UNIVERSIDAD DE OVIEDO - FACULTAD DE CIENCIAS

TOMO V

1 JUNIO 1954

NUM. 1-2

SPELEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA

CARSTICA Y ESPELEOLOGIA



INSTITUTO DE GEOLOGIA OVIEDO 1954

SUMARIO

	Páginas
Editorial	3
N. Llopis Lladó: El Catálogo Espeleológico de España	. 5
N. Llopis Lladó: Sobre las características hidrogeológicas de la red hipogeo de la Sima de la Piedra de San Martín (Navarra)	
Joaquín Montoriol Pous: La hidrología kárstica del Plà de les Bases y sus rela ciones con la de otras zonas del macizo de Garraf (Barcelona)	. 55
E. Balcells R.: Quirópteros de cuevas catalanas: Campaña de 1952-53	105
SECCION DE EXPLORACIONES	
Asturias	111
Bibliografía	. 115
Publicaciones que se reciben regularmente en el Instituto de Geología d la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo	le . 123

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

UNIVERSIDAD DE OVIEDO - FACULTAD DE CIENCIAS

TOMO V

1 JUNIO 1954 NUM. 1-2

SPELEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA CARSTICA Y ESPELEOLOGIA



INSTITUTO DE GEOLOGIA OVIEDO 1954

BAINEISIDAD DE DMEDO - FACILIAD DE CIENCIAS

MOJIJAS

REVISIA ESPANOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA.



Appoints as official

EDITORIAL

Con este volumen V de nuestra revista SPELEON, se inaugura el quinto año de su publicación. Cinco años representa una etapa y llenar una etapa es siempre esperenzador sobre todo cuando comienzan a recogerse los frutos de la semilla sembrada con muchas dificultades, de la planta cuidada con esmero, con gran esfuerzo. Pero hoy esta planta aunque joven, es lozana y sus raices van fijándose cada vez más sólidamente. Hoy SPELEON llega a todos los países del mundo donde se practica la ciencia auténtica, la verdadera Geología y recibe a cambio las sugerencias de otros cerebros y otras escuelas. SPELEON se intercambia hoy con 211 revistas nacionales y extranjeras que constituyen una de las bases principales de la biblioteca en formación del Instituto de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad.

Pero aparte de esta importante aportación bibliográfica internacional, SPELEON, se ha situado en uno de los primeros planos de la Espeleología y de la Hidrología cárstica mundiales, según reza en los comentarios de relevantes revistas extranjeras geológicas y geográficas. Y esta es nuestra ma-

yor satisfacción, el mejor premio a nuestro esfuerzo, al ver que la Ciencia Española tiene un nuevo brote en su ya frondoso árbol, brote de una disciplina que hasta abora había permanecido diluída, menospreciada y aún confundida con meras actividades deportivas.

Pero esto no nos bace olvidar los defectos de nuestra Revista, que nadie mejor que nosotros puede analizar. Es la rémora inherente a nuestra insuficiencia, la proyección de nuestros propios defectos. Por esto necesitamos del consejo y de la ayuda, de los que, desde fuera de nuestras páginas, pueden colaborar con sus aportaciones de toda índole para hacer de SPELEON una revista única en su género.

LA REDACCION

El Catálogo Espeleológico de España

POR

N. LLOPIS LLADO

La Espeleología va adquiriendo en España un desarrollo inusitado. Los que hace 20 años continuábamos modestamente, oscuramente, la obra de los espeleólogos barceloneses, maestros de la Espeología Española, estamos admirados ante el incremento que va tomando en los últimos tiempos.

Pero no es suficiente que se formen todos los meses grupos espeleológicos en los más apartados rincones de España; no es bastante que se exploren cavernas difíciles o desconocidas hasta ahora, es necesario que estos trabajos, estos esfuerzos y estos riesgos, dejen una huella, como la dejaron, profunda, los Font y Sagué, los Faura, los Carballo; pues de lo contrario todo ello resulta estéril, la ciencia no progresa y todo se reduce a ensalzar la vana aureola personal de algunos, a través de las descripciones, casi nunca afortunadas de los periodistas.

Por esto es necesario encauzar una labor positiva, de rendimiento en alguna faceta de la Ciencia; y el primer trabajo a realizar es, indiscutiblemente, el de la formación del Catálogo Espeleológico de España, puesto que no están catalogadas las cavernas y simas conocidas en nuestra Patria.

Hace ya años, geólogos eminentes se dieron cuenta de esta necesidad y en 1896 apareció la primera obra consagrada a este tema elaborada por Puig y Larraz (7). Este libro fué indiscutiblemente el punto de partida de este trabajo. Cuando algunos años más tarde, la Espeleología comenzó a adquirir auge en Barcelona, comienzan a aparecer catálogos parciales de interés regional (6) (2-3), el primero formado por Font y Sagué y el segundo por Faura Sans. A estos, que comprendían las simas conocidas en las cuatro provincias catalanas, hay que añadir otros estrictamente provinciales como el de Ferraté (4) sobre la provincia de Tarragona y el de Ferrer (5) sobre Vizcaya. Todos ellos son trabajos esporádicos, realizados gracias a la buena voluntad y al esfuerzo de quienes supieron comprender la necesidad de una organización, de una primera piedra, de un punto de partida.

En las etapas reciente y actual de la Espeleología, aquella obra no fué abandonada. Por el contrario, fué meticulosamente conservada y aumentada; así en Barcelona, la Sociedad de Ciencias Naturales «Club Montañés» inició bajo nuestra dirección, la ampliación del Catálogo Espeleológico de España, iniciado por Puig y Larraz, tomando como punto de partida la obra de este autor y aumentándola considerablemente con datos personales y con los aportados en las publicaciones bioespeleológicas de Jeannel y Racovitza (1). En este catálogo cuyos trabajos se realizaron entre 1932 y 1936 se triplicó el número de cuevas catalanas en relación con el último catálogo de Faura (3). Estos datos han permanecido hasta ahora inéditos, pero continúan siendo ampliados y conservados por el Grupo de Exploraciones Subterráneas de la ya indicada Sociedad de Ciencias Naturales «Club Montañés Barcelonés», y de este fondo documental se han tomado los datos para elaborar los últimos catálogos locales, distribuidos por macizos, publicados en nuestra revista SPELEON (8) (9) 10).

También el Grupo de Ciencias Naturales Aranzadi de San Sebastián, se preocupó y sigue preocupándose de estas cuestiones, habiéndose comenzado la publicación en su organo «Munibe», de las primicias de su Catálogo Espeleológico de Guipúzcoa transcritas íntegramente en SPELEON.

Es pues ahora el momento de unificar todos estos trabajos ya que se inicia en España una época de intensa actividad espeleológica. Por esto el primer paso ha de ser la catalogación de todas las cuevas conocidas en España y este trabajo debe hacerse por regiones y ha de correr a cargo de las entidades espeleológicas dispersas por las distintas provincias españolas.

En el Instituto de Geología de la Universidad de Oviedo, se ha iniciado ya esta labor, habiéndose recogido multitud de datos inéditos aparte de los entresacados de la bibliografía existente. No obstante es sólo una tímida iniciación, puesto que el territorio asturiano es riquísimo en fenómenos cársticos y el catastro de sus cavernas ha de ser forzosamente muy extenso.

Una labor idéntica debe iniciarse en todas las provincias e intensificarse en aquellas en las que ya se ha comenzado, pero ante todo interesa tener un criterio general sobre dos puntos esenciales.

1) Características de la sistemática a utilizar y

2) Organización del Catastro.

En el Instituto de Geología de la Universidad de Oviedo, se ha procurado simplificar ambos. La distribución de los fenómenos cársticos, ha de tener carácter regional, toda vez que son elementos de un conjunto de hechos geográficos y geológicos y por lo tanto han de ser distribuídos ante todo por regiones o divisiones políticas, ya que éstas en su mayor parte, están condicionadas por las características geográficas. Secundariamente se impone la distribución provincial, indispensable para una buena catalogación. A esta ha de suceder la región natural o macizo montañoso y finalmente el municipio y la aldea o lugar. La jerarquía de esta sistemática es pues la siguiente:

Región política
PROVINCIA
REGION NATURAL
Municipio
Aldea o Lugar

La organización del Catastro debe realizarse, según nuestro criterio, por el sistema internacional de fichas único adecuado al carácter especial e indefinido del catálogo. En estas fichas deben consignarse el mayor número posible de datos de toda índole, en forma abreviada para evitar tamaños anómalos del fichero que dificulten su manejo. El Instituto de Geología, emplea fichas de 15 x 10,5 cms. donde aparecen consignados los datos siguientes:

Nombre de la cueva, sima o resurgencia.

Municipio

Aldea o lugar más próximo

Altitud

Dimensiones

Recorrido total

Caudal (si se trata de una surgencia o resurgencia)

Descripción topográfica

Descripción geológica externa e interna

Fósiles

Datos biospeleológicos

Datos prehistóricos

Fechas de las exploraciones conocidas.

Origen de los datos consignados (personal o bibliográfico, Bibliografía

Referencias a archivo de planos y archivo fotográfico.

Estos datos, cuando son completos constituyen un estudio resumido de la caverna citada. Por esto sólo de aquellas cavernas en las que se han realizado estudios meticulosos en todos los aspectos de la Espeleología, pueden tenerse fichas completas. Pero sólo la consignación del nombre y de la situación, tiene ya un valor; este ha de ser el comienzo y poco a poco vendrá lo demás.

No nos escapa que es esta una obra ingente, larga y laboriosa, pero al iniciarla se pondrá de manifiesto la labor conjunta de los espeleólogos españoles, su interés por la auténtica Espeleología. Un dato preciso, tomado concienzudamente, tiene un enorme valor, incomparable al de una exploración estéril.

Este trabajo puede ser el punto de partida del conocimiento de la España subterránea y con los datos adquiridos puede que algún día, por nosotros mismos o por nuestros sucesores, pueda presentarse una obra elaborada, sobre las cavernas de España, que constituya un firme jalón de la labor iniciada por Puig y Larraz.

BIBLIOGRAFIA

- 1. J. Jeannel y A. Racovitza: Enumeration des grottes visitées. Bioespeleologica París 1924-1929.
- 2. Faura Sans, M.: Espeleología (Index espeleologic de Catalunya) Geogra. de Cat. Carreres Candi. 1908.
- 3. Faura Sans, M.: Recull espeleológich de Catalunya. Sota Terra Club Mont. pág. 1-26 1909.
- 4. Ferraté, J.: Catálech espeleológich de las comarques Tarraconines. 1 vol. Reus 1924.
- 5. Ferrer, A.: Monografía de las cavernas y simas de la provincia de Vizcaya. Publ. Junta de Cultura. 1 vol. 100 págs. 36 figs. Bilbao 1943.
- Font y Sague, N.: Catálech espeleológich de Catalunya. But. C. E. C. año II. N-24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33 y 35 y un folleto aparte. 1897.
- 7. Puig Larraz, G.: Cavernas y simas de España. Bol. Com. Map. Geol. Esp. T. XXI, págs. 3-291. Madrid 1896.
- 8. Termes, F.: Catálogo espeleológico de la región de Garraf. Speleon. T. III, N-3 págs. 131-146. Oviedo 1952.
- 9. Termes, F.: Catálogo espeleológico de la región de Sant Llorens del Munt-Sierra de l'Obac (Barcelona). Speleon. T. II. N-4 págs. 225-231. Oviedo 1952.
- Termes, F.: Catálogo espeleológico de los alrededores de Barcelona y de Monserrat. Speleon. T. III. N-4 págs. 183-191. Oviedo 1952.

Este trabajo puederser el pareto de periode del conociencio de la Esta trabajo pueder y con les datos adquiridos puede que elem ela, por cosaciens mismos e con iluestros sucherres, pueda presentarse da obra elaborada, cobra la cavernas de España, que constituya na firme jable de la labor intereda por Peiu y Loraz.

BIBLIDGRAFIA

- 1 Departief v. A. Racentza: Enumeration des grottes minden dinaspeluplogica Pana 1751-1959
- There some Mr. Expeleplogia (index expeleologic de Catalanya) Googra et Cat. Catteres Canil. 1908.
- 5. June and, M.; Recell espeledigieli de Calaimeya. Sora Lerra (105 Mont. pég. 1-16 1999.
- L. Firene, T. Circilett, copyslephysick de Inc. domaisture Tarracopides, 1 vol.
- Prove At Monograph As intervenue y sidnes de la provincia de Viccava.
 Pubb junto de Calcura I, solt col pare de las differencias.
- Fine Larger g. Cavergay a stone de Capaña Bel, Com Maya Caul Fep. W. XXI page 20020 Manual 1898.
- Nomes F.: Cardingto especiatelyper us in region de Correi Squescon. 1 (i)
- 2. Towes! 'a Confequence peleologica and region of Sales of Security Legisters and Security Section of March Legisters (ILS) and Characters of Section 1.
- Jours, E.: Caralingo estet tologico de los strateglores dan larredonally de-

Sobre las características hidrogeológicas de la red hipogea de la Sima de la Piedra de San Martín (Navarra)

POR

N. LLOPIS LLADO

INTRODUCCION

En La Montaña de Navarra, lindante con Francia, se extiende una zona casi desértica, de tránsito difícil, denominada Larra, en cuya gea desempeñan el principal papel las calizas turonenses sobre las cuales se ha desarrollado una carstificación intensa. Esta región sería desconocida si no estuviera recorrida por su margen occidental por el camino de herradura que desde el llano de Belagua cruza a Francia por el collado de la Piedra de San Martín, y sobre todo sin el descubrimiento de la sima Lepineux o de la Piedra de San Martín gracias a la difusión que la Prensa ha dado a las tres expediciones realizadas, la penúltima de las cuales costó la vida al malogrado Loubens.

La intervención de un equipo español, en la última expedición realizada el pasado agosto de 1953, permitió obtener una serie de observaciones sobre la hidrología cárstica de la región de Larra y vertientes franceses del valle de Santa Engracia, las cuales sirvieron

de base para sentar algunas conclusiones de interés hidrogeológico por lo que respecta al origen, recorrido y emergencia de las aguas que corren por el interior de la Sima de la Piedra de San Martín. Pocas observaciones tenemos en cambio acerca de la marcha de las aguas en profundidad, pues los exploradores franceses no han divulgado hasta la fecha los estudios realizados y los dos espeleólogos españoles que descendieron a la sima con los equipos franceses, se vieron imposibilitados de realizar ninguna clase de trabajo concreto.

Para poder diagnosticar la zona de alimentación de las aguas de la Sima de San Martín y su marcha subterránea ha, sido necesario levantar un mapa geológico de la zona estudiada a la escala 1.25:000 con detalle suficiente para poder representar comodamente los accidentes geológicos de la región. Además se levantó un plano más detallado a escala 1: 10.000 de los alrededores inmediatos de la sima.

Este trabajo se ha realizado con la colaboración de todos los componentes españoles de la expedición, debiendo ser mencionados de manera especial D. Jesús Elósegui, quien a pesar de su indisposición de pronóstico reservado, prestó inapreciables servicios estudiando los manantiales de los alrededores de Belagua, cuya relación con el río de San Martín era posible antes de conocer la región; Don Fernando Termes, que me acompañó constantemente en mis correrías geológicas; D. Luis Carrero y D. Antonio Escobar, Jefes del Campamento Español, que nos acompañaron igualmente en nuestras excursiones; los Sres. Ondarra y Assens que nos transmitieron sus observaciones subterráneas y finalmente el personal de la Guarda Civil que colaboraba en los trabajos y que con su celo, pericia y buena voluntad contribuyó eficazmente a la realización de nuestros estudios. Plácenos también hacer pública la amabilidad con que fuimos acogidos en Santa Engracia por Mr. Ranvier, ingeniero de Electricité de France, quien nos proporcionó preciosos datos sobre el régimen subterráneo de los alrededores y en especial de la surgencia de Bentia,

Finalmente es necesario hacer constar el agradecimiento que todos los miembros del equipo Español debemos al Excmo. Sr. Gobernador Civil de Pamplona, D. Luis Valero, por las infinitas amabilidades de él recibidas, algunas a todas luces innecesarias, secundado eficazmente por el Ilmo. Sr. Alcalde de Isaba y los Sres. Oficiales de la Guardia Civil de aquel sector.

PROBLEMAS PLANTEADOS Y METODO DE TRABAJO

El principal objeto de este estudio, que motivó la intervención española en la expedición a la Sima de la Piedra de San Martín, fué el determinar las características hidrogeológicas de la región, es decir la situación de la zona de alimentación del río subterráneo de la Sima, su posible caudal, su recorrido subterráneo y la zona de emergencia de las aguas.

Dado el desconocimiento geológico que se tenía de la región, para resolver este problema ha sido necesario proceder ante todo el estudio geológico, levantando una cartografía adecuada y realizando los estudios complementarios precisos para poder llegar a conclusiones concretas. Los trabajos realizados a este respecto han sido los siguientes:

- 1. Levantamiento de un mapa geológico de la zona comprendida entre los picos de Arlás y Lakora a la escala 1: 25.000.
- 2. Levantamiento de un mapa geológico detallado de los alrededores inmediatos de la sima a la escala 1:10.000.
 - 3. Estudio geológico.
 - 4. Estudio morfológico e hidrológico.
 - 5. Observaciones subterráneas.

