant) y

2.º El difundido por el Bajo Priorato (Llavería y Pratdip). Morfológicamente distinguimos con toda precisión dos razas que corresponden bien a los dos núcleos geográficos ya expresados. Por una parte las formas de cabeza alargada, estrecha, con las sienes regularmente convexas y élitros convexos, no deprimidos en la base (*vilasecai-zariquieyi*, de Pratdip y Llavería, respectivamente); por otro lado tenemos el grupo Musara-Montsant constituido por las formas de cabeza gruesa, con las sienes abultadas, élitros poco convexos y deprimidos en su base (*berthae* s. str. *-bolivari*).

En ambos indicados núcleos nos encontramos también colonias de otras cuevas que presentan pequeñas diferencias que los separan más o menos de los tipos respectivos. Así, en la cova Santa de Montsant vive una forma (*bolivari*), que cabe llamar mejor sub-raza, distinta de la s. sp. típica de La Febró por las estrías externas de los élitros visibles y los húmeros algo más salientes, pero conservando siempre los caracteres fundamentales del tipo. La s. sp. *zariquieyi* Españ., propuesta para los ejemplares de las cuevas de la Sierra de Llavería, por más que me esfuerso en ver detalles buenos que la separen de *vilasecai* Zariq., son tan pequeños e inestables, que imposibilitan todo intento de sostenerla, aún a título de variedad o sub-raza, como he podido comprobar al examinar más material.

Como resumen de todo lo expuesto, véase en la siguiente clave la clasificación de las distintas formas de *Duvalius catalanes*:

1. Cabeza alargada, con las sienes regularmente convexas, más estrecha que la mayor anchura del pronoto; élitros convexos, no deprimidos en la base
s. sp. *vilasecai* Zar. = (*zariquieyi* Esp.)

1'. Cabeza gruesa, con las sienes fuertemente abultadas hacia atrás, casi tan ancha como la mayor anchura del pronoto; élitros poco convexos, deprimidos, especialmente en la base..... 2

2. Estrías externas de los élitros bien impresas; húmeros algo más prominentes..... sub-raza *bolivari* Zariq.

2'. Estrías externas de los élitros prácticamente borradas; húmeros poco salientes, resultando la base los élitros más estrecha..... s. sp. *berthae* Jeannel.

A continuación enumeraré todas las cavidades conocidas hasta la fecha, colonizadas por *Duvalius*:

D. BERTHAE s. sp. BERTHAE Jeann. (s. str.)
Jeannel, Bull. Soc. Ent. Fr., 282, fig. 1, 1910.

Macizo de La Musara: Cova Gran de La Febró (R. Jeannel, E. G. Racovitza, Zariquiey, Bolívar y Español); x-1951 (Lagar-Español); IV-1953 (Lagar-González); IV-1957 (Lagar).

En julio de 1951 el Prof. Coiffait tuvo ocasión de capturar un ejemplar de este tréquido fuera de la cueva, bajo piedras en lugar muy húmedo, dentro de la enorme grieta donde se abre la cavidad, hallazgo que viene a demostrar el carácter endogeo del género (Cfr. Español, SPELEON, tomo III núm. 4, pág. 200).

D. BERTHAE s. sp. BERTHAE sub-raza BOLIVARI Zariq.

Zariquiey, Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., XX, p. 196, fig. 3, 1920.

Macizo de Montsant: Cova Santa (R. Jeannel, E. G. Racovitza, Zariquiey, C. Bolívar, Español) VI-1951 (Lagar); IV-1957 (Lagar).

Macizo de La Musara: Cova de la Moneda, en Montral, 29 IX-51 (Español-Lagar); 12-X-51 (Español); 10 IV-52 (Español); cova del Codó, en Aixábega, 12-X-51 (Español).

Los ejemplares examinados de las cuevas de la Moneda y del Codó, a pesar de estar enclavadas en la misma Sierra de La Musara, se acercan morfológicamente a la forma de Montsant, por las estrías externas de los élitros bien impresas y los húmeros algo más acusados que en los típicos *berthae* de La Febró; caracteres por los que quedan incluidos en la sub-raza *bolivari*.

D. BERTHAE s. sp. VILASECAI Zariq. =(zariquieyi Español.)

Zariquiey, Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., XX, p. 195, fig. 1, 1920.

Macizo de la Montaña Blanca de Pratdip: Cova de Xoles (Zarriquiry, Jeannel, C. Bolívar, Vilarrubia y Español); Avenc de Pratdip (Español).

Macizo de Llavería: Cova del Ramé (Español, Vilarrubia, Vives, Montada y Mateu); Cova de Janet (Español, Vives, Montada y Mateu); 1-IV-1957 (Español); Cova Masega, 1-IV-1957 (Español).

Por último deseo hacer constar mi agradecimiento a D. Francisco Español, que amablemente me ha permitido estudiar el material depositado en el Instituto Municipal de Ciencias Naturales de Barcelona.

RÉSUMÉ

On fait un commentaire sur l'état actuel de la systématique du *Duvalius berthae* Jeann., curieux Trechidae cavernicole endogé de la province de Tarragona (Espagne); on inclue une table synoptique de toutes les variations ainsi qu'une liste complète de toutes les cavités où on connaît du *Duvalius*. On discute aussi la valeur systématique de deux sous-espèces et on fait quelques considérations biogéographiques tout en établissant des conclusions qui utilisent les données les plus récentes.

SUMMARY

In the present statement the author comments on the actual condition of the systematics of the *Duvalius berthae* Jeann., peculiar endogeo and cave dweller Trechidae of the Province of Tarragona (Spain). The statement includes a synoptic table of all the variations and finishes giving a full list of all cavities in which *Duvalius* material is known. It is also discussed the systematical value of two sub species and some biogeographic considerations, establishing the opportune conclusions in view of the most recent data obtained hitherto.

BIBLIOGRAFIA

- F. ESPAÑOL.—VI Congr. Intern. Ent., Madrid, p. 339-340, 1935.
F. ESPAÑOL.—SPELEON, año 1.º núm. 2, pág. 11 a 13, 1950.
F. ESPAÑOL.—SPELEON, año 3.º núm. 4, pág. 200, 1952.
R. JEANNEL.—Monographie des Trechinae, p. 645 a 647, 1928.
R. JEANNEL.—Bull. Soc. Ent. Fr., 282, fig. 1, 1910.
R. ZARIQUIBY.—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., XX, pág. 196, 1920.

SECCION DE EXPLORACIONES

MURCIA

Cueva de "La Higuera".—Se encuentra esta cavidad, en la Sierra de Mojantes, a la altura del Km. 84 de la carretera Murcia-Puebla de D. Fadrique, a unos 6 Km. de Barranca, en el término municipal de Caravaca. Se abre la cavidad en un campo de piedras de un lenar medianamente desarrollado, debiéndose salvar un desnivel en vertical de 4 m. para alcanzar la entrada de la cueva. Se orienta de NW-SE en un primer tramo de 12 m. bien iluminado, siguiendo rígidamente la dirección de una diaclasa hasta el final de la cavidad. Su recorrido total es de 25 m. y en casi todo su trayecto el suelo está cubierto de arcilla, presentando el tramo final de unos 7 m una pendiente de 22°. Parece que la cavidad funciona como un sumidero que evacua aguas epígeas absorbidas hacia la depresión Mojantes-Caneja. Se abre la cavidad en calizas mesozoicas.

"Sima del Lentisca".—Cavidad abierta en el trias yesoso de las inmediateces de Cehegin, tratándose pseudo-galerías que multiparten la

de un karst de yeso. Se trata de un cavidad en vertical absoluta de 15 m. con una anchura de boca de 3-4 m. que funciona como sumidero de aguas epígeas de escorrentía. Continúan otros dos pozos de 3 y 5 m. de profundidad que acaban en un sumidero impenetrable. Probablemente las aguas absorbidas sean conducidas subterráneamente hacia el río Argos, nivel de base local, tratándose siempre de caudales de escasa consideración.

Cueva de "La Matea".—Se encuentra esta cavidad en plena sierra de Espuña, en las proximidades de Pliego de Mula, término municipal de Alhama, a unos 12 Km. de aquella. Se penetra en la cavidad mediante un angosto agujero abierto en las calizas, probablemente jurásicas, siguiendo fuerte pendiente durante unos 30 m. de recorrido, al cabo de los cuales se alcanza un relleno desde donde se pueden iniciar las exploraciones. La cavidad está rellena casi por completo por un gigantesco caos de bloques procedente, con toda probabilidad, de un proceso glíptoclástico. Ello determina multitud de

pseudogalerías que multiparten la cavidad, cuando se trata de una sola unidad espeleológica, siendo muy locales y poco desarrollados los procesos de reconstrucción litoquímica. Fué visitada la cavidad en el año 1942 por el Sr. Cuadrado, posteriormente por miembros del Club Montañero de Murcia que nos proporcionaron datos valiosos y fué explorada completamente por nosotros en Enero de 1958.

Cueva de "Los Tormos".—Se encuentra situada en el término municipal de Moratalla (Murcia) a unos 500 m. del cortijo de Los Tornos en la ladera E. del cerro del mismo nombre. Se abre según la dirección E-W en un primer tramo de 4 m. siguiendo con variación N-20E y pendiente de 23° en un recorrido de 30 m. La cavidad se abre rígidamente siguiendo la dirección de una diaclasa y termina en un sumidero impenetrable. El suelo está cubierto de bloques, probablemente alóctonos y arcilla. La cavidad actúa como sumidero de aguas epigeas que ingresan desde la superficie a través

de la diaclasa. Fué visitada por nosotros en Febrero de 1958, sin que presente su exploración dificultad alguna.

Cueva "Fuente de los muertos."—

En el término municipal de Moratalla, próxima a la de Las Tormos, en la ladera E. de un cerro fuertemente lenarizado. Se abre siguiendo la dirección de una diaclasa E-W y más tarde la de otra de dirección SE-NW alcanzándose al final un desnivel de 30 m. Es una típica cavidad abierta en diaclasas, con relleno arcilloso y derrubios empotrados en sucesivos niveles, dimensiones agostas y alturas de techo indefinidas, perdidas en la enorme magnitud de la fractura. Su recorrido total es de unos 45 m. cegándose la cavidad por una acumulación de arcilla. En la salida donde se inicia el tramo de orientación SE-NW, se encuentran restos humanos que fueron identificados por el Dr. Sequeros, médico de nuestro Grupo y de cuyo hallazgo dió cuenta a la autoridad judicial.

GRUPO DE INVESTIGACIONES ESPELEOLÓGICAS (MURCIA)

AECUA

SECCION DE ASTURIAS

CUATERNARIO

La cueva sepulcral neo-eneolítica del Cerro del Castellón, en Campotéjar (Granada)

Al señor Duque de Montellano, con mi recuerdo y mi gratitud más sincera.

POR

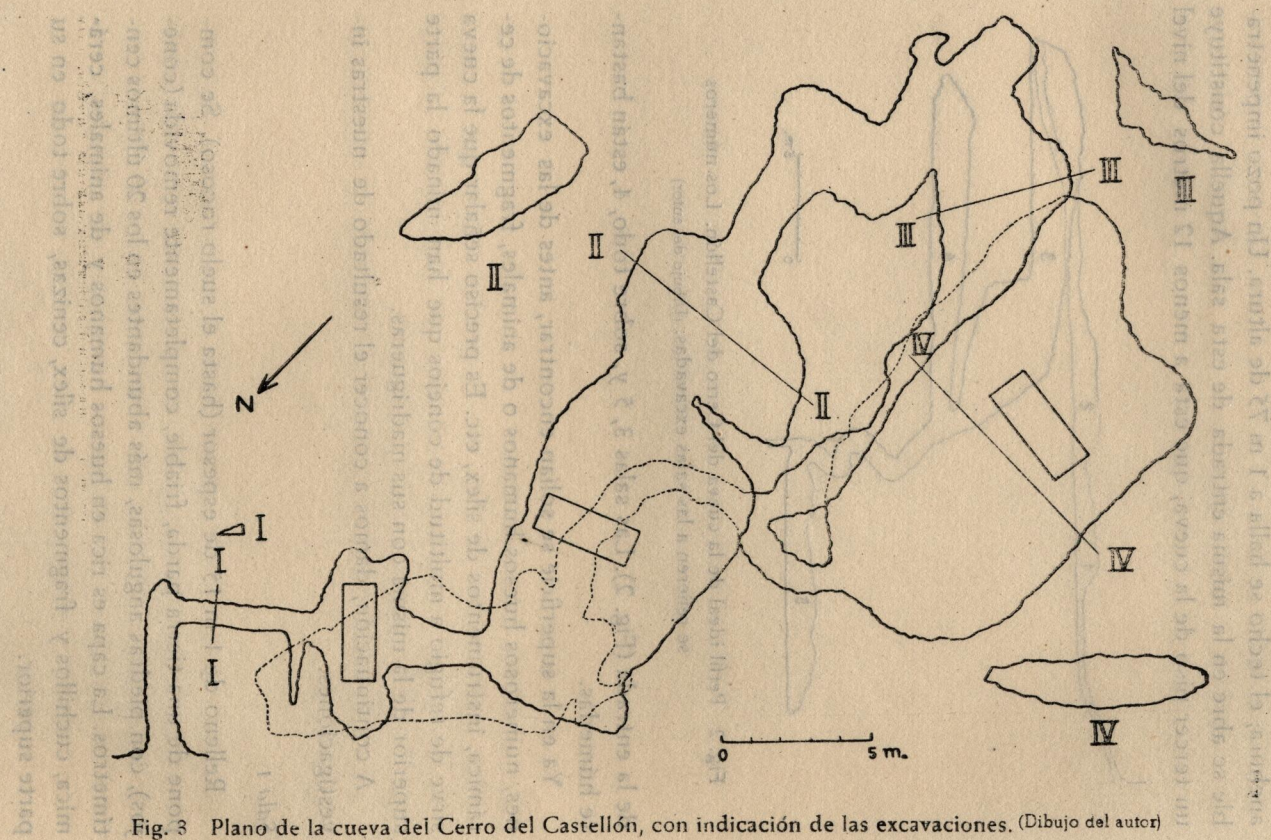
JEAN-CHRISTIAN SPAHNI

(Suiza)

Debemos al señor don Amadeo Arias Jiménez, maestro nacional de Dehesas Viejas (Granada), el habernos señalado la cueva objeto del presente trabajo. Aprovechamos la oportunidad para agradecerle sinceramente su amabilidad y su ayuda constante durante el tiempo de las excavaciones, que tuvieron lugar en verano de 1956. El material arqueológico descubierto ha sido depositado en el Museo Arqueológico de Granada.

La cueva del Correo del Castellón se halla a un kilómetro al Este del pueblo de Campotéjar, a una altitud de unos 1110 metros y a unos 65 metros bajo la cumbre de la colina, en la pendiente Norte de la misma (Lám. I).

Tiene una entrada muy pequeña, apenas visible entre los almendros que crecen en el Cerro, y que se confunde con los numerosos afloramientos de roca en esta parte de la colina. Lám. I) Mide sólo 0 m 40 altura y 0 m 75 de anchura. Sigue un túnel de iguales dimensiones, que tiene una longitud de 4 m 50, orientado hacia el Sur-Este; luego, hace una vuelta en dirección Este, pero conservando el mismo tamaño (Fig. 1). Es bastante difícil moverse dentro hasta que se llega a la primera sala (Sala 1). Aquella, sin embargo, no es muy grande; mide 5 metros por 2 de anchura y una altura de un metro. Viene una habitación mucho mayor (Sala 2), de 12 metros de longitud total, orientada hacia el Sur, cuyo techo se mantiene de 0 m 75 a 1 m 35 del suelo. Este, horizontal, está lleno de piedras caídas de las paredes y de la bóveda. La pared Oeste se termina por fisuras impenetrables. Sigue un conducto descendente, estrecho, que desemboca rápidamente en una tercera sala (Sala 3), llena como la anterior de piedras, y que vuelve hacia el Norte. Se levanta algo el techo que, en ciertos puntos, alcanza la altura de 2 a 3 metros. De tamaño reducido, se continúa la sala 3 por una verdadera falla, de 3 metros de longitud, 5 metros de altura pero 0 m 45 de anchura. Se pierde en el macizo de la colina. Un escalón de más de 2 metros de altura se encuentra en su medio. Llegamos a un canal fuertemente descendente, casi circular, de 1 m 10 a 1 m 30 de diámetro, peligroso por su pendiente y por las piedras en posición inestable del techo. Dicho canal no tarda en dividirse en dos. Uno llega a una gran habitación, de una docena de metros de longitud y 9 metros de anchura, llena de piedras; su techo está a una altura de un metro a 1 m 40 (Sala 4). Debía comunicar por su pared Este (que está algo más alta que la opuesta) con la sala 3, de la cual está ahora separada por una cortina de calcita ya espesa. Estamos aquí en un piso inferior de la caverna, a menos de 8 metros del nivel de la entrada. La segunda parte del canal, igualmente descendente y en espiral, llega a una sala (Sala 5), que se parece mucho a la 4, aunque tenga dimensiones reducidas. Mide sólo 8 metros de longitud por 5 de



anchura; el techo se halla a 1 m 75 de altura. Un pozo impenetrable se abre en la misma entrada de esta sala. Aquella constituye un tercer piso de la cueva, que está a menos 12 metros del nivel

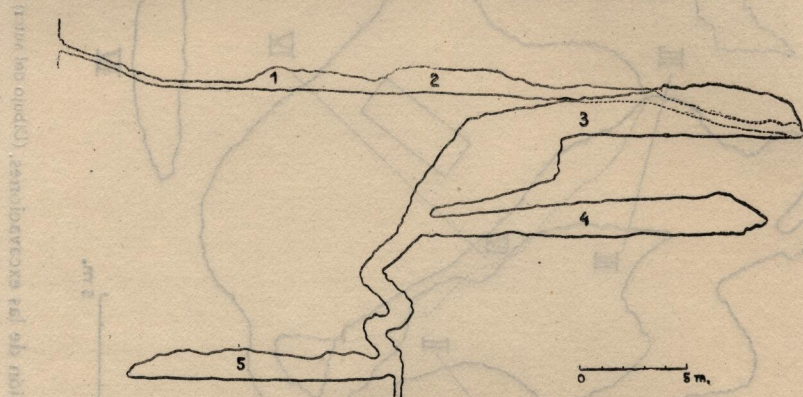


Fig. 2 Perfil ideal de la cueva del Cerro del Castellón. Los números se refieren a las salas excavadas. (Dibujo del autor)

de la entrada (Fig. 2). Las salas 3, 5 y, sobre todo, 4, están bastante húmedas.

Ya en la superficie se solían encontrar, antes de las excavaciones, numerosos huesos humanos o de animales, fragmentos de cerámica, instrumentos de sílex, etc. Es preciso señalar que la cueva sirve de refugio a multitud de conejos que han minado la parte superior de la misma con sus madrigueras.

A continuación, damos a conocer el resultado de nuestras investigaciones.

Sala 1

Relleno de 1 m 15 de espesor (hasta el suelo rocoso). Se compone de una tierra parda, friable, completamente removida (conejos), con piedras angulosas, más abundantes en los 20 últimos centímetros. La capa es rica en huesos humanos y de animales, cerámica, cuchillos y fragmentos de sílex, cenizas, sobre todo en su parte superior.

Sala 2

En esta habitación es el relleno algo menos importante. Mide un espesor total de 0 m 90. Tiene el mismo aspecto que el de la primera sala, siendo rico en los 30 o 40 centímetros superiores. Se trata de una tierra removida, friable, con piedras angulosas.

Ya vemos que no hay estratigrafía en esta parte del yacimiento.

Sala 3

El suelo aflora aquí en casi todas partes. Se encuentran muy pocos vestigios.

Sala 4

Nos hallamos en una parte no removida de la cueva, el único sitio donde hemos obtenido una estratigrafía interesante. Se establece de la manera siguiente:

- 1) Capa rojiza, dura, con muchas piedras, cenizas, algunos fragmentos de cerámica y de sílex, así como raros huesos humanos. Espesor: 0 m 30.
- 2) Capa estalagmítica, compacta, de un espesor de 3 a 5 centímetros.
- 3) Nivel rojizo de tierra pulverulenta, casi sin piedras. Estéril. Espesor: 0 m 25.
- 4) Capa poco espesa (1 a 3 cm.) de arcilla blanca, de fondo. Suelo rocoso a 0 m 60 de profundidad.

Sala 5

Tiene un relleno débil, parecido al de la sala 3.

* * *

Es difícil precisar la edad de formación de la cueva. Sin duda corresponde a una fase de la última glaciación que se tradujo en España del Sur, como ya se sabe, por una abundancia de las precipitaciones atmosféricas. El fenómeno de cavadura es fácil de se-

guir de un piso a otro, aprovechando muchas fallas todavía visibles (tales como las situadas entre las salas 3 y 4).

La cueva, inmediatamente después de su formación, empezó a rellenarse. La estratigrafía de la sala 4 nos enseña, por encima de una capa de arcilla de fondo, un nivel de arcilla de descalcificación, espeso, seguido por una capa estalagmítica que coincide con un aumento de humedad en esta parte del yacimiento. Precedió durante poco tiempo la ocupación humana de la caverna, pues está debajo de otra capa, con algunos restos arqueológicos. Recordemos, sin embargo, que esta zona de la cueva sigue siendo la más húmeda y que, por lo tanto, los vestigios del hombre prehistórico no abundan allí, como ya lo hemos escrito.

A esta fase de relleno corresponde también un cambio en la arquitectura de la caverna por movimientos tectónicos que, seguramente, actúan todavía hoy. La prueba la tenemos en la abundancia de piedras, a menudo de gran tamaño, no sólo en todo el relleno sino también en la superficie de las salas. No han caído por efectos sucesivos del hielo y del deshielo, pues condiciones de temperatura siempre iguales reinan en la cueva, cuya entrada, por su pequeñez y su situación, se opone a cualquier cambio en este sentido. Basta también mirar los perfiles que hemos dibujado de varios sitios de las galerías (Fig. 2) para tener una idea del aplastamiento que ha debido sufrir el yacimiento en dirección Este-Oeste.

No nos extrañan estos movimientos, cuya existencia hemos comprobado en unos yacimientos vecinos, las cuevas de Píñar (1), así como en numerosas cavernas de Suiza y de Francia (2).

Hubiéramos querido comparar la estratigrafía de la sala 4 con otros yacimientos del mismo tipo de la provincia. Pero tal estudio

(1) J. C. SPAHNI y colaboradores.—Prehistoria de Píñar (Granada). Paleolítico medio y superior y Neolítico (en curso de publicación).

J. C. SPAHNI y D. RIGASSI.—Les grottes d'Onnion, par Saint-Jeoire-en-Faucigny, premières stations moustériennes de la Haute-Savoie. Rev. Savoisienne 92 (1952).

no es posible por faltar en todas las excavaciones, ya antiguas, datos en este sentido. En el yacimiento neolítico de la cueva de la Campana, en Piñar (l. c.) tenemos condiciones totalmente distintas, lo que impide cualquier comparación.

Si se mira cuidadosamente el plano de la cueva (Fig. 1) se advierte que la entrada actual no es probablemente la del tiempo cuando el hombre ocupó la caverna. Mas bien fijáramos aquella en la parte Sur de la sala 1 o de la sala 2 que, a la vez, fenómenos tectónicos y un resbalamiento del terreno han tapado. Examinando desde fuera la parte correspondiente del Cerro, se nota que los puntos evocados coinciden con dos afloramientos de roca viva donde hay unas fisuras.

La sala 5 está a 12 metros justamente debajo del nivel de la entrada, pero no muy lejos del exterior. Sin embargo, en el terreno, no hemos visto nada. Eso se explica por haber allí una capa bastante espesa de tierra labrantía que las lluvias arrastran con fuerza a partir de la cumbre del Cerro; los almendros no bastan para detenerla. De tal forma que las pendientes de la colina muestran las huellas de una intensa erosión.

HALLAZGOS ARQUEOLOGICOS

Objetos de sílex

Los objetos de sílex están representados por una hermosa colección de 66 cuchillos (enteros o fragmentos), de todos los colores: gris, pardo, miel, algunos azules o negros (Fig. 3, 4 y 5, lám. II). El 61 por 100 de ellos es de sección trapezoidal, los demás de sección triangular. La tercera parte de estos últimos comprende cuchillos (o fragmentos) bastante toscos, con grandes retoques.

Se han recogido además numerosos fragmentos de sílex, sin retoques, que no representan ningún interés.

En la superficie del Cerro, desde la cumbre a la cueva (y aún más abajo se hallan muchos sílex, fragmentos de cuchillos y restos de cerámica. Volveremos pronto a este hecho.