Este trabajo es sólo un avance de las observaciones realizadas y no figuran en él todos los documentos obtenidos en nuestro estudio.

I. ESTUDIO GEOLOGICO

A) Situación geográfica de la zona estudiada

La región estudiada está situada en los confines septentrionales de la Alta Navarra en la cabecera del valle del Roncal que termina en el llano de Belagua a 9 km. al N. de Isaba. Más hacia el N. se levanta bruscamente un muro calizo de cerca de 500 m de altura por encima del cual se desarrolla una región inhóspita, de topografía extremadamente complicada en sus detalles, surcada por valles, muchos de ellos ciegos, desprovistos de agua y casi de vegetación. Esta región, verdadero desierto de la alta montaña, constituye la región denominada Larra, que se extiende desde las cumbres de Anie (2.504 m.) por el E. hasta las inmediaciones del pico de Lakora (1.867 m.) por el W. Es un rincón de España casi desconocido por sus dificultades topográficas y semiabandonado por su esterilidad. Por encima de esta desolada región se elevan un conjunto de cordales y cumbres que delimitan, en sus líneas generales, la frontera hispano-francesa: Lakora (1.867 m.) El Ferial, (1.579 m.), Soum de Lèche (1.823 m.). Arlás (2.043 m.) y la Mesa de los Tres Reves (2.433 m.)

Las vertientes francesas son más acogedoras gracias a la influencia del clima atlántico, que se detiene ante la barrera montañosa. Las vertientes descienden bruscamente entre bosques hasta la Gave de Sainte Engrace, que drena las aguas de las vertientes septentrionales de la divisoria geográfica.

B) Estratigrafia

Hay que considerar dos grandes unidades geológicas: 1. Zócalo paleozoico, constitutivo de la Zona Axial Pirenaica y 2 Cobertera mesozoica integrada exclusivamente por el trías y el cretácico.

a) Zócalo paleozoico

En la región estudiada por nosotros, apenas si hemos observado ningún afloramiento de paleozoico; únicamente en los alrededores de Sainte Engrace y en las inmediaciones del pico de Lakora. Según se deduce de las investigaciones de los geólogos franceses resumidas por Viennot (22) la estratigrafía del paleozoico no está todavía conocida con precisión. En sus líneas generales está constituído por cuarcitas y pizarras satinadas del ordoviciense, calcoesquistos, calizas y dolomías devónicas, ampelitas gothlandienses y pizarras y areniscas carboníferas. La complejidad tectónica que afecta en general a este zócalo, cuando está involucrado en el plegamiento pirenaico, hace difícil obtener una buena sucesión estratigráfica. En la zona estudiada todos los afloramientos paleozoicos están constituídos por pizarras y cuarcitas ordovicienses, ampelitas gothlandienses y pizarras y areniscas carboníferas, es decir materiales totalmente impermeables, que limitan la progresión de las aguas en profundidad.

b) Los materiales mesozoicos

El zócalo paleozoico está cubierto por materiales secundarios En la Gave de Sainte Engrace son las capas permotriásicas y triásicas las que se apoyan sobre este zócalo; más hacia el S., en el pico de Anie, falta el triásico y es el cretácico superior el que sirve de cobertera mesozoica.

El permotrías está formado exclusivamente por las llamadas pudingas de Mendibelza (11) (5) (6) formadas por cantos de elementos paleozoicos, que aparecen en el pico de Lakora y en las inmediaciones septentrionales de Sainte Engrace. Estas pudingas han sido objeto de largas discusiones acerca de su situación estratigráfica distinguiéndose en ellas dos niveles:

- 1. En la base, pudingas poligénicas, que en el pico de Lakora están formadas por 80 °/o de pizarras de edades diversas, cuyos cantos alcanzan hasta 0,40 m. y 20 °/o de calizas y dolomías devónicas, y
- 2. Pudingas de cantos de cuarcita de hasta 0,1 m. de diámetro.

En realidad las pudingas del Pico de Lakora, son más bien con-

glomerados brechoides, puesto que abundan las angulosidades, especialmente en los cantos de pizarra. Los cantos de cuarcita del conglomerado superior, están, por el contrario, perfectamente rodados, lo que justifica la separación de ambas capas, atribuyéndose al pérmico la pudinga inferior y asimilándose al trías la pudinga cuarzosa superior.

Sobre estas capas se apoyan materiales del trias superior, formados, como el resto del Pirineo, por margas abigarradas con yesos y ofitas en la base y calizas dolomíticas y dolomías blancas, amarillentas y a menudo cavernosas en la parte superior. Estas capas pueden estudiarse bien, a pesar de su complejidad tectónica, en la vertiente septentrional de la Gave de Sainte Engrace, a lo largo de la carretera, donde hay buenos afloramientos.

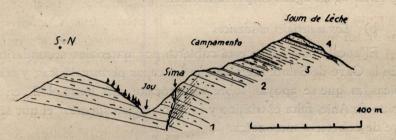


Fig. 1. - Corte geológico del Soum de Lèche

- 1. Calizas grises con microfauna en la base y nódulos de silex.
- 2. Flysch muy calizo. Margas grises con nódulos de silex. En la parte alta hay pocos nódulos y pasan a pizarras claras.
- 3. Pizarras blancas.
- 4. Serie samitica del Soum de Lèche.

El cretácico, en cambio, puede estudiarse mucho mejor en las vertientes españolas, ofreciendo buenos cortes las estribaciones de los picos de Arlás, Soum de Lèche y la región de Anie hasta Belagua a pesar de la complicación tectónica.

Un corte por las vertientes meridionales de Soum de Lèche, pasando por las inmediaciones de la Sima de la Piedra de San Martín, resume bastante bien la estratigrafía del cretácico. En

este punto se obtiene de abajo a arriba, la siguiente sucesión:

10-15 m. Calizas grises finamente detríticas, probablemente con microfauna.

30-40 m. Calizas grises con nódulos de sílex negro. La densidad de nódulos disminuye hacia la parte superior.

50-60 m. Serie flysch, formada por calizas margosas en la base, con nódulos de silex, sirviendo de tránsito a la serie caliza inferior, y calcoesquistos pasando a pizarras blanquecinas, moteadas, en la parte superior.

30-40 m. Pizarras blancas moteadas.

20 m. Areniscas amarillentas micáceas con Chondrites, alternando con pizarras claras y lechos delgados de pizarras carbonosas con restos vegetales indeterminables.

La serie de calizas de la base no está completa en este corte, teniendo en su totalidad una potencia de unos 150 m. Las potencias de los restantes tramos son solo aproximadas, pues el flysch está en general fuertemente plegado y se hace difícil obtener potencias exactas.

Las areniscas micáceas y pizarras negras con restos vegetales tienen un marcado aire carbonífero, que podría hacerlas confundir con este terreno; pero no cabe duda de su atribución al cretácico, no sólo por contener chondrites de tipo mesozoico sino por pasar insensiblemente al flysch inferior. Este cambio vertical de facies es particularmente claro en las vertientes del pico de Arlás, siguiendo la cresta desde el collado de Arlás hasta la cumbre. En el collado, las capas están casi verticales en contacto con los calcoesquistos de la base de la serie flysch. El espesor de las pizarras blancas es aquí de más de 100 m. pero deben existir repliegues locales que aumentan la potencia real. Ya en la base del picacho, aparece una serie de tránsito, alternando areniscas amarillentas con pizarras blancas, dominando finalmente las areniscas amarillentas en la cumbre. Los autores precedentes que se han ocupado del cretácico de esta zona, hacen observar ya la semejanza que determinados niveles tienen con el carbonífero (18).

En cuanto a la edad precisa de estas capas, los escasos fósiles que en ellas se encuentran hacen que sea difícil de precisar. No obstante, en la vertiente francesa se han encontrado Hippurites del turoniense superior y del santoniense en las calizas de la base y la serie flysch ha sido colocada por Gluber (10) entre el santoniense y el maestrichtiense. Según estos datos, estas capas pueden pues, equipararse con las series cretácicas que aparecen más hacia el E. en el valle de Canfranc (14) (21).

C) Tectónica

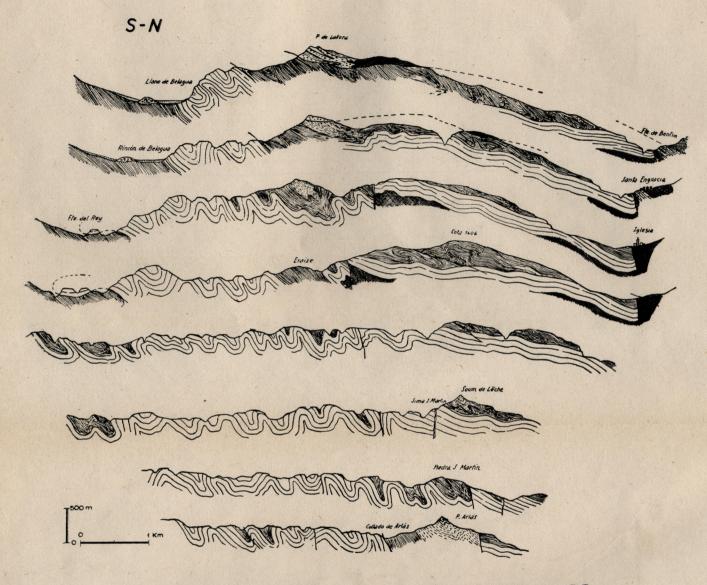
Siendo la zona de interés geológico para este estudio hidrogeológico, la mesozoica, únicamente podemos ocuparnos aquí de tectónica alpina, única que interesa a nuestras finalidades. Por otra parte, el zócalo paleozoico estaba ya consolidado y arrasado antes del comienzo de la sedimentación mesozoica y reducido a la condición de material geológicamente muerto en el sentido Argand (1), lo que le ha permitido desempeñar un papel de cierta importancia en la tectónica de la región de la Piedra de San Martín a consecuencia sobre todo del pequeño espesor de los sedimentos mesozoicos que lo recubren.

En la tectónica alpídica de esta región, hay que distinguir dos tipos de formas tectónicas muy diferentes:

- 1. Formas de plegamiento, que integran el cuerpo fundamental de la estructura, y
- 2. Roturas de génesis posterior al plegamiento que rompen la continuidad del mismo.

Estos dos tipos de formas tectónicas definen las características estructurales de esta zona de la Alta Navarra.

Las formas de plegamiento están integradas por dos grandes conjuntos: Una región occidental constituída por una cabalgadura denominada capa de Lakora, formada por un manto de paleozoico que se ha deslizado por encima de las calizas y flysch del cretácico, en una profundidad de unos 5 ó 6 km. El frente de esta capa de Lakora, está situado en el pico del mismo nombre formando un



CORTES GEOLOGICOS DE LA REGION DE LA PIEDRA DE SAN MARTIN

por N.Llopis Lladó

Paleozoico	Calizar turonenzez	
Pudinga de Mendibelza	Fly/ch calizo	
Dolomiar de Murchelkalk	Fly/ch pizarreño	
Keuper+Ofilas	Fly/ch areno/o	
CUATERNARIO		
Morrena/	Aluvione	

Fig. 2

«Klippe» de más de 2 km. de longitud integrado en parte por el paleozoico y en parte por pudingas de Mendibelza. Esta capa ha sido fuertemente desmantelada por la erosión, puesto que en otra época debía extenderse hacia el E. por lo menos hasta el Pico de Arlás, quedando hoy en cambio residuos, solamente en las vertientes de Lakora. (3) (4) (5) (6) (7) (8) (10).

El conjunto oriental está constituído, por el substrato de la capa de Lakora exhumado por la erosión. En este substrato se reconocen al primer vistazo dos unidades tectónicas separadas aproximadamente por la línea fronteriza entre España y Francia. Las vertientes francesas están formadas por las capas de calizas turonenses inclinadas suavemente hacia el N. a las que se superpone el flysch calizo campaniense y sobre éste residuos de flysch pizarroso. Las vertientes españolas están constituidas por un conjunto de pliegues relativamente apretados, isoclinales, de estilo jurasicoide y vergentes hacia el S. En estos pliegues desempeña el principal papel la caliza turoniense, puesto que el flysch calizo campaniense aparece sólo en los ejes de los sinclinales. La zona de Larra está integrada por este conjunto de pliegues, que se va elevando poco a poco de W. a E. de tal modo, que hacia el W. van apareciendo en la estructura, elementos estratigráficos cada vez más modernos. Este hundimiento de los ejes de los pliegues hacia el W. no sólo ha determinado la demolición de la parte oriental del manto de Lakora, sino que, como veremos, desempeña un papel muy importante en el desarrollo de la hidrología subterránea.

Llama la atención el contraste estructural que se establece entre la tectónica de la vertiente española y la de la francesa, puesto que las vertientes N. de Arlás y del Soum de Lèche dan la impresión de tratarse de un país tabular ligeramente inclinado hacia el N. siendo así que en realidad constituyen el substrato de la capa de Lakora y es posible por consiguiente que tengan una estructura más compleja. Parece corroborar esta sospecha el hecho de que las calizas turonenses tienen en los afloramientos una potencia máxima de 150 m. mientras que, el pozo de acceso a la Sima de la

Piedra de San Martín, tiene 340 m. de profundidad y está excavado totalmente en la caliza turonense, al decir de los exploradores. Esto hace suponer que en el macizo de Soum de Lèche pueda existir alguna anomalía estructural no visible en los afloramientos reconocidos. Por otra parte, el flysch calizo campaniense superpuesto a la caliza turonense, está fuertemente plegado, como puede verse en las vertientes del barraco de Arphidia, de tal modo, que su estilo tectónico es completamente distinto del de la caliza turonense y por lo tanto disarmónico en relación con ésta, aunque este fenómeno sea explicable por el carácter extremadamente plástico de dicho flysch en relación con la masa mucho más rígida de caliza.

Los arrumbamientos de los pliegues se hacen constantemente de W. a E. existiendo una marcada tendencia a elevarse hacia E., de tal modo que al E. de Anie aparece el zócalo paleozoico, mientras se hunden lentamente hacia el W. Las vergencias son constantemente hacia el S., tanto en los elementos de primer orden como la capa de Lakora, como en los pliegues de tercero y cuarto orden, lo que indica que los empujes tuvieron dirección S.-N. Es por otra parte, el mismo tipo de plegamiento que encontramos en toda al Alta Navarra (14).

b) Las roturas

Las formas de plegamiento que se acaban de describir aparecen atravesadas y en ocasiones desplazadas por sistemas de fallas, que, por sus características, pertenecen a una fase orogénica posterior a la que engendró el plegamiento. Las fallas tienen como elementos satélites, sistemas de litoclasas, extremadamente desarrollados y que desde el punto de vista hidrogeológico son de la mayor importancia.

1. Las fallas

Son grandes accidentes, especialmente visibles en la región de Arlás, tanto en las vertientes españolas como en las francesas, a



Fig. 1.—Zona de Larra y Pico de Anie. Región de alimentación del sistema cárstico de la Piedra de San Martín. Calizas y flresch cytácico. (Foto Llopis)



Fig. 2.—Otro aspecto de la desolada región de Larra.
(Foto Llopis)



Fig. 1.—Frente de falla del Cerro de la Contienda, con acanaladuras de lenar pulimentado por acción glaciar. Calizas turonenses.

(Foto Llopis)

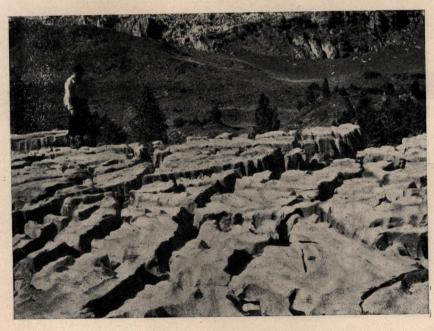


Fig. 2. – Lapiaz del Cerro de la Contienda. Detalle del anterior.
(Foto Llopis)

la Piedra de San Martín, existe otra paralela a la anterior que se prolonga hacia Francia por el camino Arettes.

Estas fallas no son, en realidad, sino accidentes de segundo orden derivados de la red de diaclasas de dirección dominante N-NW. S-SW principales, responsables de la pequeña tectónica de la región; los labios de algunas de estas diaclasas se han movido engendrando las fracturas.

Los elementos del otro sistema, de dirección predominante W.-E., aparecen también concentrados en las inmediaciones de la zona fronteriza, entre el Pico de Arlás y las cabañas de Eyraze; el elemento más importante de este sistema es la falla del Ferial que corta las calizas de montaña y el flysch. La sima de la Peña de San Martín, está instalada precisamente sobre una falla de este sistema, que se extiende desde las inmediaciones del collado hasta las cercanías del barranco de Arphidia.

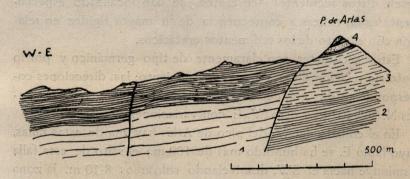


Fig. 3.—Tectónica del fallas del pico de Arlás.

1. Calizas turonenses; 2. Flysch calizo; 3. Pizarras blancas; 4. Pizarras y samitas maestrichtienses.

El corte sigue la misma orientación de los estratos y de los plieges.

Cuando estos accidentes no afectan a las zonas de flysch, sólo son visibles a consecuencia de presentar zonas de brechas y de diaclasas satélites con tendencia a la brechificación, tal como pasa con la indicada falla de la sima de San Martín en cuya entrada se desarrolla un sistema de diaclasas de intervalos muy apretados de

orientación N.-S. inclinadas 60° al E. que no se encuentran en el resto de la zona caliza no afectada por fracturas.

2) Las diaclasas

La masa de calizas turonenses que constituye el elemento petrográfico más destacado de la región de la Piedra de San Martín, está atravesado por una red de diaclasas cuyas direcciones dominantes son las mismas ya indicadas para las fallas.

El sistema más visible es el N. 10-20° E. derivando hasta el NE. inclinado 80° al E. En toda la región del S. y SW. del Pico de Arlás hasta la zona del Pico de Anie, este sistema es claramente visible y determina rasgos morfológicos de segundo orden tales como el desarrollo del lapiaz y la instalación de las simas y dolinas. La diaclasación es menos clara en el flysch, a consecuencia de que consecuencia de aparecer allí la caliza desnuda de su cobertera de flysch. Estos accidentes «cortantes», se han localizado especialmente en las calizas a consecuencia de su mayor rigidez en relación con el resto de los sedimentos cretácicos.

Estos accidentes son claramente de tipo germánico y por lo tanto sin relación directa con el plegamiento; las direcciones corresponden a dos grandes conjuntos: uno NE-SW., con variaciones N. 30°-40° E. y otro W.-E. con variaciones W. 10°-20° N.

En el collado del W. del pico de Arlás hay una de estas fallas, cuyo labio E. se ha hundido más de 100 m.; el salto de esta falla disminuye hacia el SW. desnivelando sólo unos 8-10 m. la zona del Cerro de la Contienda donde la presencia de flysch la hace más visible. Mas hacia al W., en las inmediaciones del collado de los intervalos entre los distintos elementos se hacen mucho mayores gracias a la mayor plasticidad de este material, pero las direcciones se mantienen constantes.

Aparte este sistema fundamental, existen otros accesorios como el W. 10°-20° N., transversal al anterior y responsable de las fallas de la misma orientación. Este sistema está bastante desarrollado en la vertiente francesa, especialmente en el valle de Santa

Engracia, donde algunos accidentes importantes, como la falla general del valle, tienen la misma orientación. Este sistema tiene algunas variaciones llegando a dar accidentes E. 10-20 N.

Los sistemas de «aspa», existen también en estas calizas pero poco desarrollados, probablemente a consecuencia de poseer grandes intervalos que aislan los individuos. Estos sistemas tienen también variaciones de 10 a 20 hacia los puntos inmediatos.

II MORFOLOGIA

A) El relieve residual

Los relieves más antiguos que aparecen en la región de la Piedra de San Martín, son restos de una penillanura que debió de extenderse desde el pié de los actuales picos de Anie y Arlás hasta más allá del collado de Eyraze por el W. y prolongándose posiblemente por encima de las actuales cumbres del valle del Roncal. No obstante, la erosión ascendente de los ríos navarros ha destruído casi totalmente este antiguo elemento fundamental del relieve de Navarra, del que sólo quedan resíduos en la cabecera del valle de Belagua, sin duda porque allí, el glaciarismo cuaternario y las carstificaciones detuvieron parcialmente la progresión de las cabeceras.

Esta antigua penillanura está representada en la actualidad por los restos de cordales situados todos a la misma altura que se suceden unos tras otros, de tal modo que no es difícil reconstruir con la imaginación la antigua superficie. Estos cordales descienden suavemente hacia el W. desde los 2.000-2.100 m. hasta los 1.750-1.730 m.

Por encima de esta penillanura que debió ser total, se encuentran todavía relieves más altos, a manera de monadnocks, como el del pico de Anie, que acreditan la existencia de otro relieve más antiguo todavía, anterior a la penillanura de 2.000-1.700 m.

Pero sin duda el elemento más importante es la indicada peni-

llanura puesto que ella ha sido el punto de partida para la génesis del relieve actual.

Es difícil decidirse acerca de la edad de esta penillanura puesto que no aparecen en la región sedimentos correlativos que permitan fijarla ni siquiera aproximadamente. Solamente sabemos que corta las capas cretácicas y paleocenas y que desde luego es posterior al plegamiento, el cual en la Montaña Navarra parece ser de edad oligocena superior, con lo que la penillanura debe de ser miocena y posiblemente pontiense por ser esta la edad de otras formas semejantes reconocidas en las montañas españolas.

B) Las formas glaciares

Al terminar el plioceno, la penillanura de 2.000-1.700 m. estaba ya en buena parte disecada, puesto que la glaciación cuaternaria ocupó esta región con un relieve semejante al actual.

Las formas glaciares aparecen bien desarrolladas en las cabeceras, donde existían circos, cuyos nevés proporcionaban sedimentos que formaban las morrenas de Belagua.

El valle de Belagua es probablemente un valle glaciar sobreex-cavado, cuyas morrenas han sido destruídas en buena parte, pero de las que quedan residuos en ambas vertientes y en la entrada. En el propio camino del Collado de la Piedra de San Martín a Belagua, se encuentran residuos morrénicos por encima de la Venta de Arraco y lo propio ocurre en el margen S. del llano de Belagua. El sedimento del centro del llano es una arcilla gris muy fina con lechos de cantos de tipo fluvial que acredita la instalación de una laguna, probablemente de umbral morrénico, en la zona ocupada actualmente por el llano de Belagua.

En las zonas altas de la frontera hispano francesa, aparecen formas de excavación glaciar representadas por las superficies pulimentadas y estriadas y circos, generalmente de poco desarrollo. En la zona de campos de lapiaz de Larra, se observan superficies de lapiaz, pulimentadas por la masa de hielo.

No es posible determinar la importancia ni el número de las

glaciaciones, puesto que no existen huellas suficientes para intentar una reconstrucción objetiva. Unicamente puede decirse que sobre los cordales, probablemente más extensos que en la actuali-

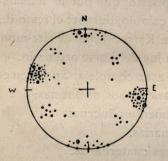


Fig. 4

Proyección estereográfica de los polos de los sistemas de diaclasas de las calizas turonenses y flysch de los alrededores de la Piedra de San Martín.

Los puntos representan diaclasas; los puntos gruesos son las fallas. dad, se instalaron glaciares de plataforma, especialmente en la zona del N. de Anie, entre este pico y el Arlás.

C) El Karst

Pero los tipos de formas que realmente dan carácter particular a la actual región de la Piedra de San Martín, son las formas cársticas cuyo desarrollo es extraordinario, hasta el punto de que bien puede decirse que el Karst de esta zona presenta una evolución tan notable que probablemente pocas regiones de Europa se le pueden equiparar. La originalidad del Karst de la Piedra de San Martín es consecuencia, ante todo, de la compleja evolución que ha experimentado desde los tiem-

pos pliocenos hasta la actualidad.

En efecto, el proceso de carstificación más antiguo que puede reconocerse en esta zona, debió de estar relacionado con la superficie de 2.000-1.700 m. antes de su disección, de tal modo que en los actuales cordales residuales de aquella penillanura pueden encontrarse formas de «Karst residual». Mas tarde, durante las fases fluviales y glaciares que se sucedieron durante el Cuaternario, la carstificación continuó, formándose fenómenos cársticos subglaciares durante las glaciaciones y fenómenos de Karst normal durante los interglaciares (*). Actualmente se sucede un ritmo pare-

^(*) Véase nuestro trabajo «Glaciarismo y carstificación en la región de la Piedra de S. Martín (Pirineo navarro)» en publicación en «Pirineos».

cido al de los períodos glaciares aunque atenuado, puesto que la región de la Piedra de San Martín está cubierta de nieve durante cuatro y cinco meses al año, durante los cuales la carstificación ofrece características muy especiales puesto que puede hablarse con propiedad de un «Karst nival»; en cambio, durante el resto del año este Karst nival se tranforma en un Karst normal de alta montaña, cuyos fenómenos son idénticos a los del Karst ordinario.

Como resultado de esta evolución asaz compleja, aparecen en el Karst de la Piedra de San Martín, varios tipos de formas:

- 1. Formas residuales probablemente pliocenas.
- 2. Formas subglaciares cuaternarias.
- 3. Formas fluviales interglaciares cuaternarias.
- 4. Formas nivales actuales.
- 5. Formas normales actuales.

Entre las formas cuaternarias y las actuales, existen frecuentes interferencias que hacen difícil en ocasiones su distinción, puesto que a las formas cuaternarias se superponen las formas nivales actuales y el Karst normal.

a) El Karst actual

El Karst actual procede, pues, de una compleja herencia de formas cársticas pliocenas y cuaternarias y está sometido a un régimen alternativamente nival y pluvial.

1) Las formas de absorción y conducción

Las formas de superficie de los aparatos cársticos actuales de la Piedra de San Martín están constituídas por tres elementos:

- 1. Dolinas y uvalas, «jous» y simas.
- 2. Lenares y
- 3. Resurgencias.

Las dolinas, uvalas, «jous» y simas son formas de absorción. Las dos primeras corresponden a un tipo de Karst pluvial normal y están escasamente representadas en la región de la Piedra de San

Martín. Unicamente en las vertientes meridionales del pico de Arlás, entre éste y el Cerro de la Contienda, aparece una extensa uvala con algunas dolinas parásitas.

Los «jous». El elemento fundamental del Karst de Larra es el «jou», es decir una especie de dolina embudiforme, escasa en «terra rossa», limitada generalmente por pendientes abruptas, de las cuales, las orientadas de cara al S. tiene a menudo coladas de piedras que recuerdan formas de soliflucción o en general de desarrollo periglaciar. Estas formas las denominamos «jous» por su semejanza con las dolinas de los Picos de Europa y en general de todas las zonas de nivación de la Cordillera Cantábrica. Deben referirse indiscutiblemente a formas de nivación, es decir dolinas que funcionan durante buena parte del año con el agua de fusión de las nieves; las formas de soliflucción a que antes hicimos alusión son bien explícitas a este respecto; la circunstancia de encontrarse localizadas en las vertientes septentrionales puede explicarse a consecuencia de que estas vertientes deben tener una mayor actividad a consecuencia de recibir mayor insolación.

El desarrollo que presentan los «jous» es verdaderamente extraordinario, de tal modo que escasean las formas simples, ya que a consecuencia de su evolución, se conjugan frecuentemente unos con otros engendrándose valles ciegos, largos y estrechos, alineados generalmente siguiendo la dirección de los estratos, profundos a veces de dos o trescientos metros, que constituyen los accidentes topográficos más destacados de la región de Larra. Los «jous» constituyen, en una palabra, las formas elementales de absorción del Karst de Larra.

Las simas, constituyen otro de los elementos destacados de las formas de absorción. Es verdaderamente notable la densidad de estos elementos morfológicos, puesto que la región de Larra está materialmente acribillada por ellas. En nuestras travesías por dicha región hemos observado algunas de dimensiones verdaderamente gigantes como la que se abre muy cerca de la txavola inmediata al camino de Herna en el cerro cota 1.748, la cual tiene

una boca de cerca de 10 m. de diámetro y probablemente es de gran profundidad puesto que las piedras que se echan en ellas se oyen largo tiempo.

En la región inmediata al Collado de la Piedra de S. Martín, que recorrimos mucho más meticulosamente, hemos contado diez y ocho en una superficie de 2 km. cuadrados y es probable haya más todavía en la misma superficie. La mayor parte de estas simas son desconocidas, puesto que sólo han sido exploradas la sima de la Piedra de San Martín, la sima Fertel y alguna otra en las vertientes francesas.

Sima de la Piedra de San Martín. — Los únicos datos que poseemos de esta sima son nuestras observaciones personales de superficie y las comunicadas por los Sres. Ondarra y Assens que acompañaron a los exploradores franceses en parte de su reconocimiento.

La boca es alargada en dirección NW.—SE. y tiene 22 m. de longitud. En las paredes NW. hay señales de pulimento y estriación glaciar modeladas probablemente sobre una zona de marmitas conjugadas. La parte SE. está excavada en una falla de dirección W.NW-ESE, que desplaza las capas de calizas urgonienses que buzan 30° al NNW. En las inmediaciones de esta falla se observa una diaclasación aberrante muy marcada que ha de ser interpretada como la tectonización inherente a la formación de la fractura. Otras roturas acompañan a este accidente representadas por diaclasas N-S inclinadas 60° al W. y N 10°E., inclinadas 80° al E. Se reconoce además una esquistosidad muy marcada perpendicular a la estratificación, es decir, inclinada unos 60° al S.

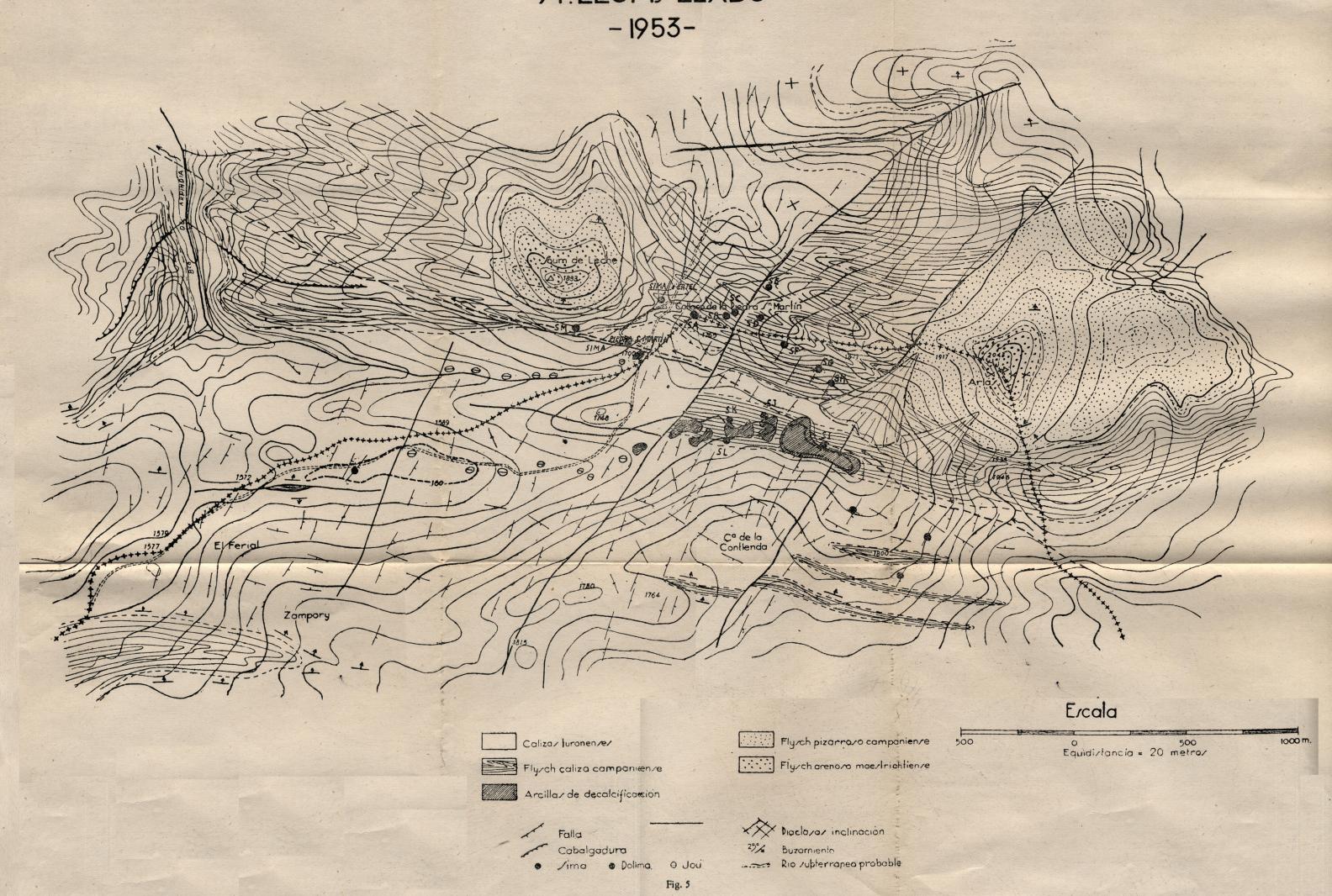
La zona NW. de este pozo de entrada está ocupada por coluviones que obstruyen su continuidad en profundidad, de tal modo que dicho pozo de entrada sólo es practicable 10 m. escasos. Cerca de su extremo SW, y precisamente sobre la indicada falla WNW-ESE, se abre un pequeño agujero que da entrada al pozo que sirve de acceso a la sima.