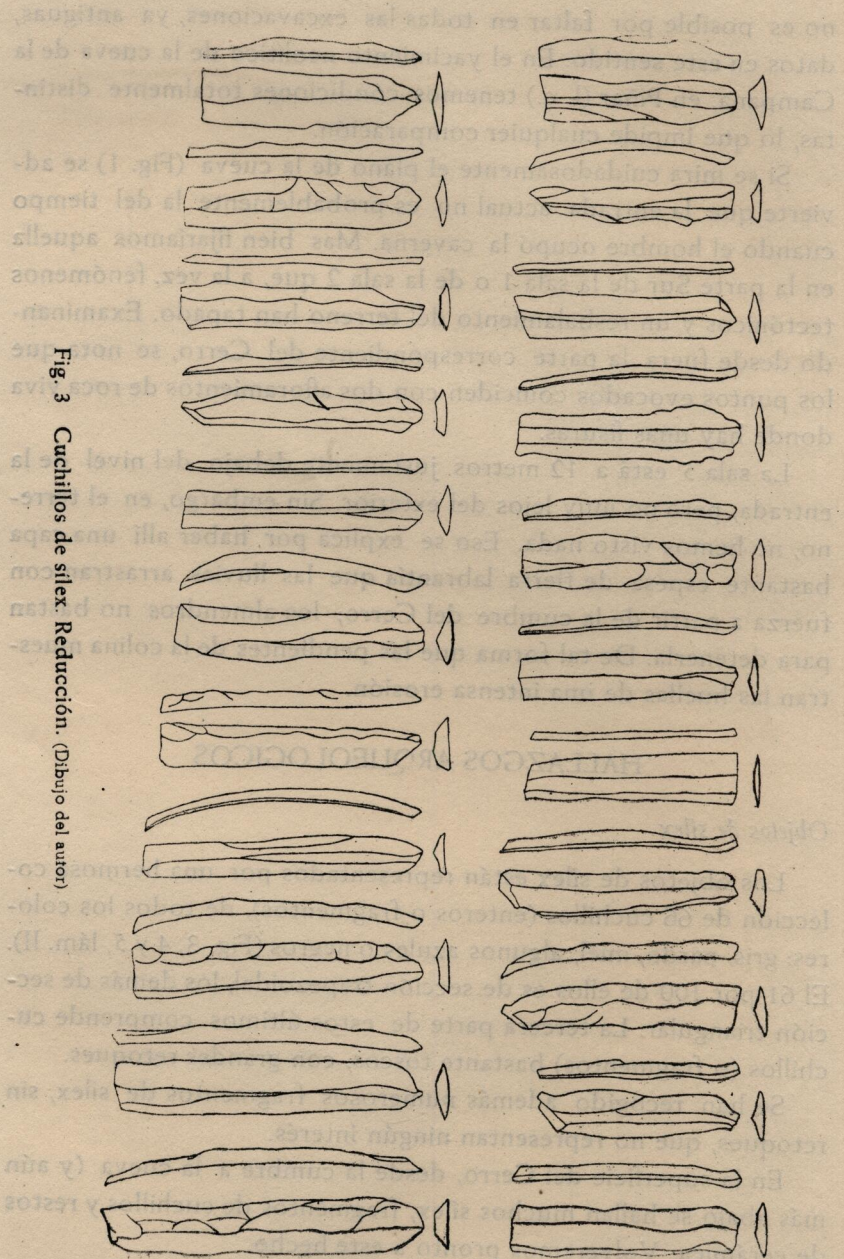


Fig. 3 Cuchillos de sílex. Reducción. (Dibujo del autor)

Hachas pulimentadas

No hemos encontrado ningún hacha pulimentada, tampoco ningún percutor, ni piedra de molino, etc. No se suelen hallar tales objetos en los campos de los alrededores del pueblo de Campotejar, según nos han dicho los labradores y los pastores. El caso es muy curioso puesto que a unos 15 kilómetros de aquí, al Este, en Piñar (l. c.), y de aquel lugar hasta la misma capital de Granada, siguiendo el pie de la Sierra de Harana, se recogen casi todos los días hachas u otros objetos típicos del Neolítico.

Objetos de hueso

La industria de hueso está pobremente representada. No hemos hallado más que dos fragmentos de punzones, otro entero de un metapodio de Cabra y una espátula de una costilla de Cabra o de Carnero (Lám. III). Tenemos también un trozo bien pulimentado de asta de Cabra, que tal vez sirvió de espátula.

Cerámica

Más de 400 fragmentos de cerámica han sido descubiertos, sin contar los de la superficie, que están rotos por la labor de las tierras y por las lluvias que los arrastran.

Son de varios colores, con predominio del gris claro anaranjado. El espesor varía de 1 a 2 cm. La pasta es grosera, con gruesas inclusiones. Muy pocos son de pasta fina y lisa; estos son los más pequeños.

Los pezones, raros, son de tipo sencillo: redondos o aplastados. Tenemos dos asas pequeñas y redondas, con un agujero central muy fino.

Las decoraciones no abundan tampoco. Sólo tres fragmentos de pasta más bien fina, muestran unas incisiones poco profundas, en forma de líneas rectas o algo torcidas (Fig. 5 Lám. II).

Los bordes que hemos dibujado (Fig. 5) indican recipientes pequeños. Unos son de tamaño mayor. En cuanto a los fondos,

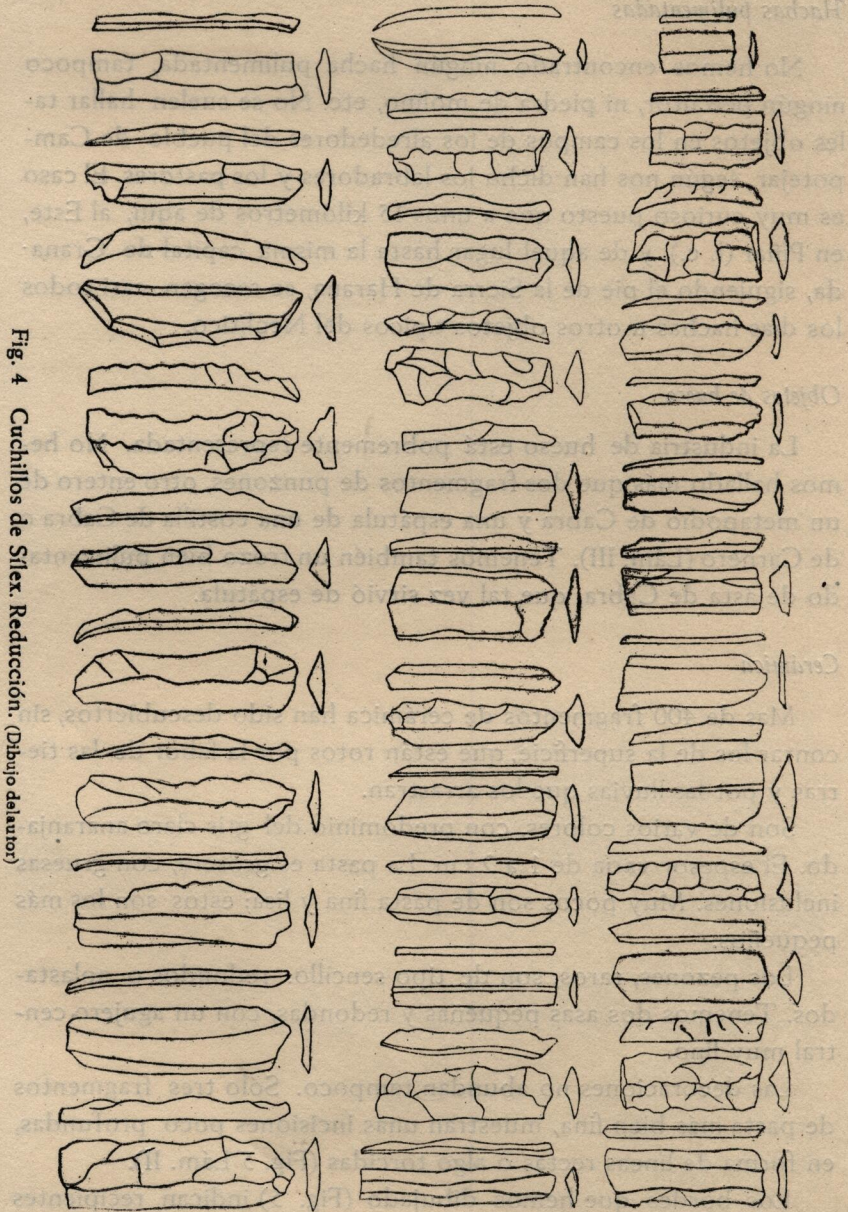


Fig. 4 Cuchillos de Sílex. Reducción. (Dibujo del autor)

abundan bastante (Fig. 6). Pertenecen, sobre todo, a platos grandes, de los cuales tenemos afortunadamente uno reconstruido. Están bien representados entre los útiles de barro de la cueva.

Cuenco (Fig. 7 Lám. II).—Es un cuenco entero, de fondo plano, y forma muy graciosa. Mide un diámetro de 15,3 cm., una

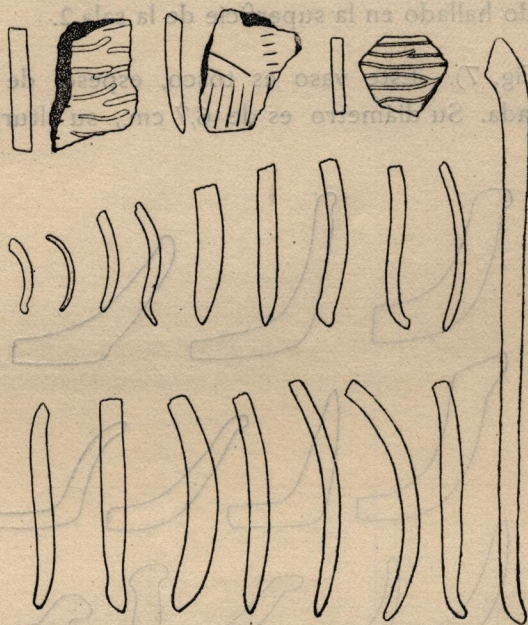


Fig. 5 Sección y perfil de bordes, y fragmentos de cerámica con incisiones. Reducción. (Foto del autor)

altura de 7,8 cm. y un espesor de 8 a 10 mm. De pasta gruesa y de color gris, ha sido hallado en la sala 3, donde hemos encontrado una gran cantidad de huesos humanos y el punzón mayor.

Cazuela (Fig. 7).—Este recipiente tiene una forma poco corriente. En la parte inferior, y a cada lado, hay un grupo de dos pezones pequeños con agujero de suspensión, distantes 8 cm. uno del otro. Mide un diámetro de 18 cm., una altura de 11,3 cm. y

un espesor de 10 mm. Su pasta es bastante fina, de color gris. Un trozo de este recipiente viene de la sala 4, otro de la 5; los dos fragmentos permitieron una reconstrucción muy fiel.

Vaso (Fig. 7).—Se trata de un recipiente muy pequeño, que mide un diámetro máximo de 4,2 cm., una altura de 4,8 centímetros y un espesor de 3 mm. Es de pasta fina, de color anaranjado; ha sido hallado en la superficie de la sala 2.

Vaso (Fig. 7).—Este vaso es tosco, espeso, de pasta gruesa, anaranjada. Su diámetro es de 6,7 cm., su altura de 6,5 cen-

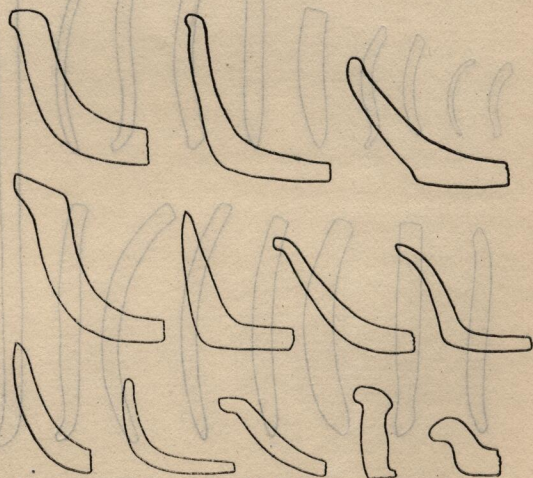


Fig. 6. Sección y perfil de fondos. Reducción.

(Dibujo del autor)

tímetros; las paredes irregulares, miden hasta 12 cm. de espesor y el fondo 33 mm. Procede, como el anterior, de la sala 2.

Plato (Fig. 7).—Hemos podido reconstruirlo por haber tenido bastantes fragmentos, que proceden de la sala 4. Mide un diámetro de 34 cm., una altura de 6,2 cm. y un espesor de 17 milímetros. Es de pasta roja, compacta, y bastante lisa.

RESTOS HUMANOS

Además de los huesos humanos hallados en el piso natural de la cueva—son objeto de un estudio antropológico aparte (1)—es preciso señalar los que vienen de dos sitios inesperados de la misma. El primero está en la sala 2, justamente antes y a la izquierda del canal que conduce a la tercera sala. Es una fisura, estrecha, a *dos metros por encima del suelo*, llena de huesos largos que no hemos podido sacar por estar recubiertos completamente de una capa de calcita. El segundo lugar está en la pared Sur de la tercera sala, a *tres metros del suelo* en un tipo de plataforma donde yacían unos huesos largos un cráneo (C-2), el cuenco y el gran punzón de hueso. Ha sido fácil extraerlos.

No nos parece probable la acción de fenómenos naturales (movimientos tectónicos, erosión) para explicar la posición tan extraña de dichos vertigios, a causa de su altura respecto al suelo. En efecto, no se puede admitir un relleno mayor que hubiera sido eliminado poco a poco por el agua penetrando en la caverna y el abandono simultáneo de huesos en unos sitios hoy elevados de las paredes, puesto que el yacimiento hubiera sido impenetrable. El cuenco entero y el cráneo igualmente intacto se oponen además a causas brutales. En vista de la misma situación de dichos restos (los unos en un nicho ya cegado por movimientos de aplastamiento ya evocados, los otros en una plataforma ancha) nos parece probable que bien pudiera tratarse de un tipo de enterramiento algo especial, tal vez reservado a algún personaje importante de la tribu. Durante las excavaciones que hicimos en una gran estación de la Edad del Bronce, en Alta Saboya (1) llamamos la aten-

(1) M. GARCIA SANCHEZ.—Restos humanos neo-eneolíticos procedentes de la cueva del Cerro del Castellón, en Campotéjar (Granada).