Según las observaciones realizadas por el Sr. Ondarra durante

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA REGION DE LA PIEDRA DE JAN MARTIN (NAVARRA)

POR

/I.LLOPI/ LLADO



su descenso, el pozo de acceso continúa excavado sobre la misma falla de la entrada hasta -130 m. A -50 m. se observa un lapiaz de aristas muy agudas; a -80 m. hay una plataforma de 3 m. de longitud por uno y medio de saliente inclinada 30º al NW., que debe coincidir probablemente con un plano de estratificación; a -85 m. se descubre la falla en la misma dirección y en una longitud de unos 6 m.; a -95 m. se instalan sobre dicha falla dos marmitas conjugadas de unos cuatro metros de diámetro cada una, tomando el perfil forma de ocho; las paredes de las marmitas tienen pequeñas estrías verticales; a -130 m. las marmitas desaparecen volviendo a advertirse la falla; en las paredes hay señales de ercsión con aristas finas pero muy fuertes; a -160 m. vuelven a aparecer marmitas conjugadas en forma de ocho; a -162 m. se advierte una diaclasa NE-SW; a -172 m. planos de estratificación buzando 20º al N.; la caliza tiene franjas blancas; a -213 m. plataforma; a -220 m. estrías muy finas en la pared, observándose la misma diaclasa NE-SW.; a -240 m. aparece un chorro de agua por un plano de estratificación; a -265 m. se mantiene el mismo buzamiento y las marmitas conjugadas; a -270 m. se observan filoncillos de calcita; a -300 m. se alcanza el techo de la cueva; -340 m. cumbre de un enorme cono de derrubios donde comienza la zona transitable, de la cueva.

Este cono de derrubios debe tener unos 80 m. de espesor, puesto que a esta profundidad se encuentra el río subterráneo procedente de España, que cruza por debajo de dicho cono reapareciendo unos 500 m. hacia el W. al final de la sala denominada de M. Loubens. Un enorme caos de bloques procedente de un proceso clástico de proporciones gigantescas ocupa el suelo de la región de la caverna, que ha sido denominada «sala Lepineux», «sala E. Casteret» y «sala M. Loubens»; estas tres salas, al parecer, son sólo partes de una gran cavidad que no ha sido recorrida en su totalidad y que en la expedición 1952 fué interpretada como constituída por tres compartimentos.

Aparte estas observaciones poco más sabemos acerca de las

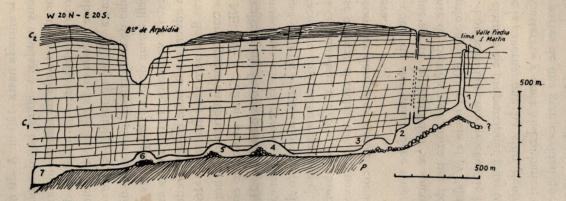


Fig. 6.—Corte teórico de la Sima de la Piedra de San Martín

1. Pozo de acceso; 2. Salas Lepineux y E. Casteret; 3. Sala Loubens; 4. Sala Queffelec; 5. Sala Adelie; 6. Sala Chevalier; 7. Sala de la Veina.

P.—Paleozoico; C₁.—Calizas turonenses; C₂.—Flysch.

características que presenta la Sima de la Piedra de San Martín, si exceptuamos los datos que han sido ya divulgados y que pueden resumirse de la siguiente manera:

Más allá de la Sala Loubens aparecen un río subterráneo cuyo caudal se ha evaluado a ojo en 0,5 m. 3/ seg. Este río se sigue hasta el final de la caverna donde termina imbibido por una masa de aluviones que obstruye la continuidad de la última sala denominada de La Verna. El río subterráneo corre continuamente en el contacto entre las pizarras paleozoicas y las calizas urgonienses en las que está excavada la cueva, de manera que es probable que su curso esté condicionado por la falla WNW-ESE que debe actuar de línea colectora maestra y la inclinación de la superficie de discordancia paleozoico-urgoniense.

La sima de la Piedra de San Martín continúa hacia el ESE. a partir del pozo de acceso, introduciéndose por lo tanto en territorio español en esta dirección, pero esta zona no ha sido explorada. La profundidad de la Sala de La Verna, donde desaparece el río, fué evaluada por los exploradores franceses en -728 m. Hasta que no se hagan los trabajos topográficos necesarios no puede saberse con precisión la profundidad total alcanzada por la expedión 1953.

Las únicas conclusiones hidrogeológicas que tenemos de esta sima, se deben pues, a las observaciones de los señores Ondarra y Assens y se resumen a las siguientes:

- 1. Existencia de un río hipogeo activo corriendo por el contacto de la caliza turonense con las pizarras paleozoicas.
- 2. Existencia de un proceso clástico, extremadamente desarrollado, responsable de la importancia que en las salas superiores tiene la morfología clástica.
- 3. La morfología dominante en la parte inferior de la sima es la de erosión, estando muy pocos desarrollados los procesos reconstructivos.

A estas conclusiones puede añadirse que la Sima de la Piedra de San Martín constituye un río subterráneo colector de aguas de parte de la zona de Larra, orientado constantemente sobre una falla WNW-ESE.; el pozo de acceso funciona como un «tesereft» acumulándose en él la nieve durante el invierno y produciéndose infiltraciones durante la época de fusión. Por otra parte, este mecanismo no difiere nada del de la mayor parte de las simas circundantes, solamente que en a'gunas las condiciones topográficas son favorables a la acumulación de nieve formándose nevizas subterráneas que obstruyen la continuidad en profundidad. En la sima de la Piedra San Martín, las especiales características que ofrece el acceso al pozo principal, hacen que la nieve no penetre en él y por tanto exista libre entrada en verano a las cavidades inferiores de la caverna.

Sima A. – Está situada al E. del Collado de la Piedra de San Martín, sobre una diaclasa NE.-SW. por la que se penetra en pendiente hacia el N. unos 10 m. descendiéndose luego verticalmente otros 10 m. donde aparece obstruida por depósitos de cantos. El corredor de entrada en pendiente, está excavado siguiendo el buzamiento y se alarga hacia el W. en el sentido de los planos de estratificación. Hay fuertes señales de erosión en las paredes del pozo terminal. Es probablemente una sima que funciona como un «tesereft».

Sima del Soum de Lèche – Está situada a 20 m. por encima del collado de la Piedra de San Martín y en las vertientes meridionales del Soum de Lèche y a 300 m. a WNW. de la sima de la Piedra de San Martín. Se abre en el flysch calizo campaniense superpuesto a las calizas turonenses formando una boca circular de 12 m. de diámetro excavada en ligera pendiente hacia el N. siguiendo el buzamiento. En la expedición 1952 dicha sima fué explorada por el grupo speleológico de Lyon dirigido por los hermanos Balandraux alcanzándose una profundidad de unos cien metros donde se encontró un nevé que obstruía la continuación en profundidad. Datos proporcionados por el indicado grupo de Lyon.

Esta sima está excavada en las inmediaciones de la falla WNW. ESE. donde está emplazada la de la Piedra de San Martín, de tal modo que por su situación es además muy probable que sea ésta

la sima cuya terminación se encuentra en la sala M. Loubens; la comunicación con el exterior desde esta sala estaría obstruída por el nevé que aparece a los cien metros.

Sima Fertel. – Está situada un poco al NW. del collado de La Piedra de San Martín, a 1.800 m. de altitud aproximada. Se abre sobre una diaclasa NNW-SSE. en su intersección con los planos de estratificación del flysch calizo campaniense inclinado al N.

Esta sima fué explorada en agosto del año 1952 por el mismo grupo de Lyon, el cual descendió hasta una profundidad de 280 metros donde la sima estaba obstruída por una nevé. Un pozo abierto en este nevé permitió descender todavía unos metros encontrándose derrubios en el fondo. La topografía de esta sima es bastante compleja, pudiéndose reconocer en la misma tres pisos, uno a -90 m. otro a -200 m. y el tercero en su terminación a -280 metros; en los dos pisos intermedios se encuentran nevés.

Sima B.—Se abre al ESE. del collado de la Piedra de San Martín a unos 50 m por encima del mismo, sobre una diaclasa NNE-SSW. en el flysch calizo campaniense buzando hacia el N. La boca tiene un metro de diámetro excavada sobre los planos de estratificación. Pueden descenderse solamente seis metros encontrándose obstruída la continuidad por un proceso clástico. En las paredes hay fuertes señales de erosión la cual ha dejado en saliente los nódulos de silex del flysch.

Sima C.—Denominada también sima Pamplona, nombre dado por los espeleólogos navarros, que la exploraron durante el campamento español de 1953. Está situada muy cerca de la anterior sobre una diaclasa N. 10°E, en el flysch campaniense buzando 35° N. La boca tiene forma de ojal de 2 á 3 m. de ancho por 5 ó 6 m. de longitud. A los 30 m. se bifurca originándose dos pozos: el situado más al N. tiene una profundidad de 40 m. donde se encuentra un nevé que impide la progresión. El meridional tiene otros 30 m. de profundidad encontrándose en el fondo una pequeña caverna de menos de 10 m. de longitud orientada hacia el

S. por la cual pueden descenderse todavía 15 m. más por pozos muy estrechos.

Simas D y E.—Están situadas al E. del collado de la Piedra de San Martín abriéndose en los estratos de flysch calizo con nódulos de silex, inclinados 35° al N. y en las proximidades de una falla de dirección NE-SW. La sima D tiene 25 m. de profundidad y se halla obstruída por un nevé. La sima E, fué sondeada hasta 35 m. de profundidad sin dar con el fondo.

La sima D está excavada en la intersección de dos sistemas de diaclasas, uno NE-SW. inclinado 80° al SE. y otro N 10-20 W de planos verticales o inclinados 80° al W. El primero es el dominante y es paralelo a la falla que cruza por sus inmediaciones. La sima está orientada sobre los planos de estratificación aprovechando un contacto mecánico de detalle dentro del flysch.

La sima E está orientada sobre una diaclasa N 20°-E inclinada 80° al E. Hay otras accesorias, NE-SW. inclinadas 80° al E. con intervalos de 0,5 a 1 m. y NW-SE. verticales, con intervalos de 2 a 3 m. Esta sima cuya entrada es enormemente alargada según la dirección de la diaclasa dominante N. 20 E. está formada por la conjugación de tres «jous» el más septentrional de los cuales conserva todavía un puente de separación con el central.

Sima F.—Está excavada sobre una diaclasa NE-SW. en el flysch calizo y a unos 300 m. al SE. de las anteriores. Sólo es penetrable 5 m. pues a esta profundidad aparece obstruída por un proceso clástico reciente.

Sima G.—Está situada 150 m. al SE. de la anterior también en el flysch calizo cuyos estratos buzan 5° al N. La boca se abre en una diaclasa N. 30 E. vertical y está formada por dos elementos conjugados: el más septentrional es una marmita de erosión unida a una galería en rampa instalada sobre la diaclasa N. 30 E. Puede sondearse una profundidad de 41 m. pero la sima continúa en rampa hacia el N. siguiendo la diaclasa.

Sima H.—Está situada a 100 m. al SE. de la anterior también en el flysch calizo con nódulos de silex. Los estratos son aquí ho-

rizontales y las características topográficas son muy parecidas a las de la anterior puesto que se encuentran también dos elementos conjugados, el meridional representado por un corredor de unos 20 m. de longitud y 10 de profundidad excavado sobre una diaclasa NE-SW. y otro septentrional representado por un pozo que no se ha sondeado.

En las paredes del corredor se observan fuertes señales de erosión a presión hidrostática que han hecho destacar en la pared los nódulos de silex mucho más resistentes que la caliza.

Sima J.—Está situada a 300 m. al S. de la anterior en el fondo de la dolina del Cerro de la Contienda y se abre en el flysch calizo sobre una diaclasa NE-SW. Se sondearon -85 m. sin alcanzar el fondo. Por su situación en la posible prolongación oriental de la falla de la Sima de la Piedra de San Martín, es probable que esta sima tenga relación directa con las cavidades de aquélla que penetran en España y que están situadas al E. del pozo de entrada. Si esta sima no está obstruída por nieve, su exploración es del máximo interés por las razones expuestas.

Sima J.—Está situada a 250 m. al WNW. de la anterior en la prolongación occidental de la misma zona de dolinas. Está excavada en el flysch calizo cerca del contacto con las calizas turonenses y en la intersección de diaclasas N. 10 W. y E. 10 N. ambas verticales. Pueden penetrarse solamente 11 m. por una fuerte rampa pedregosa encontrándose el fondo obstruído por un proceso clástico. Las paredes y el techo presentan señales de erosión a presión hidrostática con retoque glaciar.

Sima K.—Está situada a 200 m. al WSE. de la anterior en la misma zona de dolinas. Se abre también en el flysch calizo inclinado 15° al N. cortado por una falla E. 20 N. Como las anteriores consta también de dos elementos: el corredor de entrada en rampa excavado en la intersección de la diaclasa W. 20 N. con los planos de estratificación y el pozo terminal orientado sobre la falla E. 20 N.

Hay también diaclasas N. 10 E. y N. 10 W. verticales que han facilitado la excavación.

Sima L.—Está situada a 40 m. al S. de la anterior al otro lado de la misma dolina. Tiene una estrecha entrada excavada en los planos de estratificación del flysch calizo sin nódulos cuyos estratos buzan 50° N. Pueden descenderse 7 m. donde se encuentra el fondo obstruído por un proceso clástico que ha originado una pequeña cámara orientada sobre una diaclasa W-NE.

Consideraciones generales. — De las observaciones realizadas en las simas, cuya descripción parcial acaba de hacerse, se deduce que todas ellas han sido condicionadas ante todo por la estructura. El caso más frecuente de adaptación estructural se revela por la presencia de dos elementos topográficos conjugados: un corredor de entrada excavado en la intersección de diaclasas predominantemente NE-SW. con planos de estratificación buzando al N. y un pozo terminal, sobre el cual la sima tiene su máximo desarrollo, excavado preferentemente sobre la diaclasa. Los detalles topográficos dependen de la inclinación de los estratos y del estado de evolución. Cuando el techo del mismo se hunde a consecuencia de los procesos de decalcificación, la morfología de la entrada toma forma de trinchera como en la sima E, advirtiéndose en ella los restos de dicha evolución.

El grado de evolución a que se encuentran dichas simas es de la máxima importancia por lo que se refiere al papel de las mismas como formas de absorción. Las simas poco evolucionadas conservan su corredor de entrada el cual constituye un obstáculo para la acumulación de nieve durante el invierno, dado el carácter horizontal o sub-horizontal de la cavidad. En las simas muy evolucionadas, en cambio, cuando el pozo principal se abre directamente al exterior, la nieve penetra fácilmente por él y en el fondo de la sima suele haber nevés.

Todas estas simas presentan señales de erosión a presión hidrostática tanto los corredores de entrada como los pozos principales, lo que implica forzosamente que se engendraron en condiciones morfológicas muy distintas a las actuales. Es muy probable que un tanto por ciento elevado de estas simas hayan sido originadas antes de la invasión glaciar y hayan funcionado luego como simas sub-glaciares en la zona de ablación glaciar.

En la actualidad las simas de pozos abiertos al exterior continúan actuando como formas de absorción bajo el régimen nival imperante, no así aquellas menos evolucionadas que han conservado sus corredores iniciales, las cuales están en la actualidad totalmente inactivas.

2. Las formas de emisión

En la periferia del macizo de Larra sólo aparecen formas de emisión importantes en las vertientes francesas en las que se ha excavado el valle de Santa Engracia. Las vertientes españolas son muy pobres en resurgencias y las pocas que existen tienen sólo carácter muy local y dan caudales poco importantes.

La fuente del Rey es una de ellas situada en el frente de la zona plegada de Laira y precisamente emergiendo en la superficie de contacto de una pequeña cabalgadura que superpone las calizas turonenses al flysch campaniense. La fuente emerge por entre las diaclasas del flysch pero procede indudablemente de la masa de calizas superpuestas. El 18 de agosto de 1953 daba un caudal de 1 litro por segundo a una temperatura de 6° C. Otro fenómeno hidrológico de menor importancia es la

Cueva de Antxomarro que en invierno funciona como surgencia secándose casi totalmente en verano. Estos dos manantiales son los únicos del valle de Belagua que tienen relación con la masa caliza de Larra, puesto que la resurgencia de Lasoloa situada cerca del Km. 8 de la carreterra a Isaba y que proporciona un caudal de 16 a 20 l. por seg., ha de tener su origen en las vertientes occidentales de dicho valle de Belagua fuera ya de la zona estudiada y sin relación por lo tanto con las aguas de la Piedra de San Martín.

Esta escasez de aguas en la vertiente española hace sospechar ya que las resurgencias importantes deben-de encontrarse en las vertientes francesas y concretamente en el valle de Santa Engracia y, en efecto, es allí donde aparecen la mayor parte de dichas aguas dando al país una fertilidad que contrasta profundamente con la de la vertiente meridional.

Las investigaciones realizadas con finalidades industriales por Electricité de France, han conducido a un conocimiento muy detallado de la hidrología cárstica del valle de Santa Engracia. Los trabajos se han realizado bajo la dirección del ingeniero Mr. Ranvier, quien nos acompañó en nuestras breves visitas y nos proporcionó preciosos datos acerca de los caudales y régimen de las surgencias que afloran en dicho valle.

Las investigaciones realizadas por el equipo de Electricité de France han conducido al descubrimiento de la salida del río subterráneo de la Piedra de San Martín, cuyas aguas se encuentran primeramente en el fondo de la sima denominada «Trou du Renard», reapareciendo luego en la surgencia de Bentia.

El Trou du Renard es una sima que se abre a unos 200 m. al S. de la Iglesia de Santa Engracia, al otro lado del río y a unos 13 m. por encima del talweg del mismo. La boca se encuentra en el flysch calizo campaniense buzando 25-30 N. en una pequeña dolina hundida. En la misma entrada se observan diaclasas W. 40 N. buzando 80°W. y E. 30 N. buzando 80° S. ambos con intervalos de 1 a 2 m.

La morfología de erosión es la dominante en toda la sima; los cuatro pozos que la constituyen y que permiten descender hasta -130 m. están excavados constantemente sobre diaclasas W. 10-20 N., paralelas unas a otras; los planos de estratificación han desempeñado un papel muy pobre en la orientación de la excavación de tal modo que el desarrollo es casi exclusivamente vertical. La erosión obedece a dos tipos: 1. Tipo fluvial, de aguas libres, localizado sobre todo en la zona superior de la sima y 2. Tipo turbillonar, a presión hidrostática localizado en la parte inferior, de la que constituye un magnífico representante el túnel terminal, por

el cual circula un río subterráneo con un caudal de 2,5 m.3/ segundo.

La morfología de reconstrucción está localizada exclusivamente en la parte alta de la sima lo que parece indicar un principio de fosilización; la mayor parte son concreciones parietales, gours y coladas estalagmíticas. No hay anemolitas.

Esta circunstancia permite dividir a la cavidad en dos grandes conjuntos: 1. Zona superior, seca y con morfología de reconstruc-

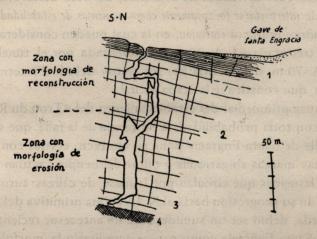


Fig. 7.—Corte geológico del «Trou du Renard» El perfil está rebatido sobre un plano

- Flysch calizo, recubierto por los aluviones de la Gave de Sainte Engrace.
- 2. Calizas grises turonenses.
- 3. Calizas con microfauna.
- 4. Paleozoico.

ción bien desarrollada, que comprende desde la superficie hasta los -50 m. y 2. Zona inferior húmeda, sin morfología de reconstrucción, con huellas de erosión exclusivamente, que alcanza desde los -50 hasta los -130 m.

Esta última zona está en plena fase de juventud; no aparecen en ella huellas de procesos clásticos, testigos casi siempre de prin-

cipios de senilidad; la parte superior en cambio, está más evolucionada aunque no se encuentran tampoco procesos clásticos.

La forma de erosión dominante en toda la caverna es la vertical, pero se encuentran también huellas de formas horizontales degradadas: a -30 m. aparece un túnel que constituye la forma horizontal más completa de toda la caverna, si se exceptúa el corredor del fondo por donde circula el río subterráneo. A -70 m. aparece otro túnel muy degradado. Estas formas horizontales, intercaladas entre las cavidades de esta sima, de neto desarrollo vertical han de interpretarse forzosamente como momentos de estabilidad del nivel piezométrico en franca regresión, en la cual pueden considerarse por lo tanto tres etapas: 1. A -30 m. representada por el túnel superior, 2. A -70 m. denunciada por los restos del túnel intermedio y a -130 m. que constituye la etapa actual.

La causa primordial del establecimiento del «Trou du Renard» ha sido con toda probabilidad, la presencia de la falla, que siguiendo el valle de Santa Engracia pone en contacto el trías con el cretácico. Las margas abigarradas y ofitas del keuper, actúan de barrera de las aguas que circulan por la masa de calizas turonensesimpidiendo su progresión hacia el N. La forma primitiva del «Trou, du Renard», debió ser un sumidero de un antecesor reciente de la Gave de Santa Engracia como parece acreditarlo la morfología de la entrada. En esta primera fase de sumidero el nivel piezométrico estaría estabilizado a -30 m. La regresión de este nivel piezométrico se ha realizado probablemente por elevación epirogenética del territorio que obligaría a las aguas a huír progresivamente hacia la profundidad. Esta regresión estuvo siempre condicionada por la indicada falla y se efectuó a lo largo de diaclasas paralelas a la misma hasta alcanzar el nivel piezométrico actual, situado a -130 m.

La edad de esta regresión es difícil de determinar aunque no puede ser muy antigua, si se tiene en cuenta que la entrada del antiguo sumidero está situada solo a 13 m. por encima del talweg actual de la Gave de Santa Engracia. Tanto por este dato, como

por el estado de juventud en que se encuentran las cavidades del «Trou du Renard», es lógico pensar que esta evolución tuvo lugar con posterioridad al würmiense.

La surgencia de Bentia es el primer afloramiento de las aguas de Larra. Aguas abajo de la Gave de Santa Engracia se encuentran otras que no hemos podido visitar, dado lo rápido de nuestra es-

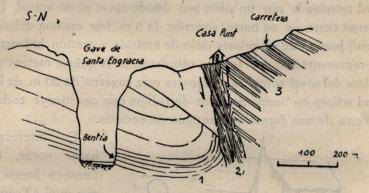


Fig. 8. - Corte geológico de la surgencia de Bentia.

1. Calizas turonenses; 2. Brecha de falla con elementos predominantemente triásicos (ofitas y margas abigarradas del Keuper); 3. Serie de calizas y margas del trias.

tancia en el valle francés. Este manantial está situado a pocos metros por debajo de la carretera de Pau y muy cerca de la confluencia del barranco de Kakouette con la Gave de Santa Engracia, en el fondo de una pequeña garganta excavada en las calizas turonenses. En este punto las calizas turonenses buzan solamente 5 grados al N. torciéndose bruscamente hasta tomar la vertical a 50 m. escasos al N. de la resurgencia y poniéndose en contacto por falla con las ofitas y margas abigarradas del Keuper. El accidente es claramente visible por debajo de la Ferme Punt y a lo largo del sendero que desciende desde esta casa a la surgencia de Bentia.

El manantial actual es una fuente ascendente de un caudal de 3 a 4 m³ por segundo (datos de Electricité de France), de curso condicionado indudablemente por la falla de la Ferme Punt, que

a nuestra manera de ver constituye la prolongación occidental de la de Santa Engracia. Las aguas circulan hacia el W. como en el «Trou du Renard» a lo largo de diaclasas W. 10 N-E 10 S. y E. 10N-W.10 S.

Sobre el río actual existen huellas de otras fases de emisión más antiguas, representadas por: 1. Una caverna de 20 m. de longitud terminada por un sifón por donde corre el río actual. Esta caverna tiene en su parte superior (a 6 m. por encima del nivel actual) huellas de un primer ciclo de emisión a presión hidrostática, representadas por formas tubulares. 2. A quince metros por encima del nivel actual se encuentra otra caverna de 20 m. de longitud rellena en buena parte de derrubios que constituye todavía un resto de una forma más antigua de emisión.

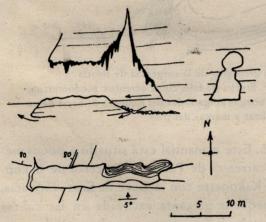


Fig. 9.—Plano y fierfiles de la surgencia de Bentia (Sainte Engrace)

Las fiechas indican los buzamientos de la caliza turonense. Las líneas cortas las inclinaciones de los planos de diaclasa.

Fs interesante hacer notar, que tanto en Bentia como en el «Trou du Renard», la evolución se ha realizado en tres etapas correspondientes tres fases de estabilidad de otros tantos niveles piezométricos guos. No cabe duda que el nivel actual de Bentia corresponde al -130 m. del «Trou

du Renard». Sería más aventurado identificar los otros dos niveles de 6 y 15 m. de Bentia con los de -30 y -70 del «Trou du Renard» sin un estudio más completo, pero de lo que no cabe duda ninguna es del importante pepel directriz que la falla de Santa En-

gracia ha ejercido sobre la marcha de las aguas cársticas desde el cuaternario moderno hasta la actualidad.

III. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Las observaciones geológicas y morfológicas brevemente expuestas en los anteriores capítulos, permiten obtener algunas conclusiones acerca de la marcha, origen y emergencia de las aguas subterráneas que circulan por el macizo de Larra y valles adyacentes. En este trabajo nos limitaremos a exponer las características hidrogeológicas actuales sin hacer incapié en sus antecedentes cuaternarias y pliocenas.

El conjunto de formas cársticas que se han descrito en la parte morfológica, constituye un sistema hidrogeológico completo con sus formas de absorción, de conducción y de emergencia. Este sistema se ha modelado íntegramente, condicionado por la estructura geológica puesto que, como ya hemos dicho, todas las formas de absorción (simas, «jous» y valles ciegos) están orientadas sobre los planos de estratificación, sobre los ejes de los pliegues o a lo largo de las fallas. La estructura de conjunto que determina el hundimiento de los pliegues hacia el W., favorece también el desplazamiento de las aguas en este sentido.

El nivel de base cárstico de todo el sistema, lo constituye el zócalo paleozoico impermeable que aflora al E. del Pico de Anie y que desciende suavemente hacia el W. a tenor del hundimiento general de las unidades tectónicas en este sentido. Los afloramientos paleozoicos del E. del Pico de Anie están situados alrededor de los 2.200 m. mientras que en el barranco de Indarchu, a 2 km. al S. de Santa Engracia aflora el paleozoico por debajo de las calizas turonenses alrededor de los 800 m. lo que indica el valor de la deformación de la superficie precretácica modelada sobre el paleozoico, entre el Pico de Anie y el barranco de Indarchu.

La zona colectora de aguas subterráneas y por lo tanto la región de resurgencias, lo constituye la falla de la Gave de Santa Engracia, contra la cual se estrellan todas las aguas que desciende hacia el N. por entre las fisuras de las calizas turonenses, gracias al carácter impermeable de los materiales del labio N., formado por las margas abigarradas y ofitas del trías y por el paleozoico.

De este modo, las tres regiones del sistema hidrogeológico de la Piedra de San Martín, (zona de alimentación, zona de conducción y región de emisión), se corresponden con las tres grandes unidades estructurales descritas en la región, es decir, respectivamente con la zona de pliegues vergentes al S. de la región de Larra, el área isoclinal de buzamiento N. de la plesiocapa de Lakora y la falla de la Gave de Santa Engracia.

A) La zona de alimentación

La zona de alimentación se extiende desde la frontera francesa entre los picos de Lakora y Arlás, el paleozoico del pico de Anie y los cordales de Paquiza por el S. Esta región, como ya se ha indicado, corresponde a una zona de pliegues isoclinales, vergentes al S. y progresivamente hundidos hacia el W. abarcando una superficie de unos 50 km², lo que permite calcular una absorción de 90 millones de m³ anuales (tomando como base de cálculo, una precipitación de 1.800 m. y una absorción total).

En efecto, las precipitaciones de la región de Larra han de ser absorbidas en su totalidad, si se descuentan las escasas evaporaciones, por dos causas: 1. Existencia de una morfología que imposibilita la escorrentía, puesto que no existe un solo valle normal, abierto, en toda la región y 2. El régimen nival imperante, en virtud del cual durante seis meses al año, las precipitaciones se hacen en forma de nieve. Esta última circunstancia trae como consecuencia una mayor regularidad en el régimen subterráneo puesto que la nieve se conserva en parte durante el verano y mantiene la circulación subterránea en un régimen de regularidad semejante al de los ríos epigeos. Muchas de las simas absorbentes están fosilizadas, en parte, por nevizas, de tal modo que puede hablarse en



Fig. 1.—Una de las múltiples simas sin nombre de la región de Larra. (Foto Llopis)



Fig. 2.—Collado de la Piedra de San Martín (PSM):

CI.—Campamento Internacional, SPSM.—Sima de la Piedra de San Martín, CE.—

Campamento Español (Foto Llopis)



Fig. 1.—Entrada superior a la Sima de la Piedra de San Martín, en las calizas turonenses Obsérvese el plano de falla sobre el que está excavada la sima y la esquistosidad perpendicular a los planos de estratificación (Foto Llopis)



Fig. 2.—Entrada inferior a la Sima de la Piedra de San Martín. Brecha de falla de 3 m. de potencia en las calizas turonenses.

(Foto Llopis)

realidad de «nieve fósil» acumulada en ellas desde tiempos muy antiguos.

A la cifra calculada de agua absorbida, que hemos evaluado en 90 millones de m³ año, hay que añadir las aguas del pico de Lakora, procedentes de la infiltración en el flysch maestrichtiense y en el paleozoico del macizo de Lakora. Estas aguas vierten hacia el S. y aparecen en forma de aparatosos manantiales en el camino de Belagua al Puerto de Eyraze, pero al llegar a las calizas de El Majadal son absorbidas por las dolinas allí existentes, sin que un solo litro llegue al valle de Belagua. El caudal total de estas aguas puede evaluarse en 0,5 a 1 m³/s. durante el estiaje.

La zona de alimentación es pues compleja. Por una parte está constituída por un red de tipo autóctono, que ocupa la región de Larra, por otra hay una aportación de aguas alóctonas, procedentes del macizo de Lakora. La red autóctona está constituída por el conjunto de dolinas, simas y jous donde se almacenan las nieves invernales y donde se recogen las precipitaciones estivales. La aportación alóctona la constituyen las aguas de Lakora, que emergiendo primitivamente hacia el S., sufren una retroversión por absorción cárstica y retroceden hacia el N. para incorporarse al gran conjunto hidrogeológico de la Piedra de San Martín.

B) La región de conducción

La región de conducción coincide con la zona de buzamiento isoclinal hacia el N., de las calizas turonenses que forman el sustracto de la capa de Lakora. Esta zona contiene las principales formas de absorción, pero sobre la superficie de las calizas se realizan también absorciones puesto que ocupan áreas que pueden evaluarse en unos 20 km² lo que implica también una absorción del orden de los 25 a 30 millones de metros cúbicos que deben ser añadidos a los absorbidos en la región de Larra.

Los caudales absorbidos en todas estas zonas, penetran por la intrincada red de cavernas que debe existir en la masa de calizas

turonenses y aun por las del flysch calizo y se dirigen inevitablemente hacia el N., es decir, cruzan subterráneamente la frontera francesa para resurgir en la Gave de Santa Engracia. Toda la estructura geológica favorece la emigración del agua española hacia Francia, puesto que no sólo el hundimiento general de los pliegues hacia el W. y WNW. polariza las aguas en este sentido, sino que, además, la vergencia de los pliegues hacia el S. y por lo tanto los buzamientos N. de los planos de estratificación, orientan inevitablemente todas estas aguas hacia el territorio francés. En sus líneas generales vemos que la dirección de las aguas subterráneas en esta región, viene dada por la resultante de dos componentes:

1. Inclinación hacia el W. de la superficie precretácica modelada sobre el paleozoico y 2. Buzamiento N. de las calizas turonenses. Las aguas tenderán a orientarse hacia el W. N W. dado por la resultante.

Las absorciones aisladas de cada dolina o sima se reunen en conjuntos de mayor caudal que a su vez son colectados por las líneas estructurales maestras. En esta reunión desempeñan un papel importante las líneas maestras de fractura, como la falla de la Sima de la Piedra de San Martín que actúa de colectora de segundo orden. La absorción inicial suele hacerse por diaclasas N. 10-20 N. que forman el sistema dominante y las aguas seguirían esta dirección de no existir las circunstancias ya indicadas. Las líneas colectoras son sobre todo fallas W 10-20N. como la del Ferial y la de la Piedra de San Martín. Ambas actúan de barreras secundarias que desvían las aguas hacia el W. NW.

C) La zona de emergencia

La zona de emergencia de la Gave de Santa Engracia situada en la resurgencia de Bentia, se surte pues, por lo menos, de tres zonas distintas:

1. Zona oriental de aguas absorbidas totalmente en Francia y circulando íntegramente por el territorio francés, situadas al NE.

de la falla de la Piedra de San Martín, que puede denominarse «Zona de Leche y de Sende». La sima Fertel y las S A, S B, S C, S D, S E, S F, S G y S H, son tributarias de esta zona.

- 2. Zona de la Piedra de San Martín, constituída por la ya indicada falla del mismo nomb e que actúa de falla colectora de parte de las aguas absorbidas en la región de Larra. Esta falla se conjuga en las cercanías del barranco de Arphidia con una cabalgadura de segundo orden desarrollada en el flysch, de manera que es probable que las aguas de la Piedra de San Martín prosigan por el plano de esta cabalgadura y sigan luego hacia el NW., conducidas por los planos de estratificación hasta las inmediaciones del Trou du Renard donde se reunen con las aguas de la zona L).
- 3. Zona de Lakora, constituída por los derrames meridionales del Pico de Lakora, absorbidas por las dolinas de El Majadal a las cuales hay que añadir, con toda probabilidad, buena parte de las aguas absorbidas en la región central de Larra. Todas estas aguas tienen un curso subterráneo hasta ahora desconocido, pero resurgen en la fuente de Bentia y próximas contribuyendo a la formación del caudal total de 5 m³/seg.

Estas conclusiones están corroboradas por las dos experiencias con fluoresceína realizadas durante las expediciones 1952 y 1953, puesto que las aguas teñidas en el fondo de la sima de San Martín, aparecieron a los doce días en el Trou du Renard y a las pocas horas más en Bentia. El largo período de tiempo transcurrido entre la coloración en San Martín y la aparición en el Trou du Renard, es debido, con toda probabilidad, a que, en su región terminal, la Sima de la Piedra de San Martín está fosilizada por sedimentos arenosos por los cuales el agua ha de circular por percolación como en los mantos freáticos.