Trab. Inst. B. de Sahagún, de Antrop. y Etnol (en curso de publicación). Barcelona, 1957.

(1) D. RIGASSI y J.—C. SPAHNI.—Une nouvelle station de l'âge du Bronze au pied du Salève (Haute-Savoie). Bull. Soc. préhist. française 49 (1952) p. 364.

ción sobre un rito funerario por precipitación de los cadáveres en fisuras de roca, ya comprobado por otros autores, **CONSTANTIN Y JAYET**, en yacimientos parecidos. ¿Sabemos la relación estrecha entre las costumbres del Neolítico y las de las épocas siguientes? ¿Estamos, en Campotéjar, en presencia de un rito más o

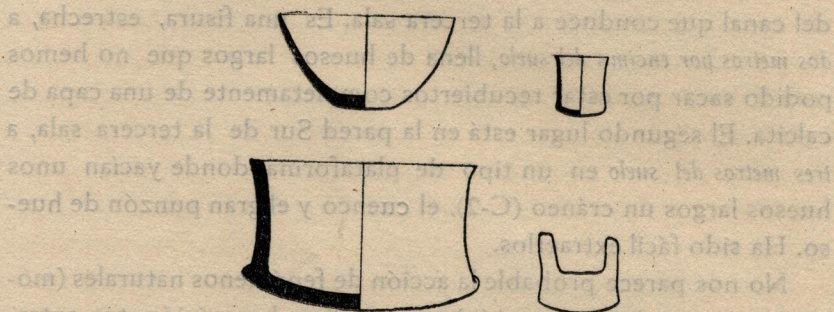


Fig. 7 Sección y perfil de recipientes enteros o reconstruidos. Reducción. (Dibujo del autor)

menos semejante? A la luz de nuestras investigaciones en la cueva no encontramos explicación más satisfactoria (2).

* * *

El material arqueológico de la cueva del Cerro del Castellón —ya se trate de objetos de sílex, de hueso o de cerámica— es más bien pobre. Permite, sin embargo, por sus características, algunas observaciones de gran interés.

Nos encontramos, pues, ante una industria que puede clasifi-

(2) Con posterioridad a nuestro estudio, nos comunica M. PELLIGER de la Universidad de Granada, que en la cueva de la «Zorrera de la Cañada Honda», en término de Moclín (Granada) ha descubierto recientemente unos esqueletos en idéntica situación elevada con respecto al suelo de la cueva. Este hecho viene a confirmar plenamente nuestro aserto.

carse en la cultura de las cuevas (1). En efecto, corresponde bastante bien a las definiciones clásicas de dicho horizonte cultural.

Ya sabemos que los representantes de esta civilización no vivían sólo en cuevas donde enterraban a sus muertos, sino también al aire libre.

La caverna de Campotéjar parece haber sido más una cueva sepulcral que una cueva de habitación permanente. ¿Lo debe a sus dimensiones ya pequeñas en el Neolítico y también a su humedad? Es notable que la mayoría de los vestigios arqueológicos se hallen precisamente en la parte más seca del yacimiento. Sea como fuere, no hemos encontrado verdaderas huellas de ocupación, tales como hogares, etc., ni siquiera en las partes no removidas de la cueva. En cambio, la abundancia de restos humanos y de huesos de animales (2)—estos últimos sin marcas de utilización o de consumición—hablan en favor de un osario con depósito intencional de objetos, ofrendas y alimentos.

La población de aquel tiempo vivía en el Cerro, cuya cumbre, ancha y aplanada, debió permitir la instalación de una tribu entera. La situación dominante de dicho sitio es un hecho particularmente significativo. Además, dos fuentes fluyen al pie de la colina. La cantidad enorme de cerámica y fragmentos de cuchillos que, desde la cumbre hasta la cueva, tanto abundan, nos dan la prueba de un establecimiento humano en toda la parte superior del Cerro. El mismo nombre de Castellón se refiere, sin duda, a alguna fortaleza árabe que ha desaparecido. Por lo menos, numerosos fragmentos de cerámica típica se ven en el Cerro y en los campos vecinos. De Dehesas Viejas, en fin, procede una piedra lapidaria con inscripción, del siglo.

(1) Adoptamos aquí la nomenclatura de BOSCH GIMPERA, por parecernos más gráfica que las posteriormente propuestas, aunque, claro está, aceptándola en el sentido de fenómeno cultural y no como cultura definida.

tante bien a las definiciones clásicas de dicho horizonte cultural.

(2) Estos huesos pertenecen a las siguientes especies (por orden decreciente de frecuencia): Cabra, Carnero, Cerdo, Perro, Caballo, Zorra, Tejón, Ciervo.

La cultura de las cuevas no tiene armas de sílex, lo que unos arqueólogos interpretan como un signo de que la gente de dicha civilización era pacífica. No hemos descubierto ninguna punta de flecha, ni alabarda, ni puñal de sílex en la cueva de Campotéjar.

A aquella cultura pertenecen numerosos objetos de hueso. Del yacimiento proceden, ya lo sabemos, punzones y espátulas de esta materia.

La cerámica de la cultura de las cuevas es abundante, con o sin decoraciones, de pasta gruesa, a veces con pinturas en las incisiones. A esta definición corresponden más o menos los objetos de barro de la cueva del Cerro de Castellón. Sin embargo, los recipientes (salvo el cuenco) no se parecen mucho a los que se suelen encontrar en capas de esta época. El pequeño vaso, por ejemplo, es bastante idéntico a uno que procede de un nivel argárico, en Vélez-Blanco, y conservado en el Museo Arqueológico Nacional, de Madrid.

No podemos explicar la ausencia completa de hachas pulimentadas que, por el contrario, abundan en las estaciones vecinas de Piñar. ¿Corresponde este hecho a un modo de vivir algo especial del pueblo que ocupó el Cerro? En cambio, tenemos una gran cantidad de cuchillos de sílex que, por su forma, evocan los del Eneolítico, tales como los que hemos descubierto durante nuestras excavaciones en los dólmenes del valle de Gorafe (1).

Es cierto que hay algo evolucionado en la industria de la cueva de Campotéjar. Sin embargo, la falta de las armas nos impide admitir una datación demasiado avanzada. Además, no debemos olvidar que cada tribu prehistórica tuvo que tener su manera de ser, de fabricar sus instrumentos según sus necesidades más inmediatas, dentro de un momento de civilización bien definido, pero que no excluye el sentido de invención personal del artesano. Referente a la cerámica, nada se opone a pensar que algunos reci-

(1) J. C. SPAHNI y M. GARCIA SANCHEZ.—Sepulcros megalíticos de la región del valle de Gorafe (Granada) (en curso de publicación).

pientes hayan podido perdurar mucho tiempo sin cambiar de forma.

Nos es también difícil definir hasta que punto los Neolíticos del Cerro del Castellón estuvieron en contacto (y que tipo de contacto) con los de las cuevas de la Campana y de la Carigüela III, por nosotros descubiertas y excavadas, en Piñar (1.c.). Nos aparecen los de Campotéjar como parientes pobres, tal vez refugiados en su colina y conociendo una vida bastante modesta. En ningún caso su industria soporta la comparación con la de un centro tan rico como el de Piñar o el, más lejano, de la cueva de la Mujer, en Alhama, que pertenecen a la cultura de las cuevas.

Teniendo en cuenta todas estas observaciones, nos creemos autorizados a relacionar el nivel neolítico de la cueva del Cerro del Castellón con un momento de la cultura de las cuevas—sin que podamos precisar más—que se extiende del 3.000 al 2.000 a. C. coincidiendo con el Neolítico II y Bronce I a de PERICOT. Aunque es posible que por fenómenos arcaizantes se trate de una perduración hasta épocas más tardías, pre-argáricas.

RÉSUMÉ

La présent travail a été consacré à une grotte sépulcrale néo-énéolithique, de Campotéjar (Province de Granae).

La caverne se situe presque au sommet d'une colline, à 1.110 mètres. Elle comprend une succession de trois étages (Fig. 1 à 4). Les parties profondes du gisement sont très humides. Le remplissage, dans presque toute la caverne, est remanié. La seule stratigraphie que nous ayons établie (salle 4) nous prouve que le gisement est en voie d'être comblé par l'argile de décalcification et la terre apportée de l'extérieur par les eaux d'infiltrations.

Les trouvailles archéologiques comprennent une grande quantité de couteaux en silex (66 exemplaires), de section triangulaire et surtout trapézoïdale (61 por 100); on en rencontre également

au dehors, devant l'entrée et au sommet de la colline où s'ouvre le gisement (Fig. 5 à 7).

La grotte de Campotéjar nous a encore livré des poinçons en os (fragmentés ou non), une spatule de la même matière et un débris poli de corne de Chèvre (Fig. 8).

La céramique est représentée par 400 tessons, de toutes les couleurs, dont l'épaisseur varie de 1 à 2 cm.

Des restes humains ont été trouvés dans les différentes tranchées. Mais nous en avons aussi découvert, en deux endroits, au-dessus du sol, dans des fissures de la paroi. Le cas de rites funéraires par précipitation des cadavres dans des fentes rocheuses a été mentionné par nous-mêmes dans une station de l'âge du Bronze de Haute-Savoie (France).

Malgré sa pauvreté, le matériel archéologique du gisement de Campotéjar semble appartenir à la Culture des grottes. La caverne, sans doute à cause de ses dimensions et de son humidité, a servi davantage de grotte sépulcrale que d'habitation. La population qui l'utilisa vivait sur la colline où se situe le gisement. L'industrie, quoique un peu évoluée, s'inscrit bien, par ses diverses caractéristiques, dans le cadre du Néolithiques des cavernes, qui s'étend de 3.000 à 2.000 av. J. C., et qui coïncide avec le Néolithique II et le Bronze I de Pérécot.

SUMMARY

The present work has been dedicated to a neo-eneolithic sepulchral cave of Campotejar (province of Granada). The cavern is situated in the top of a hill (1100 m. high); it comprises a succession of three layers (fig. 1 to 4). The deep zones of the cave are wet. The refilling is moved in almost the whole cavern. Only in hall 4 we have established a stratigraphic series which proves that the deposit is becoming fossilized by the decalcification clay and by coluvions brought from outside.

The archeological findings consisted mainly of a great many silex knives (66 in number) with a three-cornered section and above all trapezoidal (61 %). They are also found at the cave entrance and on the top of the hill where the cavern is located (fig. 5 to 7). Having been also found some bone punches (fragmentary and complete), as well as a spatula of the same material and a burnished goat horn remain (fig. 8).

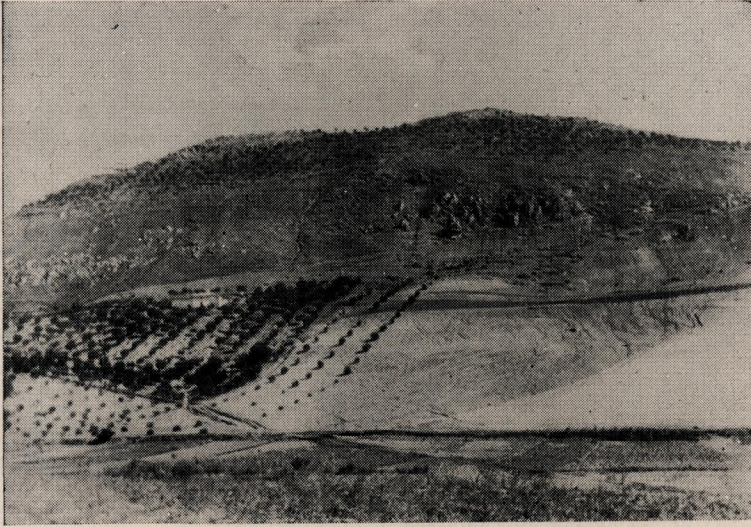
Ceramic: 400 large bowls in all colours, with a thickness varying between 1 and 2 cm.

Some human remains have been found at several trial-pits, and into some fissures on the walls. Prof. M. García Sánchez is studying them at present. We have already mentioned the fact of burial rites by throwing corpses into the rock cracks at a Bronze Age station in High Savoy.

In spite of its scarcity, the archeological material of the cave of Campotejar seems to belong to the «Culture of the Caverns». The cavern, because of its size and dampness, has been a sepulchral cave and not a dwelling place. People making use of it lived on the hill above.

Industry, although little evolutioned, can be referred by its characteristics to the neolithic scheme of the caverns, going from 3,000 to 2,000 B. C. and coinciding with Pericot's Neolithic II and Bronze I.