La causa que determina la emergencia de todas estas aguas ha de buscarse en la existencia de la falla de la Gave de Santa Engracia, que ya hemos dicho que actuaba de falla-barrera impidiendo la progresión hacia el N. de las aguas procedentes de Larra. De este modo se forma un río subterráneo importante, a lo largo de

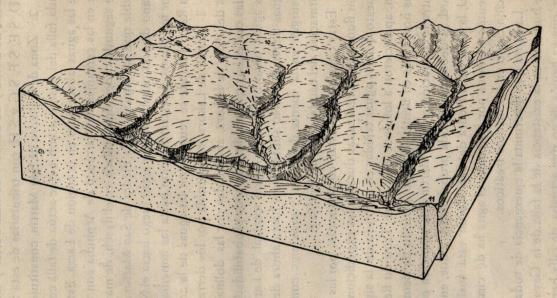


Fig. 10 —Bloque diagrama del sistema hidrogeológico de la Piedra de S. Martín

1. Pico de Anie; 2. Collado de Eyraze; 3. P. de Lakora; 4. P. de Arlás; 5. Collado de la Piedra de San Martín; 6. Soum de Lèche; 7. Barranco de Arphidia; 8. Barranco de Irarchu; 9. Barranco de Kakouete; 10. Larra; 11. Fuente de Bentia.

En los cortes el punteado corresponde al paleozoico y al trias. Las rayas blancas

a las calizas turonenses y el rayado apretado al flysch.

dicha falla, de dirección W-E., cuyas aguas corren hacia el W., uno de cuyos afloramientos se halla en el Trou du Renard a -130 m., el cual resurge definitivamente en Bentia.

Las aguas de las dos primeras zonas hidrogeológicas (zona oriental y zona de la Piedra de San Martín), van a parar pues al Trou du Renard; no así las de Lakora que afluyen directamente a Bentia, lo que explica la diferencia de caudales que existe entre el río del Trou du Renard y el manantial de Bentia.

CONCLUSIONES

- 1. El sistema hidrogeológico denominado de la Piedra de San Martín, es extremadamente complejo y de él sólo se conocen algunos elementos como la Sima de la Piedra de San Martín, la sima Fertel, S. M., y en la Gave de Santa Engracia, el Trou du Renard y algunos otros estudiados por Electricité de France.
- 2. Este sistema hidrogeológico funciona condicionado por un desnivel considerable, puesto que desde la zona de alimentación situada alrededor de los 2.000 m., hasta la emergencia en Bentia a menos de 500 m., median más de 1.500 m. de caída.
- 3. La sima de la Piedra de San Martín es solamente un elemento accesorio de este conjunto hidrogeológico, puesto que por ella corre un arroyo que aporta un caudal de 0,5 m³. durante el estiaje, siendo así que el caudal total aforado en Bentia es de unos 5 m³.
- 4. Las tres cuartas partes de las aguas que alimentan este sistema hidrogeológico tienen su origen en la zona de Larra, vertiendo subterráneamente a Francia, condicionadas por la estructura geológica.
- 5. El reconocimiento hidrogeológico de la región de Larra diucidaría los detalles de la marcha de las aguas subterráneas y serviría para definir concretamente las características hidrogeológicas de la Alta Navarra.

Instituto de Geología de la Universidad de Oviedo.

RÉSUMÉ

Les observations faites dans la región de la Pierre Saint-Martin par le groupe espagnol ont permis de rediger cette prémière étude sur le Karst de cette region.

Ce Karst est developpe sur une formation de calcaires turoniens d'une epaisseur visible de 200 m. Ils repossent sur des schistes paleozoiques est à leur tour sont recouverts par du flysch maestrichtien. Dans le versant espagnol ils forment des plis à style jurassique et déversement sud. Du coté français, le substratum d'une petite nappe, dite de Lakora qui fait chevaucher le paleozoique sur le maestrichtien. Dans cette nappe les calcaires turoniens sont à peine pliséés. Ils forment un ensemble doucement incliné vers la vallée de Sainte Engrace où ils sont en contact par faille avec les marnes bigarrées du trias.

Cette structure a favorisé la karstification, qui a une longue histoire morphologique qui a du commencer probablement au pliocène. Cette karstification a interferé avec les glaciations pyrénéennes créant des formes karstiques sub-glaciaires et interglaciaires.

Le Karst actuel est de régime nival; les dolines ont une morphologie très particulière. Les avens sont des formes anciennes presque toutes fossilisées totalment ou partiellement par nevés. La region d'alimentation se trouve en Espagne. Les eaux de fonte de la neige accumulée dans les avens, les diaclases et des plans de stratification, sont arretées en profondeur par la masse de schistes paleozoiques. La zone d'emergence se trouve dans la vallée de Sainte Engrâce et la surgence de Bentia est une des sources les plus importants.

Un des avens de ce système est celui de la Pierre de Saint Martin orienté sur une faille WNW-ESE, au fond duquel coule un ruisseau d'environ 0,5 m³/s. de débit. D'après les mesures des explorateurs français le dénivellement entre l'entrée du gouffre et le perte des eaux est de -726 m., le plus grand du monde.

SUMMARY

A preliminary study of the karst of the Pierre Saint-Martin region, based on observations made by the Spanish group of speleologists.

This karst developed on a turonian limestone formation with a visible thickness of 200 metres, which rests on palaeozoic schists, and is covered in turn by maestrichtian flysch. On the Spanish slope, it is formed in jurassic type folds, inclined towards the south. On the French side, over the sub-stratum of a small scheet, known as the Lakora sheet, the palaeozoic overrides the maestrichtian. In this sheet, the turonian limestone is barely folded, and slopes gently in a uniform mass towards the Sainte Engrace valley, where faults bring it into contact with the varied marls of the trias.

This structure has favoured karstification, which has a long morphological history here, dating back probably to the pliocene. The karstification interferes with the Pyrenean glacial development, creating sub-glacial and inter-glacial karstic formes.

The present karstis nourished for the snow and the dolinas have a very special morphology. The avens are ancient, and nearly all either totally, or partially fossilized by firns. The area that feeds them is in Spanish territory. The water from the melted snow accumulates in the avens along the fractures and stratification planes, and is held up at the bottom by the mass of palaeozoic schists. The water emerges in the Sainte Engrace valley, the Bentia spring being one of the largest.

The Pierre Saint-Martin cave is one of the avens of this system. It follows a WNW-ESE fault, and has a stream at the bottom, which flows at the rate of about 0,5 m³/s. Measurements made by the French explorers show that the difference in level between the point where the waters enter the swallowhole, and where they disappear, is -726 metres, which is the greatest in the world.

BIBLIOGRAFIA

a visible inicliness of 000 detres, which rests on all scarnic chieses.

- 1. Argand, E.: La téctonique de l'Asie. C. R. XIII Cong. Geol. Int. págs. 171-372. Bruselas, 1922.
- 2. Ashauer, H.: Die Ostliche Endigung der Pyrenäen. Ab. Gess. Wiss. Gottingen Math-Phys. K. (3) 10. 115 págs. Berlín, 1934.
- 3. Casteras, M.: Sur la structure de la partie orientale des Pyrénées basques. C. R. A. Sc. t. CCXVI, págs. 572-574. París, 1943.
- Casteras, M.: Observations sur la structure du révêtement cretacé et nummulitique de la zone primaire axiale au sud du Larrau et de Sainte Engrace (Basses Pyrénées). Ann. Hebert et Haug t. II, págs. 43-59, 1 lám. París, 1949.
- 5. Bresson, A.: Feuille d' Urdos. Bol. Cart. Geol. Fr. t. XVI, n. 110, págs. 107-114, 2 figs. 1906.
- 6. Fournier, E.: Etude sur les Pyrénées Basques (Basses Pyrénées, Navarre et Guipuzcoa). Bull. Cart. Geol. Fr. t. XVIII, n. 121, págs. 491-548, 33 figs. 1908
- 7. Fournier, E.: Etudes géologiques sur le partie occidentale de la chaine des Pyrénées entre la vallée d'Aspe et celle de la Nive. Bull. Soc. Géol. Fr. (4) t. V, págs. 699-723, 16 figs. 1905.
- 8. Fournier, E.: Sur la tectonique de la partie occidentale de la chaine des Pyrénées. Bull. Soc. Géol. Fr. (4) t. X, págs 88-99, 6 figs. París, 1910.
- 9. García Sainz, L.: El clima de la España cuaternaria y los factores de su formación. Publ. Un. Valencia. 1 vol. 179 págs., 24 figs. 57 fot., Valencia 1947.
- 10. Gübler, Y.: Observations sur les variations de facies du cretacé superieur en rapport avec les jeux du socle des massifs primaires du Pays Basque (Aldudes, Mendibelza) Ass. Fr. Techn. d. Petrole. Meeting geol. de Pau 1947, páginas 83-92, 1 cuadro, 1 lám. 1947.

- 11. Horn, G.: On certain caves in the Karst of Norway. Cave Science, vol. n. 17, págs. 1-12. 2 figs. Settie, 1951.
- 12. Lamare, P.: Les formations detritiques cretacés du massif de Mendibelza. Bull. Soc. Geol. Fr. (5) t. XVI, págs. 265-312 et 399-400, 7 figs., 1 lám. 1947.
- Lombard, A. et Van den Eeckboudt, J. P.: Note sur les phénomenes karstiques dans les Pyrénées (Bracas et Camp-Long, B. P.) Bull. Soc. Belge de Geol., Paleont., Hidrol. t. LXII, fasc. 1, págs. 9-17, 9 figs. Bruxelles, 1953.
- Llopis Lladó, N.: Sobre la estructura de Navarra y los enlaces occidentales del Pirineo. Misc. Alm. Publ. Inst. Geol. Dip. Barcelona, págs. 159-186, 3 figs., 1945.
- Llopis Lladó, N.: El relieve del alto valle del Aragón. Pirineos, 90 págs., 6 láminas, 3 mapas. Zaragoza, 1947.
- Llopis Lladó, N: Problemas de tectónica alpídica del Pirineo. I. Sobre el tipo de cuenca de sedimentación. I Congr. Int. Pir. 44 págs., 11 láms. Zaragoza, 1950.
- 17. Maestre, A.: Reseña geológica de las Provincias Vascongadas. Bol. Com. Map Geol. Esp. t. IX, págs. 1-64, Madrid, 1882.
- Mallada, L., Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra. Bol. Com. Map. Geol. España, t. IX, págs. 1-64, Madrid, 1882.
- Mallada, L.: Explicación del Mapa Geológico de España. Mem. Com. Map. Geol. Esp. Madrid, 1895-1913.
- 20. Marquina, J.: Descripción geológica de Navarra. Geogrf. Gen. Pais Vasconavarro. Barcelona (sin fecha).
- 21. Palacios P.: Los terrenos mesozoicos de Navarra. Bol. Inst. Geol. Min. Esp. XL., págs. 3-153, 1 map. Madrid, 1919.
- 22. Selzer, G.: Geologie des südpyrenäischen Sierren in Oberaragonien. Neues Jarb. f. Min. usw. Beil. Bd. 71, págs. 370-406, Berlín 1934.
- 23. Viennot, P.: Recherches structurales dans les Pyrénées occidentales françaises. Thèse Sc. Paris et Bull. Cart. Geol. Fr. t. XXX, n. 163, 267 págs., 35 figuras, 11 láms., 1 map. Paris, 1927.

- More, G. On cortain caves in the Kasa of Morrey Maye Science, vol. n. 17, page, 142, 2 figs. Settle, 1931.
- The Linux A. S. S. Cook Franctions detrinques cretaces du massif de Mendibelea.

 Boll Soc. Cook Fr. (3) C. XVI, page 365-312 ec. 200-400. These 1947.
- 13 Lomburd, A. F. Tander, Erdhoud, J. N. Note var les phenomenes karctiques dans les Preferes (Branks et Camp-Long, S. P.) eulli Soc Belge de Geof. Releaset, Hidrol. v. UNII, fast. J. page, 9-17, 9 fet. Bravelles, 1955.
- Liddis Elado, N., Sobre la estructura de Mayorta y los enjaces occidentales del Pirmeo, Misc. Alm. Publ. Phys. Geof. Dir. Dur. elono, pags. 159 186, 3 figs., 1945.
- 15. Elkis Linie IV. Elections des ano valle del Aragon, inducos, 90 page, other minus, 2 manus. Zaradors, 1947.
- Chers Chers, N. Frablemas de tecrônica alpidica del Frinco I. Sobre el tros
 de cuenca de sedimentación il Corgo detreFir. (A page., 14 Mins. Zaingozó, 1903).
- Marsier, A.: Reserva evologica de les Provincias Vascongadas, Rol. Com. Way. Geol. Eg. s. IX, page 1-64. Madrill. 1882.
- Mullatt, C., Reconocimiento reologico de la provincia de Nagurra, Bol. Com. Man. Geol. 1802aña, C.IX, 1925. 1-64. Malard. 1822.
- Middad, C. Explicación del Mapa Geológico de España. Medi. Com. Map. Geol. Esp.: Vialeid, 1895-1913.
- 20. Averguent, J.: Descripcion geológica de Ivavarra Geogri. Cent País Vencanavarro. Barcelona (sur techa).
- 21. Peterdo, D., Los terrenos mesocorcos de Navarra, Bol. (net. Geol., Min. Esp., XII. estes 3-150 (man. Madrid. 1919)
- 22. some Gr. Geologie des süderenzählner Surren in Obernengonien. Neuer Lind fi Mis, nyw Beil, Dd 71, påge 270-405. Rafte 1924.
- 2a Thomat, P. Recharches structurales dans less prodess occidentales hangaings. There So. Panis et Bull. Care. Geol. R. v. XXX. in 162, 367 page. 35 figures. I hims. A map. Paris, 1927.

La hidrología kárstica del Plà de les Basses y sus relaciones con la de otras zonas del macizo de Garraf (Barcelona)

POR

JOAQUIN MONTORIOL POUS

INTRODUCCION

Al E. del Plà del Campgràs (534 m.), zona que ya estudiamos durante la campaña espeleológica de 1948 (40), se extiende, con una altitud media de 405 m., una amplia superficie de erosión pontiense (30), cuya longitud (según la dirección E.-W.) alcanza los 2 km., y cuya anchura (según la dirección N.-S.) oscila alrededor de los 0,6 km. Exceptuando la porción occidental, que enlaza con el cerro de El Rascler (572 m.), toda la región se halla delimitada por cursos muertos profundamente encajados, que, en algunos puntos, toman el aspecto de verdaderos cañones kársticos. La totalidad de la zona objeto del presente estudio queda englobada en la unidad local B-01-01, del catálogo de Termes (55).

Toda la superficie de erosión constituye un aparato kárstico de absorción de primera magnitud, por lo que su estudio hidroló-

gico y geomorfológico se presenta como de elevado interés. A pesar de ello, y quizá por ser uno de los puntos del macizo de Garraf de más difícil acceso, habían sido muy escasas las exploraciones realizadas en el mismo: buena prueba de ello es el hecho de no haber citado Faura y Sans siquiera una sóla cavidad perteneciente a tal región (15) (16) (17). El propio Font y Sagué, que tan extensa y meritoria labor espeleológica realizó en el macizo de Garraf (20) (21) (22) (23), efectuó una sóla exploración en el Plà de les Basses; siendo asimismo digno de citarse que de las 32 simas exploradas por Amat y Carreras durante sus campañas de 1923 a 1928 (1) (2) (3), únicamente dos pertenecen a la zona objeto de nuestro estudio. Tampoco Porta (50), que llevó a cabo algunas investigaciones en la vecina Vall de Joan, se adentró en la mencionada región.

Es por todo ello que, apenas terminadas nuestras campañas espeleológicas en el campo de dolinas del Plà del Campgràs (40) y en el Fondo de les Tarradelles (46), iniciamos una serie de expediciones de prospección al Plà de les Basses, resultado de las cuales fué el descubrimiento del Avenc del Marianet y del Avenc de la Llosa, y la localización exacta de otras formaciones ya señaladas. Durante el año 1949 realizamos la exploración de todas las cavidades absorbentes, situadas en la superficie de erosión, ampliando luego las investigaciones a las posibles zonas colindantes de resurgencia (Canal Negre, Sot de l'Infern, Vall de Joan). Aunque describiremos algunas formaciones localizadas en las mencionadas zonas, se trata siempre de aparatos puramente locales y restringidos, o de circulaciones totalmente fosilizadas. Así, pues, las resurgencias actuales del complejo kárstico de absorción hay que buscarlas en puntos alejados: es por ello, y debido al largo camino que debe seguir la circulación hídrica, que ésta entra en relación con las aportaciones provenientes de zonas colindantes, tendiendo a comunes puntos de resurgencia. Por tal motivo trataremos de algunas cavidades y problemas que no pertenecen propiamente a la zona del Plà de les Basses.

Antes de terminar esta breve introducción, queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a todos aquellos colaboradores, espeleólogos del Grupo de Exploraciones Subterráneas (G. E. S.) del C. M. Barcelonés, señores Francisco Vicens, Fernando Termes, Jorge Carbonell, Enrique Boixadora, Oscar Andrés, Francisco Barceló y Jaime Assens, que nos han ayudado a llevar a buen término las diferentes exploraciones realizadas, y nos han acompañado durante las múltiples expediciones por aquellas inhóspitas y desérticas zonas del Plà de les Basses, cruzadas por caóticos campos de lapiaz. También debemos citar a los señores Francisco Javier Montoriol, que participó en varias expediciones a la Vall de Joan, y José María Torras Homet, autor de los levantamientos topográficos llevados a cabo en la rama lateral del Avenc de l'Escarrà, así como a todos los colaboradores que participaron en la exploración de la mencionada sima, señores Ernesto Lamarca, Jorge Riera, Francisco Cruz, Juan Ferrero, José León, Roberto Serra y Luis Muntán.