LAMINA I



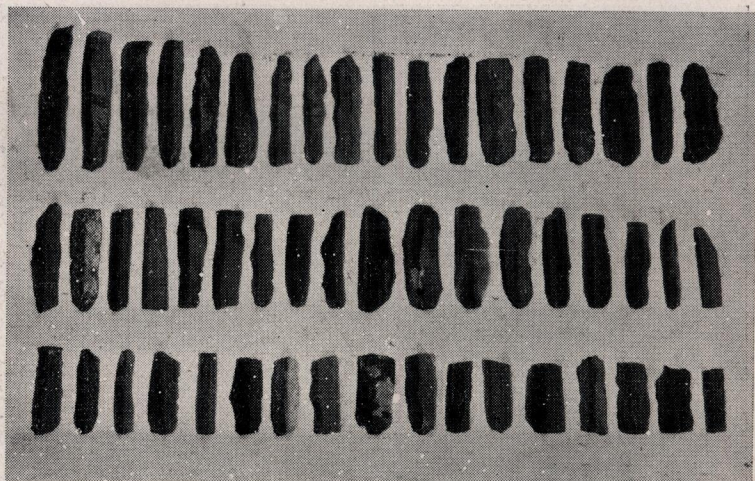
Vista de la pendiente Norte del Cerro del Castellón. Los trazos indican aproximadamente la entrada de la cueva.

(Foto del autor)



Entrada de la cueva del Cerro del Castellón. El pico mide 0 m 30.

(Foto del autor)



Algunos cuchillos de sílex.

(Foto del autor)

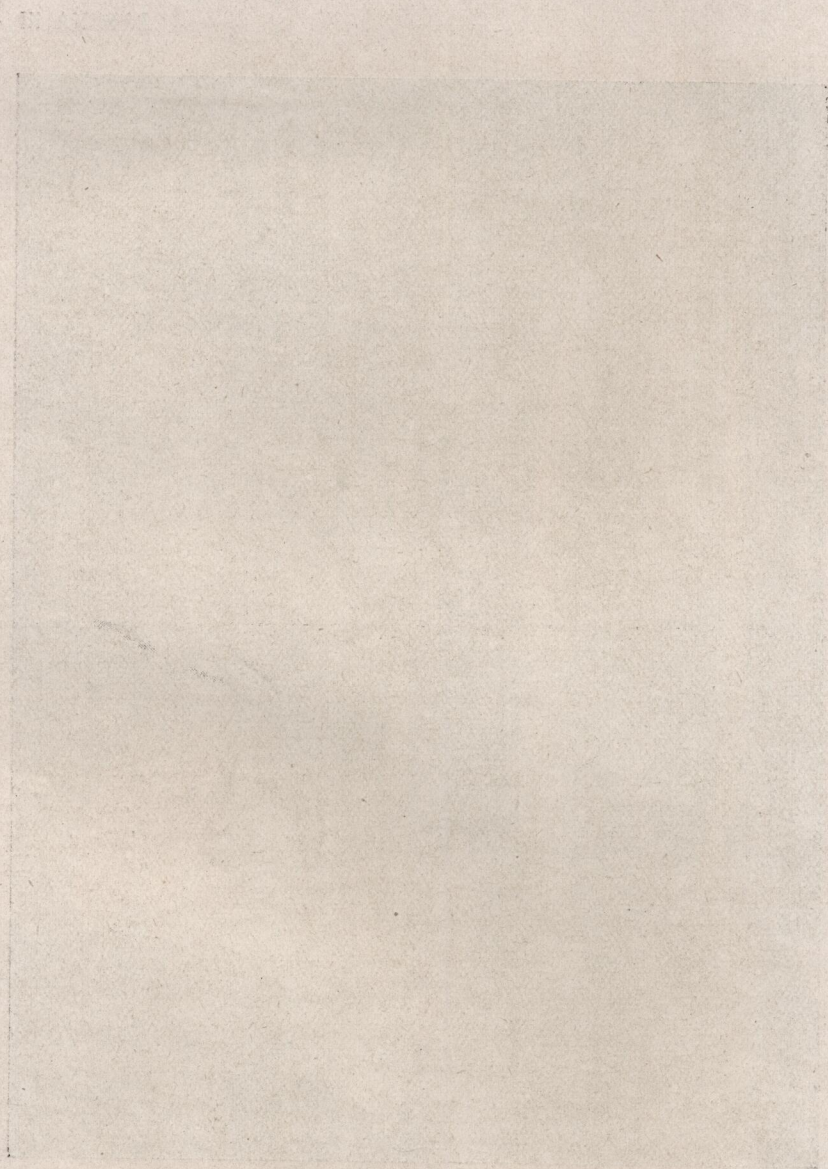


Los recipientes enteros o reconstruidos. Reducción.

(Foto del autor)



Objetos de hueso y fragmentos de cerámica con incisiones. Reducción.
(Foto del autor)



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL.

Nociones generales sobre «Periglaciarismo»

POR

JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ

INTRODUCCION

La morfología de los países fríos, su estudio e interpretación, constituye un capítulo ya clásico en la geodinámica externa. La acción decisiva de los glaciares en el modelado del país frío es sobradamente conocida.

En los últimos años, estudios meticulosos de las relaciones entre clima y morfología, en los paises fríos actuales, hicieron posible el establecimiento de una serie de precisiones sobre la influencia, real, de la acción glaciaria en ciertas zonas comprendidas dentro de lo que comunmente se entiende por "país frío".

El concepto de "zona periglaciaria" y "periglaciarismo", como zona de condiciones climáticas entre país frío y templado, y lugar donde se produce una morfología no relacionada, en modo alguno, con la acción de los glaciares adquieren, en relación con la multitud de datos recogidos en su favor en los últimos años, una consistencia cada vez más aquilatada.

El descubrimiento por autores alemanes y franceses, de formas semejeantes, cuaternarias, a las ya estudiadas y descritas

por los antiguos investigadores como “*formas de nivación*” y la seguridad de que son formas típicas de la “*zona periglaciaria*” hacen imprescindible la aplicación de este concepto en la interpretación de los sedimentos cuaternarios.

A la importancia que para el morfólogo tiene esta adquisición debemos añadir la no menor importancia, que tiene asimismo, para el geólogo del cuaternario en la interpretación de estos sedimentos.

En el presente trabajo, desde un punto de vista lo más geológico posible, intentaremos resumir y estructurar, someramente, los conocimientos de esta nueva especialidad, aún no debidamente consolidada y en curso de un desarrollo rapidísimo que nosotros, quizá, no podremos soslayar.

GENERALIDADES

País Frío

No existe unanimidad en cuanto a las definiciones de “*País frío*”, tanto la definición desde el punto de vista astronómico como climático no satisfacen en su conjunto. En pro de una, no estricta, pero que sirva para los conceptos que vamos a desarrollar, lo definiremos atendiendo al factor climático: temperatura; mejor aún, atendiendo a la media de temperatura anual: *En un “país frío” esta media permanece constantemente por debajo de los 0°C.; el límite máximo o superior de oscilación de la temperatura son, pues, los 0°C.*

Zona periglaciaria.

Si atendemos, dentro de lo que denominamos “*país frío*”, no a la distribución anual de la temperatura si no a la oscilación diaria a lo largo de un período de tiempo dado; observaremos un hecho muy importante que es el que condiciona el mecanismo de la acción periglaciaria. En la mayor parte de lo que denominamos “*país frío*” la temperatura, efectivamente, se mantiene,

siempre, por debajo de los 0°C.; en una zona reducida, la que sirve de paso a la zona templada, por el contrario, la media diaria presenta oscilaciones de 3 y 4°C. por encima de los 0°C. La media anual, no obstante, sigue manteniendo la tónica del país frío según nuestra definición. La primera de estas zonas es la denominada "*zona glaciar*"; es la zona del dominio exclusivo de los glaciares como agentes modeladores. En la segunda, por lo contrario, la morfología y formas de erosión son completamente diferentes a las originadas por los glaciares, a ésta la denominamos "*zona periglaciar*".

Periglaciarismo.

En la "*zona periglaciar*" (de peri=alrededor), según acabamos de ver, existen unas condiciones climáticas especiales, una morfología característica originada en virtud de una forma de erosión típica. Estos hechos nos permiten abstraer para esta zona el concepto de "*periglaciarismo*", en el que abarcamos e incluimos todos los estudios referentes al modelado de la que denominamos "*zona periglaciar*". Prescindiendo de su etimología, "*periglaciarismo*" es, por tanto, la ciencia que estudia la acción morfológica o modeladora del agua, dentro de unas condiciones climáticas que le permiten actuar en sus estados sólido y líquido alternativamente.

Mecanismo general de erosión de la "zona periglaciar".

El factor que condiciona la acción erosiva en esta zona son las oscilaciones rítmicas de la temperatura. Durante las épocas de elevación de la temperatura por encima de los 0°C. se produce el fenómeno del *deshielo*; las rocas que constituyen el subsuelo quedan empapadas por el agua procedente de éste. El descenso de la temperatura condiciona el fenómeno contrario; el agua que empapaba la roca pasa al estado sólido. Este paso del agua al estado sólido, nos enseña la física, que se produce con

aumento de volumen. Este aumento de volumen se traduce en una acción mecánica, enorme, capaz de modificar la primitiva cohesión de los materiales del substrato.

Los cambios de temperatura en esta zona, veíamos, tenían un ritmo impuesto por la alternancia estacional; la acción erosiva será de la misma manera rítmica. Esto se debe tener muy en cuenta en la explicación de los fenómenos periglaciares y constituye la tónica de las particularidades de los citados fenómenos.

Relación entre erosión y materiales del substrato.

Del grado de imbibición de los materiales del substrato por el agua depende el grado de erosión. La imbibición, por otra

parte, está en directa relación con las discontinuidades o mejor con el grado de porosidad que presenten los materiales del subsuelo; de aquí que en relación con la naturaleza de los materiales podamos distinguir aspectos especiales, de indudable interés, en cuanto a los pormenores de la acción de la erosión.



Fig. 1.—Gráfico en el que se muestra el paso de la roca viva a las formas de «gelivación» y «crioturbación». (Tomada de J. Tricart).

Para este fin podemos clasificar los materiales de la corteza en: porosos y no porosos, o lo que es lo mismo en: permeables y no permeables.

Los primeros, podíamos decir, no nos interesan en cuanto al fin que perseguimos; la acción del agua del deshielo en casos especiales se traducirá exclusivamente en una corrosión de tipo químico; se producirá un lapiaz.

La concepción dinámica de los materiales de la litósfera, no obstante, nos enseña que la realidad de la presencia, de materiales del tipo de los descritos, en la misma es mínima; casi se puede decir que no existen.

En los distintos materiales, susceptibles de ser considerados como impermeables o no porosos, produce la dinámica de la tierra discontinuidades de tipo diverso; discontinuidades naturales debidas a la sedimentación intermitente de los materiales en el geosinclinal; discontinuidades tectónicas: fallas y diclasas.

Por estas discontinuidades diversas puede circular y circular el agua del deshielo empapando la roca. El fenómeno del hielo y deshielo efectuará su acción erosiva sobre los materiales de



Fig. 2.—Granito «gelivado» en Tarnac: (Tomado de J. Tricart).

este tipo; la roca, considerada impermeable, se partirá en fragmentos de tamaño diverso. A la acción ejercida por los fenómenos del hielo deshielo sobre materiales de esta naturaleza se la denomina «gelivación»

Los materiales o rocas de origen detrítico constituyen, casi

exclusivamente, el grupo de las rocas denominadas porosas o permeables (como excepción podemos citar las escorias volcánicas).

Estas rocas detríticas suelen presentar una ordenación de los detritos en relación con la fuerza ordenadora o mejor con la actuación de esta fuerza ordenadora.

La traducción de los fenómenos del hielo y deshielo en es-

tos materiales será, pues, la presencia de un desorden en cuanto a la primitiva orientación, congénita, de los detritos. A este fenómeno se le conoce con el nombre de “crioturbación”.

La acción erosiva del dominio del periglaciario se efectúa, pues, con particularidades cuali y cuantitativas que dependen, en gran manera, de la naturaleza de los materiales.

Profundidad del suelo helado

Los valores que a este respecto se citan son muy dispares y pueden oscilar desde los 1-2 m., profundidad la más corriente, hasta cientos de metros en otros casos más o menos excepcionales.

La profundidad de suelo afectado por el fenómeno del deshielo presenta valores, también, variables pero que guardan íntima relación, en sus líneas generales, con el período de duración de las condiciones climáticas que provocan el fenómeno.

Las medidas que tienen por objeto relacionar la duración de la temperatura superior e inferior a los 0°C., nos permiten percatarnos claramente de la preponderancia de las condiciones climáticas que condicionan el fenómeno del suelo helado; las condiciones que producen el fenómeno del deshielo tienen menos duración y suelen corresponder a períodos de tiempo cortos de la estación estival.

Esta norma general está afectada cuantitativamente por otra serie de factores. Entre éstos y a título de ejemplo podemos citar la naturaleza de los materiales en lo que se refiere a la conductividad térmica de los mismos. Suelos distintos presentan

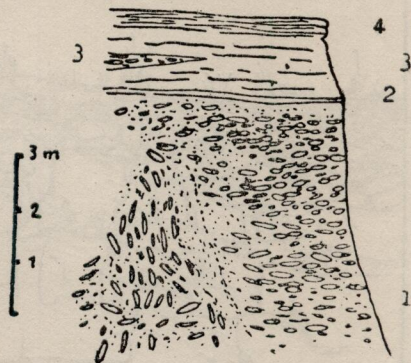


Fig. 3.—Corte de sedimentos crioturba-dos (1). (Tomada de N. Llopis)

valores diferentes de conductividad térmica y por tanto valores diferentes de profundidad de suelo helado.

Concluyendo debemos de deducir *que los valores calitativos de profundidad de suelo afectado por el fenómeno del hielo y deshielo, dependen directamente, de la duración de las condiciones climáticas favorables o condicionantes de uno y otro fenómeno. Los valores cuantitativos pueden ser afectados por multitud de otros factores inherentes a la naturaleza del material o externos.*

Atendiendo a la relación: cantidad de suelo helado y profundidad de suelo afectado por el fenómeno del deshielo, para un mismo suelo, podremos distinguir los siguientes tipos de suelos:

1.—Suelos en los que la profundidad de suelo afectado por los fenómenos de hielo y deshielo es igual. Esto es lo menos frecuente y corresponde a zonas de condiciones periglaciares muy restringidas.

2.—Suelos, en los que la profundidad del suelo afectados por los fenómenos de hielo y deshielo, no es igual. Estos son los más frecuentes y estas características se acentúan a medida que las condiciones periglaciares son mas extremas.

En este caso en una sección en profundidad del suelo nos es dado observar dos zonas; una superficial, afectada por el fenómeno del reshieo de naturaleza pastosa, consecuencia de la pérdida del deshielo de los materiales y de la acumulación en los mismos del agua de deshielo al actuar como nivel impermeable de la que podemos denominar capa freática superior.

Atendiendo a los valores cuantitativos del fenómeno hielo deshielo es posible establecer una clasificación más completa pero también más complicada de los suelos. Unicamente destacaremos nosotros el caso general en que las condiciones que dan lugar a los fenómenos citados cambie de un año para otro. En

este caso y en relación con los valores de duración de las citadas condiciones climáticas, podremos observar entre dos capas heladas, de un suelo, la presencia de otra en otros tiempos afectada por el fenómeno del deshielo y hoy aprisionada entre las dos heladas.

La capa superficial, pastosa, recibe la denominación de *Mo-*

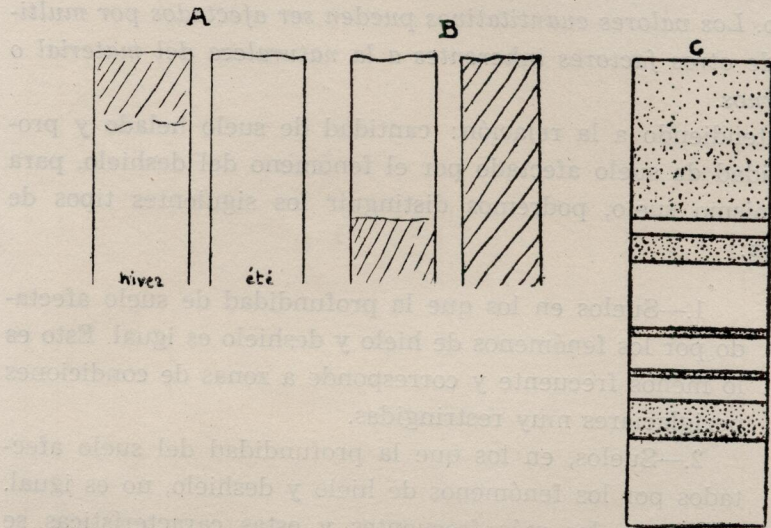


Figura 4.—Tipos de suelos helados.—A. Suelos afectados en la misma profundidad por los fenómenos del hielo y deshielo.—B. Suelos desigualmente afectados por los fenómenos de hielo y deshielo.—C. Suelo afectado por cambios estacionales, notables, que dan lugar a la presencia de capas no heladas entre dos heladas. En puntos y rayado las zonas heladas. (Tomado de J. Tricart).

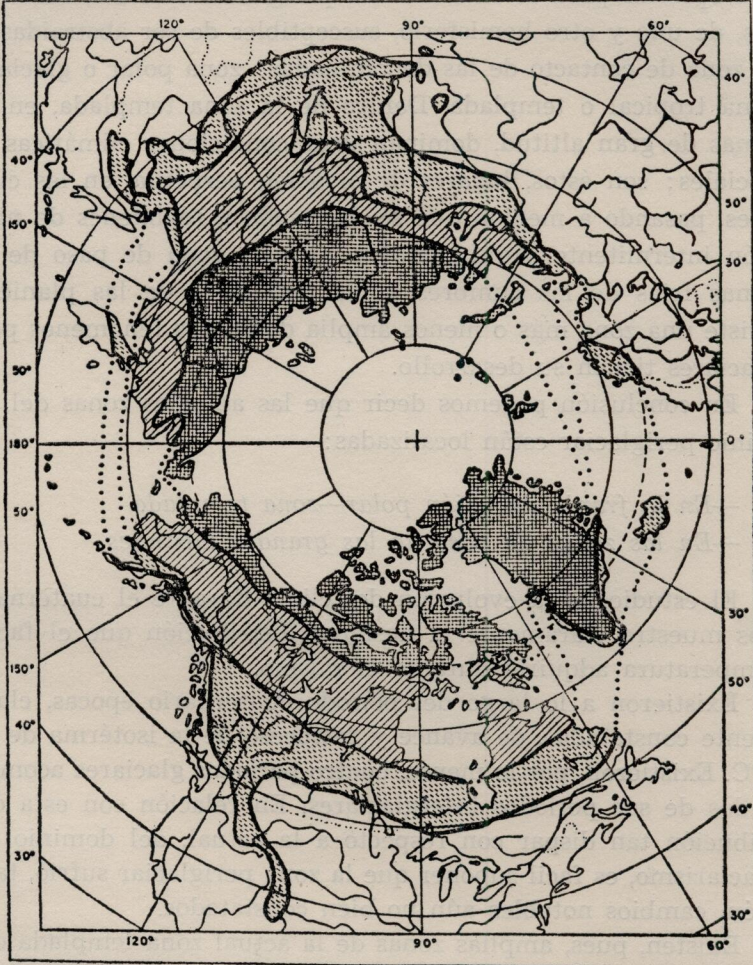
llisol. La capa inferior en contacto con la citada, pero heleda permanentemente, recibe el nombre de *pergelisol* (=tjåle=permafrost). Esta denominación es, también, la común para designar todo suelo helado.

Extensión actual y cuaternaria del dominio periglaciario.

Enunciadas las condiciones climáticas de la “zona periglaciaria” no es difícil poder componer el reinado del periglaciarrismo.

Teniendo en cuenta únicamente la distribución, arto esquemática, pero suficiente para el fin que perseguimos, de la

U.S. Department of Interior
Geological Survey



Base: Lambert's Azimuthal Equal-Area Projection from Goode's
Series of Base Maps, No. 201P, Univ. of Chicago Press.

ROBERT F. BLACK 1953

Fig. 5.—Extensión del suelo helado en el hemisferio norte. En cuadrícula la zona helada continuamente; el rayado represento la zona no helada continuamente; el punteado representa la zona helada esporádicamente. (Tomado de Cailleux y Taylor).

temperatura en el globo terráqueo según tres zonas denominadas respectivamente: zona ecuatorial o tórrida, zona tropical o templada y zona polar o glaciario; nos percataremos que las zonas óptimas para el dominio del periglaciario son las franjas, de uno y otro hemisferio, susceptibles de ser abstraídas en la zona de contacto de las denominadas: zona polar o glaciario y zona tropical o templada. Dentro de la zona templada, en las zonas de gran altitud, dominan unas condiciones climáticas especiales; son éstos, lugares de nivación perpetua, en las cumbres, pasando a medida que se desciende a regímenes de nivación intermitente. Aquí también, en esta zona de paso de las zonas frías de las cumbres a las templadas de las planicies, existe una zona más o menos amplia donde los fenómenos periglaciares tienen su desarrollo.

En conclusión podemos decir que las actuales zonas del dominio periglaciario están localizadas:

—En la franja de unión polar—zona templada

—En las zonas de paso de las grandes altitudes

El estudio de la evolución del clima durante el cuaternario nos muestra claramente la desigual distribución que el factor temperatura adquirió durante el mismo.

Existieron a lo largo del período cuaternario épocas, claramente constatadas, de avance y retroceso de la isotérma de los 0°C. Existieron, por lo menos, cuatro períodos glaciares acompañados de sus períodos interglaciares. En relación con esta distribución tan dispar con respecto a la actual, del dominio del glaciario, es fácil suponer que la zona periglaciario sufrió, también, cambios notables aún no bien constatados.

Existen, pues, amplias zonas de la actual zona templada que durante el cuaternario fueron asoladas por los fenómenos periglaciares.

En resumen podemos decir que durante el cuaternario el periglaciario ocupa análogas zonas que las actuales si bien con una distribución latitudinal completamente diferente.

LOS MATERIALES

Sedimentos de la zona periglaciaria.

Cuando la acción de la erosión se verifica sobre una zona plana, geológicamente hablando, los materiales resultantes de esta erosión reciben la denominación de: *Eluviones*. Materiales originados en virtud de un proceso de erosión "*in situ*".

Cuando a la acción erosiva "*in situ*" tenemos que añadir, para la explicación de la aparición de ciertos sedimentos, la acción de un transporte, más o menos amplio, de los materiales, entonces estos reciben la denominación de: *Coluviones*.

En el dominio del "*periglaciario*" o "*zona periglaciaria*", una franja más de la variada orografía terrestre, existen acumulaciones, depósitos de materiales que podemos denominar genéricamente *Eluviones* y *Coluviones*.

Ahora bien estos materiales, *eluviones* y *coluviones*, se forman en virtud de un proceso erosivo característico y netamente diferente al que produce los ya citados materiales en otras zonas del globo terráqueo. En atención a esto, los materiales de esta zona los podemos denominar específicamente: *Crio-eluviones* y *Crio-coluviones* respectivamente; es decir *eluviones* y *coluviones* de los países fríos. (*Crio*-viene del griego *Kruos*-frío).

Crio-eluviones

La acción de los fenómenos del hielo y deshielo producen como se pudo comprobar mediante mediciones cuantitativas, una labor erosiva intensa en las, a veces, frecuentes zonas planas del dominio periglaciario. Esta acción erosiva, destacábamos anteriormente, que tenía una rítmicidad claramente relacionada en su conjunto con el ritmo estacional. Esta rítmicidad, en el caso de que se trate de una zona no plana, se traducirá en la presencia, constante, de una zona a erosionar. Los materiales producidos en virtud del primer ciclo, hielo-deshielo, son transpor-

tados y la superficie queda nuevamente en condición de ser erosionada.

¿En el caso que nos ocupa, es decir, en el caso de que se trate de una zona plana, como se traduce la ritmicidad del ciclo hielo-deshielo?

Se pudo comprobar, merced a los estudios llevados a cabo en este sentido, que la influencia de la ritmicidad se da en los siguientes sentidos:

- 1.—Por la presencia de una mayor cantidad de subsuelo, en sentido profundidad, erosionado.
- 2.—Por la mayor trituración de los materiales de la parte del suelo afectado por los fenómenos de hielo-deshielo, en relación con los mismos de los crio-coluviones.
- 3.—Por la presencia de una estructuración, característica, superficial y profunda, en los casos más desarrollados, de los materiales del subsuelo.

Efectivamente, y en relación con el último punto expuesto, se pudo comprobar que los detritos de estos suelos verifican una serie de movimientos de tipo convencional que dan lugar, en los casos más vistosos, a la traslación de los materiales groseros a la superficie.

La causa en virtud de la cual se produce este movimiento no esta, ni mucho menos, también conocida como comprobado el hecho de que efectivamente existe el tal movimiento de traslación de materiales.

La explicación, más sencilla, al movimiento que verifican los bloques de gran tonelaje, a veces, es la que tiene por base la facilidad mayor o menor de conductividad térmica de los materiales que constituyen la zona erosionada. Según esta explicación los bloques groseros transmiten con mayor facilidad el fenómeno del deshielo lo que se traduce en una acumulación

de agua en torno al bloque que al pasar al estado sólido produce un pequeño ascenso de la misma.

De todo lo dicho debemos llegar a una conclusión: *los materiales de los crio-eluviones presentan, en los casos más desarrollados, una estructuración u ordenación de los detritos superficial y profunda que nos permite caracterizarlos y atendiendo a lo cual se procede a su estudio.*

No obstante esta es una explicación, esporádica, que si bien

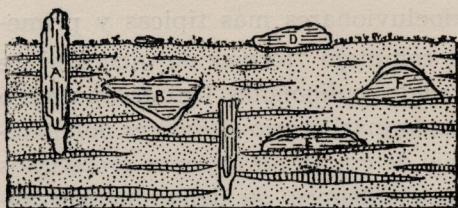


Fig. 6.—Desplazamiento de piedras hacia la superficie, según Taber. El rayado las pequeñas capas de hielo. (Tomado de Cailleux y Taylor).

puede explicar la translación vertical de los materiales no explica la disposición en forma de corrientes convencionales que se observan en algunos sedimentos bien desarrollados de estas zonas.