I.—GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA DEL PLA DE LES BASSES

a) Caracteres generales

Como ya hemos indicado, el Plà de les Basses es una superficie de erosión pontiense (30), situada al E. del cerro de El Rascler (572 m.), y delimitada por profundos valles (Fondo de les Tarradelles, al NW.; Riera Seca-Vall de Joan-Sot de l'Infern, al NNE.; Fondo de la Canal Negre, al S.), en los que en la actualidad ha cesado toda circulación epigea. La superficie se halla ligeramente inclinada al S., pasándose suavemente de los 530 m. de altitud del Plà del Campgràs, hasta los 330 m. que presenta el Plà de les Basses en su terminación meridional, cerca del Avenc de les Nou Boques, en donde se inicia una abrupta pendiente, que se hunde hasta el talweg del Fondo de la Canal Negre, desarrollada en función

del nivel de base mediterráneo. Según Llopis Lladó, este nivel de 350 450 m. es el mismo que el del Plà d'Ardenya (30), situado al N. de la mesa de Begas y asimismo fuertemente karstificado.

Toda la superficie de erosión se halla constituída por calizas blancuzcas del Aptiense inferior, con *Matheronia*, cuyo buzamiento general es al SW., aunque en algunos puntos es francamente W. El espesor de las citadas calizas es tal, que el Fondo de les Tarra-

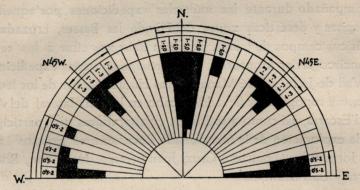


Fig. 1.—Diagrama de los sistemas de diaclasas de la rigión del Plà de les Basses.

delles (46) no ha llegado a disecar todo el conjunto. Por el contrario, los talwegs de Vall de Joan y de la porción inferior del Fondo de la Canal Negre, se encajan en las calizas fuertemente dolomitizadas de la base del Cretácico (36).

Toda la masa caliza se halla atravesada por multitud de litoclasas, cuyo desarrollo va desde minúsculas leptoclasas que no forman sistema, hasta grandes paraclasas de labios abiertos (29). En toda la porción central del Plà de les Basses, la presencia de un estrato xerofítico, desarrollado sobre un pequeño manto de arcillas de decalcificación, dificulta en gran manera, a pesar de su poco desarrollo, la observación de los sistemas de diaclasas: es por ello que hemos llevado a cabo nuestras investigaciones, preferentemente, en las zonas periféricas. En la figura 1 puede apreciarse el resultado de todas las determinaciones efectuadas.

b) Campos de lapiaz

Al igual que en los «rasclers» que ya describimos al tratar del Plà del Campgràs (40), los diferentes campos de lapiaz localizados en el Plà de les Basses, presentan la particularidad de que en su génesis las diaclasas han sido relegadas a un papel secundario, habiéndose estructurado principalmente a favor de los planos de estratificación: el clásico lapiaz diaclasado casi falta en absoluto. Ello ha sido debido a que, en muchos puntos, la superficie de erosión forma un ángulo con el buzamiento que favorece el tal desarrollo. Precisamente este hecho determina, en gran manera, la localización de las formaciones de lenar.

Existen zonas en las que una menor abundancia de las soluciones de continuidad, ha condicionado la evolución en el sentido de un lapiaz ruiniforme. En otras zonas, la inclinación de la superficie de erosión da lugar a una intersección favorable, tanto para los planos de estratificación como para las diaclasas, entrando en juego una notable densidad de soluciones de continuidad, y formándose los característicos campos de piedras, en los que se ha desarrollado una notable cantidad de arcillas de decalcificación, que rellena todos los intersticios.

c) Perforaciones cilindroideas

Unas formas muy curiosas, que existen profusamente en todos los campos de lapiaz de la región en estudio, son las perforaciones cilindroideas. Son éstas pequeños pozos, de 0,05 m. a 0,3 m. de diámetro, y cuya profundidad varía desde escasos milímetros hasta 0,7 m., siendo los más abundantes los de 0,3 a 0,5 m., abiertos en la roca maciza, sin que se ballen en la más mínima relación con las soluciones de continuidad. Las observaciones efectuadas nos han permitido hallar ejemplos de tales formaciones en todas las fases de su evolución. De ellas se deduce que su génesis es exclusivamente fisico-química, sin la menor intervención de la erosión mecánica.

Su formación comienza condicionada por cualquier pequeña

depresión existente en la superficie horizontal de la roca caliza, que se llena de agua durante las precipitaciones. El perímetro limitante de la pequeña cantidad de agua recogida, determinará, en principio, el diámetro de la futura perforación. Esta agua, en absoluto reposo, disolverá, con la ayuda del anhídrido carbónico que lleva en disolución, cierta cantidad de bicarbonato cálcico. Ahora bien, debido a la total falta de soluciones de continuidad, el agua no puede ser evacuada en profundidad. Si el vaciado se efectuara exclusivamente por evaporación, el bicarbonato disuelto precipitaría nuevamente en forma de carbonato cálcico; así pues, el único factor que puede impedir esta nueva precipitación, es un período más o menos largo de pluviosidad que logre llenar totalmente el pocillo, y provoque un desbordamiento con la consiguiente renovación hídrica, substituyendo el agua saturada por agua más o menos pura. En algunas de las perforaciones este es un hecho fácilmente comprobable, por cuanto el agua, al escurrirse por el borde de menor altura, ha fraguado un pequeño surco en la roca, a manera de emisario.

Como es natural, los pocillos tardarán, cada vez que comience un período de lluvias, un lapso de tiempo bastante largo en llenarse; tanto más largo cuanto mayor sea su profundidad. No obstante, el mayor tiempo que precisan los mayores se ve compensado, en parte, por la saturación hídrica de la atmósfera contenida en su interior, que hace sea mucho más lenta la evaporación: es por ello que mientras los pequeños se llenan y vacían en cada período de precipitaciones, los mayores pueden incluso presentar cierta cantidad de agua después de un largo tiempo de sequedad, lo cual hace que la zona a llenar cada vez sea mucho menor que su profundidad total. Ello no obstante, llega un momento en que se desequilibra el mecanismo, y sólo se vacían por evaporación: a partir de este momento cesa su progresión en profundidad. Este límite parece ser, en el Plà de les Basses, y posiblemente en todo el macizo de Garraf, de 0,7 m.

Al efectuar un primer examen, sorprende que el agua que se

escurre de las perforaciones no produzca el menor depósito en la superficie de la roca por la cual resbala. Sin embargo ello es natural, por cuanto el momento en que esto ocurre coincide siempre, ya que es condicionado por ella, con fuerte lluvia, que produce un total lavado de la roca en aquel momento.

Cabe mencionar asimismo que el hecho de que los pocillos no se llenen totalmente con rapidez, favorece el proceso. En efecto, el período que transcurre hasta nuevas precipitaciones permite que, antes de que empiece a escurrirse el agua fuera, ésta tenga tiempo de saturarse de bicarbonato.

d) Dolinas

Contrariamente a lo que ocurre en el vecino Plà del Campgràs (40) en donde abundan tales formaciones, sólo hemos localizado dos dolinas en la amplia superficie del Plà de les Basses: una en su porción suroriental, no lejos del Avenc de les Nou Boques, parcialmente llena de agua gran parte del año, por lo que se la conoce con el nombre de La Bassa; y otra, cerca de la pequeña vaguada en cuyo flanco se abre el Avenc de la Sibinota, que presenta la particularidad de poseer el único árbol que existe en todo el Plà de les Basses, lo que justifica su denominación de Bassot de l'Arbre.

Siendo de interés para su comparación con las vecinas del Plà del Campgràs, incluímos en la siguiente tabla sus características morfométricas (52).

Dolina	Dm	A	dm	DM	р	h	pm	I	Р	С
La Bassa	305 m.	A=Dm	278 m.	262 m.	850 m.	5 m.	15 m.	8,25.°	1,05	2,2
l' Arbre	125 m.	A=Dm	75 m.	100 m.		-	-	_	_	M_

Dm = diámetro máximo. A = eje A. dm = diámetro menor. DM = diámetro medio. p = perímetro. h = profundidad relativa. pm = profundidad máxima. I = indice de concavidad. P = desarrollo perimental. C = indice de circularidad.

El valor de la inclinación media de las pendientes es, en la dolina de La Bassa, de,

i (Dm)
$$\begin{cases} N45E - 7.^{\circ} \\ S45W - 13.^{\circ} \end{cases}$$
 i (dm)
$$\begin{cases} N45W - 10.^{\circ} \\ S45E - 3.^{\circ} \end{cases}$$

La dolina del Bassot de l'Arbre se halla parcialmente desmantelada por la erosión normal, por lo que es imposible el precisar muchas de sus características (p, h, pm, i, I, P, C). La de La Bassa

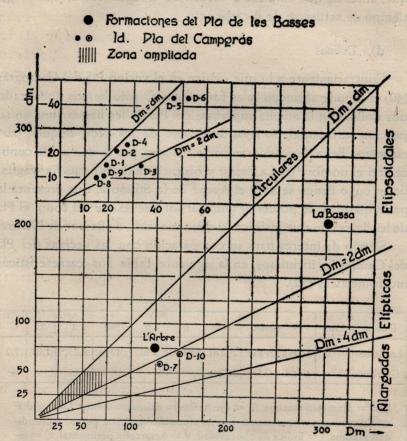


Fig. 2.—Diagrama comparativo de la posición morfométrica de las dolinas del Plà de les Basses y del Plà del Campgràs.

se halla asimismo a punto de ser capturada por la erosión ascendente de la cabecera del Fondo de la Canal Negre, de tal manera que su muralla S45E, se halla ya muy rebajada (de ahí precisamente la diferencia entre pm y h, y los diferentes valores de i (dm) en sus dos extremos).

El pequeño lago que se forma en el interior de la última dolina citada, ocupa otra pequeña dolina encajada en la mayor. Sus dimensiones son de 19,5 m. (según N45W) por 17 m. (según N45E), y 1 m. de profundidad, que forma, en todo su perímetro septentrional, un brusco escalón. El lago es observable de octubre a mayo, o sea durante un período de ocho meses seguidos. En el transcurso de este tiempo el nivel del agua puede variar visiblemente, y, algunos años, hemos observado la presencia accidental, durante unos pocos días, del lago en pleno verano y su breve desaparición en pleno invierno. Este irregular régimen induce a calificarlo como lago de dolina temporario engendrado por la saturación hídrica de las fisuras de la caliza. Sin embargo, el estudio de su fondo, que realizamos durante uno de los períodos de total sequedad, puso de manifiesto la existencia de una capa de terra rossa ocupando todas las fisuras. O sea que por su régimen irregular se comporta como un lago por saturación hídrica y por su constitución como un lago por impermeabilización del fondo (52). Es probable que las irregularidades no vengan determinadas por la constitución geológica, sino por el factor evaporación, que puede alcanzar elevados valores.

Como puede apreciarse por los valores dados anteriormente, ambas dolinas presentan una gran semejanza en cuanto a sus características planimétricas. Sus medidas absolutas colocan a las dos dentro del grupo de dolinas de tamaño grande (Dm > 100), y sus proporciones relativas son prácticamente idénticas, siendo ambas de tipo elipsoidal (Dm: dm=1:1, m).

Antes de efectuar su comparación con las formaciones del Plà del Campgràs, conviene citar que cuando realizamos el estudio de estas últimas, lo hicimos bajo un punto de vista puramente morfológico, sin tener en cuenta las particularidades morfométricas de las diferentes unidades y sí solamente sus máximas dimensiones según dos ejes perpendiculares. Es por ello que no poseemos el valor exacto de dm y sí sólo el de Dm, ya que la anchura fué tomada perpendicularmente al último diámetro citado y no al eje A. No obstante, teniendo en cuenta que la mayoría de las dolinas poseen un perímetro eminentemente circular o elíptico (Dm=A), podemos considerar como verdaderos los valores registrados para dm.

En el gráfico de la figura 2, se han colocado en abcisas los valores de Dm y en ordenadas los de dm. Es curioso observar cómo mientras las dos grandes dolinas del Plà de les Basses caen en el mismo campo que el conjunto de pequeñas (Dm < 30) y medianas (Dm=30 a 100) formaciones del Plà del Campgràs (elipsoidales), las dos grandes dolinas de este último (D-7, D-10; Dm > 100) caen dentro del campo de las elípticas (Dm: dm=1: 2 a 1: 4). Probablemente ello no está relacionado con la génesis de las propias dolinas, sino con la acción posterior de la erosión normal que ha producido su deformación. Su situación viene en apoyo de ello.

El desarrollo tridimensional es semejante para todas (Plà de les Basses y del Plà del Campgràs son de idéntico tipo, siendo todas ellas dolinas normales de erosión superficial, algunas de tamaño poco corriente.

II.—ESPELEOGRAFIA, ESPELEOMORFOLOGIA Y ESPELEO-GENESIS DE LAS CAVIDADES EXPLORADAS

Las formaciones espeleológicas que abren sus bocas en la superficie de erosión son todas ellas cavidades absorbentes, o sea que constituyen únicamente una de las partes del aparato kárstico. Buscando posibles puntos de resurgencia, realizamos la exploración de algunas cavernas situadas en el Fondo de la Canal Negre y Vall de Joan, que resultó que únicamente formaban parte de pequeños sistemas independientes, desligados del aparato kárstico de conjunto. Expondremos, no obstante, el estudio de tales oquedades, así como también el de algunas simas situadas fuera de la zona, pero cuyo conocimiento es conveniente para comprender la hidrología de la región, dividiendo la presente sección en tres apartados: cavidades absorbentes de la superficie de erosión, cavidades periféricas, y cavidades situadas fuera de la zona del Plà de les Basses.

A) CAVIDADES ABSORBENTES DE LA SUPERFICIE DE EROSION

1) AVENC DE LES NOU BOQUES (-42 m.) (B-01. 01. 03) (55).

a) Situación

Las seis bocas de esta sima, que por estar multipartidas por gruesos bloques acuñados, dan un total de nueve aberturas, se abren en el mismo borde suroriental del Plà de les Basses, en el punto en donde se inician los abruptos declives que se hunden hasta el encajado talweg de la Canal Negre. Su altura sobre el nivel del mar es de 325 m., hallándose emplazadas en un campo de lapiaz fuertemente inclinado hacia el SW.

b) Espeleografia y espeleomorfologia

Se trata de una cavidad de topografía extraordinariamente sencilla, por cuanto se halla formada por un único pozo que alcanza los -42 m. de profundidad.

Morfológicamente cabe distinguir en el mismo tres porciones: 1.—Una zona superior, que llega únicamente hasta los -5 m., en que el pozo se halla subdividido en una porción de pequeñas chimeneas. 2.—Una zona intermedia, que se desarrolla hasta los -21 m., formada ya por un pozo único, de sección algo alargada según la dirección NE.-SW. 3.—La zona terminal, hasta los -42 m., constituída por un pozo casi perfectamente cilíndrico.

El fondo de la sima se halla ocupado por un estrato clástico,

mientras que las tres zonas descritas presentan clara morfología de erosión. A los -28 m., existen muestras de un pretérito y escaso aporte hídrico, que dió lugar a una colada quimiolitogénica que tapiza las paredes W. de la porción inferior de la sima, y que, hacia su parte terminal, se resuelve en formaciones estalactíticas.

c) Espeleogénesis

Se trata de una característica sima de lapiaz, formada por la reunión de diversos aportes hídricos a través de las dispersas fisuras del lenar (57); tales aportes pueden provenir indistintamente

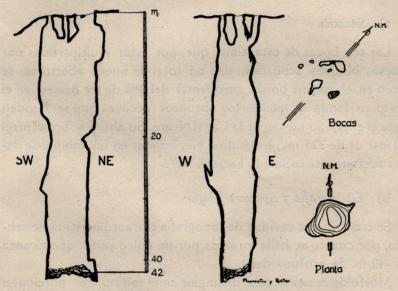


Fig. 3.—Plantas y secciones del Avenc de les Nou Boques.

de las aguas de lluvia o de las condensaciones internas (12) (44) (60) en las soluciones de continuidad. Se originan así una serie de pequeñas corrientes descendentes, que por progresiva intercomunicación de las microcavidades a que dan lugar, se reunen en un caudal único, capaz ya de engendrar un característico pozo de

erosión. Cabe recordar aquí que la acción continuada de las más débiles corrientes cayendo en conducción libre (11), puede dar lugar a la formación de pozos de enormes magnitudes (12).