Criopedología.

La denominación *eluvión* se puede expresar, también, en el sentido unívoco: *suelo*. Esta denominación, actualmente usada unicamente por los morfológicos, fué la que privó en los principios del estudio de las zonas periglaciares.

A la ciencia que tiene por objeto el estudio de los suelos helados, según esta acepción, se la domina *criopedología* (del griego Krous-frio, pedon-suelo y logos-tratado).

Nosotros, desde el punto de vista estrictamente geológico, no somos partidarios de la misma por lo cual adoptamos las anteriormente enunciadas de *crio-eluviones* y *crio-colviones*, para los materiales, y la de *periglaciarismo*, para la ciencia.

De todas formas es difícil separar los conceptos *suelo* y *elu-*

vi6n, en muchos casos; por otra parte existe una terminologfa establecida por los crioped6logos que es de com6n entendimiento; de aquf, pues, que tendamos a mantenernos en el punto medio definiendo el concepto *crio-eluvi6n* y manteniendo en la nomenclatura el t6rmino *suelo* para las descripciones.

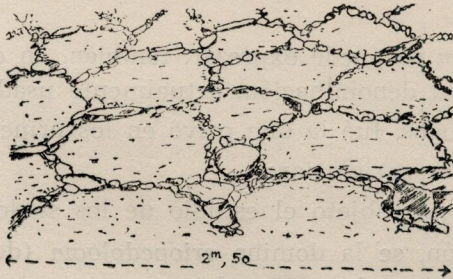
Principales formas de crio-eluviones: suelos poligonales.

Entre las formaciones crioeluvionares m6s t6picas y primeramente descritas dentro del complejo "*formas de nivaci6n*" se encuentran los denominados *suelos poligonales*. Quiz6s, apurando la terminologfa, podr6amos denominarlos *crio-eluviones poligonales*. En todo caso y en beneficio de evitar confusiones preferimos seguir conservando, como anticipabamos, su denominaci6n antigua.

Sus caracterfsticos son los siguientes:

—Superficialmente: contorno poligonal que delimitan materiales m6s groseros.

—En profundidad identico desarrollo poligonal que delimitan, tambi6n, los materiales m6s groseros. Estos materiales



Eig. 7. Suelo poligonal seg6n Aubert de la Rue. (Tomado de J. Tricart).

groseros contorneantes pueden o no continuarse en toda la zona erosionada; en el primer caso reciben la denominaci6n *enraizados*, en el segundo caso de *colgados*. La observaci6n meticulosa del resto de los materiales nos permite percatarnos

de la presencia de una ordenaci6n de los mismos en forma de una corriente de convenci6n.

Para unos esta disposición de los materiales sería debida a los cambios de temperatura. Durante el verano cuando el agua llega a los 4°C . adquiere la máxima densidad y tiende a sustituir a la del fondo provocando de esta manera, por repetición del fenómeno, las corrientes que pasivamente arrastrarían todos los materiales del suelo. Aún en el mejor de los casos es difícil admitir, no obstante, con los defensores de esta teoría que los citados cambios de temperatura sean capaces de arrastrar bloques de gran tonelaje, como ocurre a veces.

Otra manera de explicar la formación de estos suelos poligonales, que explica además, mejor, la aparición de los materiales más groseros en las zonas contorneantes, es la siguiente: los materiales greseros son transportados en virtud del proceso ya

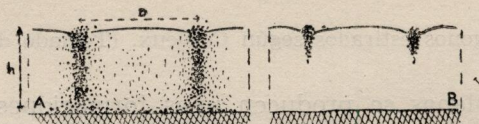


Fig. 8.—Sección vertical correspondiente a un suelo poligonal enraizado (A) y colgado (B), Según Romanovsky y Poser. (Tomado de Cailleux y Taylor).

explicado, debido a la facilidad de conducción de los efectos térmicos. Al mismo tiempo estos suelos son de tipo arcilloso, lo cual quiere decir que se desecarán y en las grietas producidas por este fenómeno se acumularán las rocas transportadas por el proceso ya explicado. Esta explicación, a pesar de todo, como las anteriores, no está ni mucho menos lograda. El problema de la génesis de estos tipos de suelo sigue en pié.

*Formas de paso crioeluviones-criocoluviones:
suelos estirados y estriados.*

Los suelos poligonales tal como los describimos se dan exclusivamente en zonas planas. En zonas con pendientes no suficientes para que se produzca el transporte, pero, tampoco, ab-



Fig. 9.—Polígonos estirados según Cailleux. (Tomado de J. Tricart).

solutamente planas se producen unas formaciones especiales, denominadas *suelos estirados y estriados*.

Los primeros, es decir los suelos estirados, son suelos o formaciones de tipo de las poligonales cuyos polígonos sufren un estiramiento en el sentido en que existe la pendiente. En los suelos estriados los materiales groseros se disponen en estrias según el sentido de la pendiente.

Son pues éstas deformaciones más o menos acentuadas, formas de paso, entre los típicos suelos poligonales y los verdaderos crio-coluviones, por la acción gravitacional, siempre muy restringida en relación a estos últimos.

* * *

En el dominio periglaciario se dan, también, otros tipos de sedimentos crioeluvionares que no presentan las característi-

cas enunciadas las que, creemos, corresponden a una formación totalmente madura. Estos tipos deben ser interpretados, en la mayoría de los casos, como estadios del desarrollo de los anteriores y derivaciones, de los mismos, por causas intrínse-



Fig. 10.—Suelos estratados según fotografía de Richmond. (Tomado de J. Tricart).

cas o extrínsecas especiales. Estas deducciones quedan en manos del investigador y estudioso de estos sedimentos, en los casos particulares dados.

Crio-coluviones

La acción gravitacional es la causa fundamental en el transporte de los materiales coluvionares. A partir de ciertos valores de pendiente la acción de la gravedad se deja sentir y los materiales erosionados, por la acción hielo-deshielo, influidos por ésta son arrastrados.

La acción de la gravedad, decíamos, era la causa fundamen-

tal, no obstante existen factores capaces de modificar los pormenores de esta simple acción gravitacional de una manera característica.

En los suelos no compactos en general y en todos en particular, la diferencia en condiciones plásticas entre los materiales que constituyen el *mollisol* con respecto a los del *pergelisol* darán lugar a una acentuación en el transporte. A

este modo de transporte condicionado por las condiciones plásticas del suelo se le denomina: *soliflucción*.

Cuando se produce el fenómeno del deshielo la capa superficial queda empapada de agua tomando consistencia pastosa: *mollisol*. Por otra parte este agua de deshielo se acumula en la zona de separación del *mollisol*-*pergelisol*. La mera acción de la gravedad se verá facilitada por estas condiciones; se producirá el ya citado fenómeno de la: *soliflucción*.

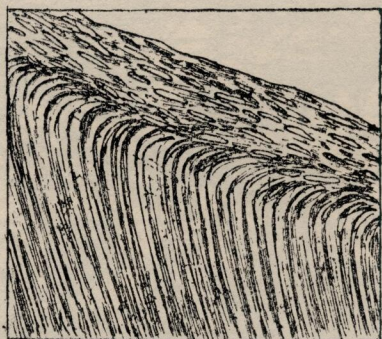


Fig. 11.—Efecto mecánico sobre el substrato, consecuencia de los fenómenos de soliflucción en Wisches (Bajo-Rhin). Tomado de J. Tricart).

En conclusión podemos afirmar para las zonas no planas de la orografía periglaciaria:

—Que el transporte se hace merced a la acción aunada de gravedad y soliflucción.

—Que en virtud de esta manera específica de transporte, los materiales adquirirán una disposición en todo diferente de los coluviones del resto de las zonas de la orografía terrestre.

La presencia de la soliflucción depende, en gran manera, de la naturaleza de los materiales y de otros factores por lo

cual en la zona periglaciaria se dan sedimentos en los que el transporte es meramente gravitacional y sedimentos, estos los típicos, en los que el transporte se produce por la acción aunada de gravedad-soliflucción lo cual justifica que para su somera descripción distingamos:

- Materiales en los que el transporte se hace por acción gravitacional.
- Materiales en los que el transporte se verifica por la acción aunada de gravedad soliflucción.

Crio-canchales.

Los crio-eluviones pertenecientes al primer grupo se caracterizan por que se producen en zonas, siempre, de pendientes muy acentuadas; las más dentro del dominio o zona periglaciaria. Por otra parte los elementos del sedimento presentan una ordenación por densidades.

A estos crio-eluviones gravitacionales los podemos denominar genericamente: *Canchales* y si queremos apurar más las expresiones *crio-canchales*.

Distinguiremos, por la frecuencia con que se encuentran en

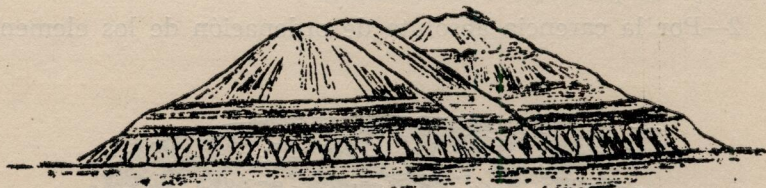


Fig. 12.—Vertientes con acumulaciones de crio-canchales simples. (Tomado de J. Tricart).

las zonas del dominio periglaciaria, los *crio-canchales simples* y los *crio-canchales estratificados*.*

(*) Denominadas por Solé: *brechas encamadas* = *breches littés* o *eboulis ordonnés*.

Los primeros presentan la distribución típica de los elementos por orden de densidades con los cambios que nos son conocidos desde el nacimiento del coluvión hasta el final del mismo. Los estratificados, por el contrario y tal como su nombre lo indica, presentan los materiales estratificados a lo largo de todo su desarrollo; estratificación que se manifiesta por la disposición de una capa de materiales groseros alternando con otros más finos. La explicación del porqué de esta estratificación no es ni mucho menos claramente conocida en la actualidad.

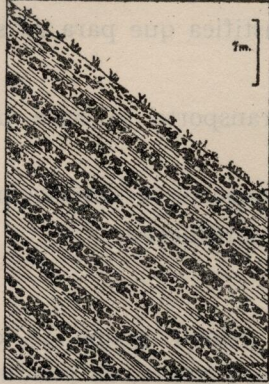


Fig. 13. — Sección de un crio-canchal estratificado (Brechas encamadas: Solé).
(Tomado de J. Tricat).

Crio-coladas:

Los crio-coluviones en cuyo transporte interviene la acción de la soliflucción se caracteriza:

- 1—Porque se dan en zonas de menos pendiente. Generalmente en el espacio que existe entre los suelos estriados y los primeros crio-canchales.
- 2—Por la carencia absoluta de ordenación de los elementos

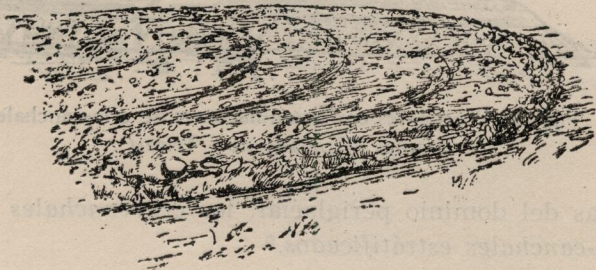


Fig. 14. — Morfología característica de una colada.
(Tomado de J. Tricart).

del crio-coluvión. Podemos decir aún, mejor, por el desorden que se establece en relación con la mera distribución gravitacional de los materiales.

Para estos materiales podremos adoptar la denominación de: *Coladas*. Efectivamente la morfología externa de estos crio-coluviones presentan todo el aspecto de una colada. Si queremos, también apurar la terminología podemos hablar de crio-coladas.

Estas coladas combinadas con la vegetación dan aspectos especiales en las zonas por ellas ocupadas de interés puramente morfológico y pedológico que nosotros no estudiaremos.

* * *

En este caso, como anteriormente al hablar de los crio-eluviones, advertimos que hacemos exclusivamente una clasificación y enumeración de los criocoluviones esquemática; en manos del investigador y especialista quedan las explicaciones y estudio de ciertas formas que pueden aparecer.

EVOLUCION MORFOLOGICA DE LA ZONA PERIGLACIAR

La real influencia de la acción del hielo y deshielo sobre el modelado de los países fríos de la zona periglaciaria no es todavía suficientemente conocida, en sus pormenores. Aún se siguen catalogando datos, en los distintos países en que se estudian, que permitan corroborar las afirmaciones teóricas que se hacen sobre la influencia y evolución en el tiempo del paisaje en relación con esta forma típica de erosión.

La observación de la simple actuación de los citados fenómenos, en los países fríos actuales, nos llevan al establecimiento de las siguientes conclusiones, provisionales, respecto a la

manera de actuación de la erosión periglaciaria sobre el modelado:

—La acción decisiva, en lo que se refiere a modelado, de la acción del hielo y deshielo se da en las vertientes en las que se produce un retroceso, paulatino, en el valor angular de las mismas como consecuencia de la erosión y transporte, ya sea exclusivamente gravitacional o doble: gravedad, soliflucción.

—Los materiales resultantes de la acción destructora o modeladora se acumulan en las zonas deprimidas de la morfología pre-periglaciaria. Estos influyen decisivamente en el modelado.

De la interpolación, en relación con el factor tiempo, de la acción aunada de estas dos fuerzas, devastadoras de las pendientes y colmatadoras de las zonas deprimidas del paisaje periglaciario, se puede deducir, fácilmente, que el punto final al que tenderá toda zona *periglaciaria* será hacia una zona plana; una *peniplanicie*. La *peniplanicie* es el punto final de la evolución del paisaje periglaciario.

En la interpretación del paisaje cuaternario es ésta una consideración digna de tener en cuenta. Existen retazos, enmascarados por la acción geológica de la erosión normal, para cuya interpretación son decisivos estos conceptos de la ciencia periglaciaria.

Cabe preguntar, ahora, que relación guardan estos fenómenos modeladores con la acción modeladora glaciaria y con el ciclo de erosión normal. ¿Son simples estadios, independientes o intrusivos, dentro del ciclo de erosión normal? o por el contrario, ¿presentan algunas relaciones, o son estadios, del ciclo general de la erosión normal?.

Parece, sin la menor duda, que se trata de estadios independientes, intercalados en virtud de unas condiciones especiales

dentro del ciclo de erosión normal. Un paisaje periglacial peneplanizado no se rejuvenece, no cierra el ciclo, deben actuar las fuerzas de erosión normal en su rejuvenecimiento. Cuando esto suceda evolucionará hasta el mismo estadio final.

La acción modeladora del periglaciario puede actuar, no obstante sobre un paisaje glacial o fluvial en el sentido de conducirlo hacia la peneplanicie. En este caso contribuye a que se cumpla o dé el estadio final del ciclo de erosión normal.

RÉSUMÉ

Dans ce travail on résume et on met au point, surtout, au point de vue géologique, les connaissances sur le "périglaciarisme".

SUMMARY

In this work, a summary and up-to-date revision are made (mainly from a geological point of view) of the knowledges on "periglacierism".

BIBLIOGRAFIA

En esta enumeración bibliográfica prescindimos, en absoluto, de la cita de multitud de trabajos monográficos, a todas luces, interesantes para el especialista y estudioso interesado en profundizar sobre los aspectos generales que acabamos de exponer. A estos les remitimos a las obras generales que citamos a continuación, en las cuales encontrarán recopilada una completísima bibliografía sobre los distintos aspectos del periglaciario.

DE MARTONNE, EMM: *Traité de Géographie physique*.—III tomos, 4 edición. Paris. 1929.

CHARLESWORTH, J. K: *The quaternary era*.—T. I y II. Edward Arnold editores. Londres.

CAILLEUX, A. Y TAILOR, G: *Cryopédologie*.—*Expéditions polaires françaises*, T. IV. París 1954.

TRICART, J: *Cours de Géomorphologie*. II partie: *Géomorphologie climatique*. Fascicule I, *Le modelé des pays froids: 1—Le modelé périglaciaire*. París.

ZEUNER, F. E: *Geocronología: La datación del pasado*. Versión Española Ediciones Omega. Barcelona 1956.

BIBLIOGRAFIA

BONIFAY (E). — **Les terrasses quaternaires de la vallée de l'Huveaune (Bouches du Rhone).** — Bull. Soc. Geol. Fr., 6^o sér., IV 1954, p. 31-43.

Análisis: La regresión preflandriense ha sido escenario de una fase importante de excavación seguida de relleno. Esta última, con una potencia de más de 10 m., forma una terraza baja muy continuada a todo lo largo del valle, con un perfil transversal cóncavo e importantes aportes laterales, formados bien por afluentes o por brechas y desmoronamientos. Los cantos tienen facies periglaciaria. En la masa del material se han observado crioturbaciones típicas. El perfil longitudinal de la parte superior de la capa es irregular y muestra una sucesión de horribles y de pendientes más fuertes correspondientes a los estrangulamientos, disposición que resulta del encajonamiento del valle por los aportes laterales.

La pendiente en conjunto es fuerte (4-8 %). Una fase de excavación ha seguido a la transgresión flandriense y después una nueva fase de acumulación. Sobre el emplaza-

miento de los conos afluentes, en parte arrasados, se forman nuevos conos localizados ahora al pie de los macizos más altos. Estos se han considerado que son activos y están cortados algunos metros por los torrentes. En el fondo del valle los depósitos más recientes son de limos arenosos subactuales, cuya potencia crece desde 1-1,5 m. en Aubague a 8-9 m. en Marsella.

Se tendría entonces después de la regresión plefrandriense, primeramente un período de excavación, después relleno climático durante los máximos fríos, una nueva excavación a causa del aumento de la temperatura durante la transgresión plefrandriense y relleno eustático hacia abajo y climático hacia arriba durante una corta recurrencia de frío.

Crítica: Confirma la importancia de los fenómenos periglaciares ya señalados por nosotros en el Bas-Rhône y en la región de Marsella y la de la recurrencia de frío de la Nouvelle Toundra (Período de Dryas).

J. TRICART

(Traducción J. G. Prado)

RONDEAU (A).—**Aspects de la morphologie cryonivale dans le Midi de la France.**—Bull. Soc. Geol. Fr., 6.^o sér., IV, 1954, p. 225-232, 1 pl., phot.

Análisis: Enumera rápidamente los diversos índices de la acción del frío cuaternario en la Francia Mediterránea desde l'Arière a la Roya. Insiste sobre la frecuencia de crioluviones estratificados pasando más o menos según la pendiente, a las coladas de soliflucción y a los conos desparramados en rampa, con alternancia de restos calizos de gelivación y de lechos de arena y limos aportados por el viento.

Los nichos de nivación son todavía activos entre los 2.000 y 2.200 m. en los Picos de Europa (España). Son frecuentes hacia los 1.800 m. en los Alpes Marítimos.

La gelivación de los cantos oscila, entre una profundidad de 30 cm. en la terraza baja de la Durance y 1 m. en la Crau. Los valles disimétricos son función de vientos del W portadores de nieve en el Narbonnais y del E. en los Alpes Marítimos. Una gran parte de estos fenómenos periglaciares, que faltan entre el Orb y el Vidourle, se deben a la acción de vientos nórdicos fríos. Serían muy recientes, posteriormente a la extensión glaciár wurmiense.

Crítica: A la rareza de los fenómenos periglaciares al nivel del mar entre el Vidourle y el Orb, hace

falta agregar la subida del límite inferior de cantos ordenados entre Marsella y Roya, que ya fué señalada y explicada por nosotros en el deliense. En seguida sobrevino el frío máximo. La datación se justifica por la evolución pedológica y geomorfológica que comprende: el depósito de limos en un pequeño lago de contención que se termina por facies loésicas, formación de coladas congreso del INQUA de 1953.

En cuanto a la de las acciones del frío del Tardiglaciár, no podemos comprometer nada. Consideramos, con F. Bourdier, que la Crau central es risiense y no wurmiense. En los Pirineos Occidentales, Mlle. Alimen, señala que las formaciones periglaciares son wurmienses.

J. TRICART

(Traducción J. G. Prado)

ZANDSTRA (J).—**Un dépôt pollinifère mindélien en Sarre.**—Rev. de Géomorphologie Dyn., V, 1954, p. 204-213.

Análisis: Cerca de Sarrebrück, en una divisoria entre los pequeños valles de soliflucción (tejera Breit en Klarenthal), dominando tres niveles de terrazas, se notan dos loes sucesivos que reposan sobre un lecho de arenas y graveras, después limos compactos igualmente crioturbados (espesor 1,6 m.), después limos húmí-

feros con crioturbación ligera (espesor 3,2 m), en fin, limos arenosos con un banco de gravas sobre la roca in situ (espesor 1,6 m.).

El limo húmifero ha dado una flora de pinos y abedules y de gramíneas que indican una selva fría que correspondía a un interestadio mindeliense. En seguida sobrevino el frío máximo. La datación se justifica por la evolución pedológica y geomorfológica que comprende: el depósito de limos en un pequeño lago de contención, que se termina por facies loésicas, formación de coladas de soliflucción y formación de coladas que truncan las precedentes, crioturbaciones, depósito de loes inferior, alteración de este loes en el suelo; nueva fase de soliflucción removiendo estos loes y depósitos de loes superior, soliflucción parcial del loes superior. Los dos loes son pre-wurmienses y muy alterados. El loes wurmiense es muy raro en el Sarre, lo que explica que los loes de esta región son generalmente poco característicos, muy lavados y lehemificados.

Críticas: Esta cantera prueba la existencia de climas periglaciares rudos, con intensa soliflucción, en el Cuaternario antiguo del NE. de Francia, de forma parecida al corte de Saverne, que tiene crioturbaciones

intensas en condiciones de yacimientos análogas. La abundancia de limo es igualmente un carácter común a los dos cortes.

J. TRICART

(Traducción J. G. Prado)

BERTHOIS (L).—**Remarques sur la paléopédologie des limons des environs de Rennes.** Ann.—Ecole nat. Agric. Rennes, XV 1953, p. 63-75.

Análisis: En la región de Rennes, cerca de Plessix, una terraza de co-ta absoluta 30 m. está afectada por una pequeña falla de 1,2 m. Al S de la falla hay solamente un limo loésico de 1,2 m. de espesor cuya base se mezcla con los guijarros subyacentes por efecto de fenómenos de crioturbación; al N de la falla, el mismo limo recubre otro que está rubefactado compacto y fuertemente aglomerado en su parte alta (1 m. de espesor), con inyecciones y crioturbaciones en el contacto de los dos limos. En la Croix Verte, sobre las coladas de "head", se observan limos amarillos que en la parte inferior tienen cantos con pátina y eolizados con facetas, y un poco más lejos, en la base de los limos, hay "fentes en coin" rellenos de limos y guijarros.

Los loes están a menudo removidos por el arroyamiento que introduce pequeñas alternancias de lechos finamente estratificados y de limos netos. En la serie está intercalado un suelo de "podzol" típico. El conjunto se atribuye al Wurm, pero sin criterios que los determinen.

Crítica: Que nosotros sepamos, estos "fentes en coin" son las primeras que se señalan en la Cuenca de Rennes. Suponen un clima muy extremado. La datación parece, sin embargo, discutible. En efecto, es raro que las capas aluviales wurnienses estuviesen suficientemente aireadas para poder quedar recubiertas por el loess, y más raro aún que estos loes tengan paleosuelos.

Por estas razones, pensamos más bien que esas "fentes de coin" y el loes inferior, son del Riss. Se sabe que en el interglaciario Riss-Wurm, las condiciones a menudo han sido favorables a la podzolización en el N. de Francia.

(Traducción J. G. Prado).

J. TRICART

DE PORTA, J. — **Bibliografía sobre el cuaternario marino de las costas atlánticas de España.** — Rev. Estudios Geológicos, núm. 34. Madrid, 1957.

Es, éste, un magnífico trabajo en el que se recogen las citas bibliográficas referentes al cuaternario marino de las costas atlánticas, distribuidas en tres grupos: 1—*Litoral Cantábrico*, 2—*Golfo de Cádiz*, 3—*Costas africanas*. Acompañan a cada enumeración bibliográfica un pequeño resumen de los principales aspectos y conclusiones tratados por el autor.

Ultimamente aparecieron unas publicaciones que hacen referencia al litoral cantábrico, las cuales nos place enumerar con el fin de actualizar, para la zona cantábrica, el magnífico trabajo, repetimos, del Sr. de Porta.

F. Hernández-Pacheco: Las rasas litorales de Asturias e Ifni, sus rasgos morfológicos comunes y origen de las mismas. Anal. Asoc. Esp. Progres. Cien., Año XXII, núm. 3, págs. 483-491. Madrid.

F. Hernández-Pacheco: Las rasas de la costa Cantábrica en el segmento oriental de Asturias. Public. V. Congres. Inter. I. N. Q. U. A. 32, págs., 4 figs., Oviedo 1957.

José Antonio Martínez (Oviedo).



SPELEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA CARSTICA,
ESPELEOLOGIA Y CUATERNARIO

PUBLICADA POR LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO (ESPAÑA)

Aparece en cuadernos trimestrales y comprende toda clase de estudios, notas y novedades referentes a Hidrología, Morfología Cárstica, Geoespeleología, Bioespeleología y Cuaternario

DIRECCION:

Prof. N. Llopis Lladó

(Universidad de Oviedo)

REDACCION:

HIDROGEOLOGIA

Prof. J. Gómez de Llarena

(Madrid)

Jesús Elósegui

(San Sebastián)

José M. Thomas Casajuana

(Barcelona)

CUATERNARIO

Prof. F. Jordá Cerdá

(Universidad de Oviedo)

SECRETARIA:

Prof. José Antonio Martínez

(Universidad de Oviedo)

La suscripción anual es de 150 ptas. para España y de 400 ptas. para el extranjero (comprendidos los gastos de envío)

La correspondencia y suscripciones deben dirigirse al Sr. Secretario de SPELEON

INSTITUTO DE GEOLOGIA APLICADA, UNIVERSIDAD.
OVIEDO (ESPAÑA)