El proceso descrito puede apreciarse en sus distintas fases, a través de las tres zonas en que hemos dividido el abismo. La porción primera (hasta -5 m.) no es más que los restos de chimeneas aisladas, que, cuando el campo de lapiaz se hallaba en su apogeo morfológico, debió presentar un desarrollo mayor, siendo luego algo arrasado por la erosión epigea. La porción segunda (de -5 m. a -21 m.) representa una zona intermedia, formada por un pozo único debido a la desaparición de las paredes que separaban las distintas chimeneas. En cuanto a la tercera zona (de -21 m. a -42 m.), se trata ya del característico pozo de erosión formado por un caudal único, habiendo actuado el aporte hídrico a través de una diaclasa N45E, como puede apreciarse observando la planta de la sima.

La formación de la colada litogénica de la pared W. es un fenómeno muy posterior a la génesis del abismo, debido a las lentas infiltraciones provinentes de aquella dirección. Los escasos materiales clásticos del fondo son en su mayoría de origen epigeo, aunque parte de ellos podría provenir del hundimiento de las primitivas paredes separadoras de la zona primera, o de lentos desprendimientos de las paredes (45) (47).

(2 AVENC DE LA LLOSA (-23 m.) (B 01. 01. 23).

a) Situación

Hacia la mitad de su desarrollo, y debido a la erosión ascendente de dos torrentes que vierten respectivamente hacia el NE., o sea en dirección al Sot de l'Infern, y hacia el S., tributando al Fondo de la Canal Negre, el Plà de les Basses sufre un notable estrangulamiento, no presentando una anchura superior a un centenar de metros: es precisamente en este punto, a 355 m. sobre el nivel del mar, en donde se abre la boca del Avenc de la Llosa.

b) Espeleografia y espeleomorfologia

Esta sima se halla constituída por dos pozos de 10 m. de profundidad cada uno, separados por una corta y fuerte rampa, formada por materiales clásticos inestables que dificultan notable-

S N

10

20

23

Fig. 4.—Sección del Avenc de la Llosa.

mente la exploración. El conjunto alcanza la profundidad de -23 m.

Los pozos, orientados según la dirección N.-S., son marcadamente campaniformes: así, el primer pozo a -5 m. presenta un diámetro máximo de 0,8 m., mientras que en su porción terminal a, -10 m., el tal diámetro vale 3,5 m.; en cuanto al segundo pozo, a -14 m. presenta un diámetro máximo de 2,2 m., que ha pasado a 6,5 m. a los -21 m. de profundidad.

Todas las paredes del pequeño abismo se hallan cubiertas por un bien desarrollado proceso reconstructivo, que, en la porción terminal del segundo pozo, ha dado lugar a la formación de gran cantidad de estalactitas excén-

tricas (13) (33) (48) (51) (54). El fondo de la sima se halla ocupado por la consabida acumulación de materiales clásticos.

c) Espeleogénesis

La característica morfología campaniforme de los dos pozos, pone de manifiesto que la causa generadora de la cavidad fué la acción del agua cayendo en conducción libre (11) y actuando a través de una diaclasa N.-S. Se trata por lo tanto de un antiguo sumidero.

La morfología de su boca, así como su situación en relación con el relieve del Plà de les Basses y el hecho de tratarse de un su-

midero muerto, permite clasificarlo como sima residual (28) (30), decapitada por la erosión epígea.

Al finalizar la fase de absorción activa y ser ésta substituída por lentas infiltraciones, se desarrolló el amplio proceso quimiolitogénico que tapiza sus paredes.

3) AVENC DEL MARIANET (-26 m.) (B-01. 01. 21).

a) Situación

Esta pequeña sima se abre a 200 m. al NW. del Avenc de la Llosa y a 365 m. sobre el nivel del mar, hallándose aproximadamente a unos 20 m. sobre una pequeña vaguada que ha entallado la superficie de erosión, y que discurre en dirección al Sot de l'Infern.

b) Espeleografia y espeleomorfología

Topográficamente, el abismo se halla formado por un único pozo vertical que alcanza la profundidad de -26 m., al que se penetra a través de una boca de reducidas dimensiones.

Morfológicamente cabe distinguir dos partes de significación diferente: 1.—Desde la boca hasta los -17 m., nos hallamos en presencia de un pozo campaniforme (diámetro máximo de la boca, 0,8 m.; diámetro máximo a los -17 m., 4 m.); 2.—Desde los -17 m. a los -26 m. hay una sala, de unos 4 m. de diámetro, en la que la litogénesis ha alcanzado un elevado desarrollo. Al SW. de la misma se inicia una pequeña galería cegada a los 1,5 m. por el proceso reconstructivo, a partir de la

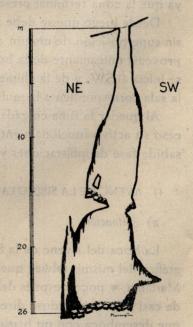


Fig. 5.—Sección del Avenc del Marianet.

cual se extiende una colada. En el ángulo opuesto a las formaciones litoquímicas alcanzan su máximo desarrollo (estalactitas, estalagmitas, anemolites, banderas y coladas) dando lugar a una cueva de reconstrucción (17) (27). Por la pequeña abertura de la misma, a unos 4 m. sobre el piso, pueden observarse restos de una chimenea ascendente casi cegada por la litogénesis obstruyente.

c) Espeleogénesis

Se trata de una sima residual de características parecidas a las del Avenc de la Llosa. Existen, no obstante, diferencias de detalle, pues mientras que en aquélla se observaba únicamente la acción del agua en conducción libre en los dos pozos, aquí el tal mecanismo corresponde solamente a la porción superior (hasta -17 m.), ya que la zona terminal presenta una génesis algo más compleja.

Desde luego que se debe asimismo a la acción erosiva del agua, sin superposición de ningún otro mecanismo, pero el aporte no provenía únicamente de la bóveda, sino también de la galería que se inicia al SW. y de la chimenea NE. Las mayores magnitudes de la sala corresponden a la multiplicidad de aportes hídricos.

Al quedar la sima colgada y decapitada por la erosión epígea, cesó su activo funcionamiento, que se vió substituído por la consabida fase de infiltraciones y desarrollo de la quimiolitogénesis.

4) AVENC DE LA SIBINOTA (-114 m.) (B 01. 01. 04).

a) Situación

La boca del Avenc de la Sibinota se abre a la izquierda hidrográfica del mismo talweg que hemos citado al tratar de la sima del Marianet, y poco después del punto en que aquél efectúa un giro de casi 90°, dirigiéndose directamente hacia el Sot de l'Infern, al que desemboca con un brusco salto vertical. Su altura sobre el talweg es de unos 15 m., hallándose a 350 m. sobre el nivel del mar.

b) Espeleografia y espeleomorfologia

Su boca, de 1,7 m. (N.-S.) por 1,8 m. (E.-W.), da entrada a un pozo que, desde su labio inferior hasta la porción más elevada del piso de la sima, mide 109 m. en vertical. Todo el pozo presenta un extraordinario desarrollo de la morfología litogénica, que enmascara casi completamente todo proceso anterior. Sin embargo, el proceso reconstructivo no ha logrado borrar el desarrollo marcadamente fusiforme de sus secciones, como puede apreciarse en la siguiente tabla de dimensiones (las profundidades han sido contadas a partir del labio superior de la boca).

PROFUNDIDAD	SECCION N.—S.	SECCION E.—W.
— 3 m.	1,8 m.	1,8 m.
— 24 m.	6,5 m.	4,5 m.
— 45 m.	14,5 m.	11,0 m.
— 55 m.	15,0 m.	12, 5m.
— 73 m.	17,0 m.	11,0 m.
— 90 m.	12,0 m.	7,0 m.
— 110 m.	10,0 m.	4,5 m.

La planta, cuyas máximas dimensiones corresponden asimismo a la dirección N.-S., se halla ocupada por un considerable espesor de murcielaguina mezclada con algunas brechas, careciendo del acúmulo de materiales clásticos tan común en las simas del macizo de Garraf. Hacia el W. se abre una pequeña cueva en pendiente, cuyo piso se halla ocupado por bloques sueltos, por la que se desciende hasta el fondo del abismo, cuya profundidad de -114 m. lo coloca en el sexto lugar entre las grandes simas del macizo,

c) Espeleogenesis

Lo muy reducido de su boca, así como su marcado desarrollo fusiforme, ponen de manifiesto se trata de una cavidad inversa

(35), lo cual viene apoyado por la carencia de materiales clásticos en su fondo, cosa que contrasta fuertemente con lo que ocurre en las cavidades directas del macizo que han actuado largo tiempo como sumidero, cuya porción terminal se halla siempre ocupada

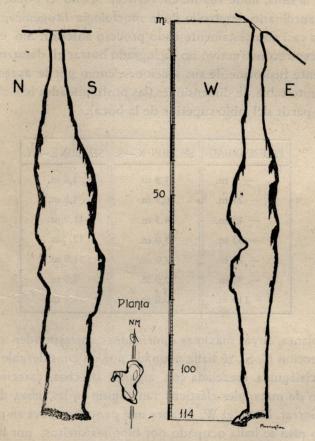


Fig. 6.—Plantas y secciones del Avenc de la Sibinota

por ingentes acumulaciones de productos arrastrados por el agua. Su origen hay que buscarlo, por lo tanto, en la acción erosiva y corrosiva del agua, a través de una diaclasa N.-S., habiéndose desarrollado la cavidad en sentido ascendente, o sea desde la profundidad hacia la superficie.

Como puede apreciarse por su situación topográfica, en la actualidad la sima se halla colgada, aunque no podemos afirmar si ha sido o no decapitada (26) (28) (30) por la erosión epígea, ya que no sabemos si se hallaba formada únicamente por el «huso» que presenta en la actualidad (que entró en relación con la superficie por progresión propia hacia arriba, o por arrasamiento del terreno suprayacente), o éste no es más que el resto de un conjunto de «husos» del que es el único superviviente.

Lo que si es evidente, tanto por la comparación de sus desarrollos respectivos como por la madurez de las formaciones quimiolitogénicas de la sima, es que la génesis de la misma no guarda relación alguna con el talweg que se desarrolla pocos metros por debajo de la boca. Su origen hay pues que relacionarlo con algún fenómeno epigeo (probablemente, como es muy común en las cavidades inversas, con las infiltraciones provinentes de alguna dolina de gran desarrollo) completamente arrasado por la erosión normal.

B) CAVIDADES PERIFERICAS

1) COVA FOSCA (B-01, 01, 26)

Esta caverna se halla emplazada en el margen derecho hidrográfico de la Riera Seca, a escasa elevación sobre el talweg de la misma y no lejos del punto en que el «fondo» se expansiona en la espaciosa Vall de Joan. La boca se abre en las calizas dolomitizadas que buzan al SW., las cuales se apoyan sobre una capa margosa responsable de la resurgencia de las aguas.

La cavidad se halla constituída por una única galería de 37 metros de longitud y de dirección N15E, que en los últimos 11 metros pasa a E. 25 N. La porción terminal posee una serie de divertículos que elevan su longitud a 44 m.

Como ya indicamos en nuestro trabajo sobre el Fondo de les Tarradelles (46), se trata de una antigua resurgencia muerta, cosa que pone de manifiesto la sola observación de su boca, que presenta una morfología esquemática a tal ejemplo. Además de la morfología correspondiente a la fase de su activo funcionamiento, pueden apreciarse vestigios de manifestaciones quimiolitogénicas y clásticas, que representan sólo fases de muy secundaria impor

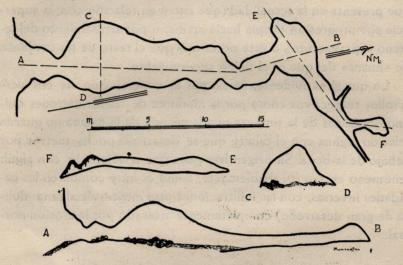


Fig. 7.—Planta y secciones de la Cova Fosca

tancia en la evolución de la cavidad, por lo que se hallan muy localizadas (proceso reconstructivo embrionario en E; proceso clástico incipiente en la primera cámara).

2) COVES DEL SALT

Con este nombre hemos designado a una serie de oquedades de difícil acceso, situadas en los abruptos que rodean el áspero Sot de l' Infern. Todas las formaciones visitadas resultaron carecer de importancia alguna, mereciendo tan solo ser citada la Cova del Salt N.º 1 (B-01. 01. 89), formada por una cámara de 12 m. por 10 m. y 3 m. de altura, cuyo origen se revela como quimioclástico.

3) COVA BONICA (B-01. 01. 25)

Esta cavidad se abre en la parte más salvaje y profunda del Sot de l'Infern.

Apenas atravesada la boca, se penetra en la base de un pozo campaniforme enmascarado por la quimiolitogénesis. Se trata, por lo tanto, de una formación espeleológica engendrada por la acción erosiva del agua cayendo en conducción libre (11); a esta fase siguieron abundantes infiltraciones responsables del proceso reconstructivo.

4) COVA DEL MUSSOL (B-01. 01. 87).

La boca de esta pequeña cueva se abre en las calizas blancuzcas con *Matheronia*, y casi en el talweg de una «canal» afluente del Fondo de la Canal Negre.

Se trata de una minúscula resurgencia muerta, bastante evolucionada a pesar de sus reducidas magnitudes, ya que presenta dos galerías superpuestas, separadas por la roca madre, de 6,25 m. y 5,5 m. de longitud, engendrada la inferior por una pequeña pér-

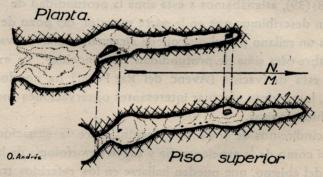


Fig. 8.—Plantas y secciones de la Cova del Mussol

dida de agua en profundidad (33) (34). Ambas galerías se hallan asentadas sobre una diaclasa N.-S.

5) COVA DEL SINGLE (B-01. 01. 02).

Cavidad embrionaria situada a poco más de 1 m. sobre el talweg del Fondo de la Canal Negre, a su izquierda hidrográfica y cerca del pundo en donde la dirección del «fondo» pasa de ESE. a NE. Se trata del colector de las aguas infiltradas por una amplia diaclasa que se desarrolla hasta alcanzar el borde superior del pequeño despeñadero.

C) CAVIDADES SITUADAS FUERA DE LA REGION DEL PLA DE LES BASSES

Trataremos en este apartado de los tres únicos sumideros activos actualmente conocidos en el macizo de Garraf, y cuyas aguas absorbidas es probable que tengan común punto de resurgencia con las infiltradas en la zona del Plà de les Basses. Por otra parte, son la única prueba material de una actual circulación hipógea de tipo torrencial.

1) AVENC DE L'ESCARRA (-165 m.) (B-01. O1. 83).

En nuestros trabajos publicados a raíz de la exploración de 1948 (38) (39), asignábamos a esta sima la profundidad de -140 m. También describimos que en la parte superior del pozo de 74 m. «se halla un rellano por el que puede alcanzarse una cueva, en la que se abre otra sima de profundidad desconocida». La exploración de esta derivación (Avenc del Rat Penat) ha conducido a -165 m., lográndose efectuar interesantes observaciones morfológicas e hidrológicas.

Prescindiremos de toda descripción sobre la situación de la sima, así como de la espeleografía y espeleomorfología de la línea central del abismo, que pueden hallarse en los referidos trabajos.

a) Espeleografia y espeleomorfologia (Avenc del Rat Penat).

Antes de efectuar la descripción de las cavidades, debemos advertir que, debido a un fuerte temporal, el sumidero entró en actividad durante la exploración. Ello obligó a una rápida retirada perdiéndose gran parte del material, entre el que figuraba un saco conteniendo la mayoría de los levantamientos topográficos. Es por ello que tanto el plano que acompaña la descripción, como esta misma, son sólo aproximados, siendo únicamente exactas las



Fig. 1.—Lapiaz en forma «campo de piedras», en el enlace entre el Plà del Campgràs y el Plà da les Basses. Al fondo el Turó del Rascler.

(Foto J. Montariol)



Fig. 2.—Perforación cilindroidea, llena de agua, en los comienzos de su génesis.

Se aprecia claramente el surco emisario.

(Foto J. Montoriol)



Fig. 1.—Perforación cilindroidea bien desarrollada.
(Foto J. Montoriol)



Fig. 2.—Dolina de La Bassa (Plà de les Basses). Dolina de grandes dimensiones (Dm=205 m.) e índice de concavidad bajo. En la parte central puede observarse el espacio ocupado por el lago, en período de sequedad. En el Fondo aparece el borde NE. de la formación.

(Foto J. Montoriol)

cotas de los diferentes puntos, que habían sido casualmente anotadas por uno de los expedicionarios. Por el contrario, desconocemos todas las orientaciones.

La boca de la derivación se abre a los -15 m., pudiéndose alcanzar fácilmente gracias a un pequeño rellano. Después de una corta galería, se desemboca en las partes elevadas de un grandioso pozo cilindroideo de unos 17 m. de diámetro, con morfología erosiva y algunas manifestaciones litogénicas en su cúpula. Descendiendo por el mismo se llega, a los -50 m., a un rellano ocupado por gruesos materiales clásticos, a partir del cual pueden seguirse tres continuaciones: 1) Insinuándose por un agujero que se ensancha rápidamente, se efectúa un descenso vertical de 50 m., llegándose a la gran sala intermedia de la línea central del abismo (39), a través de su fantástica cúpula. II) Atravesando materiales clásticos se desemboca en la cima de un pozo, por el que se desciende hasta -89 m. Esta cavidad se halla extraordinariamente multipartida por la quimiolitogénesis, comunicando por uno de sus extremos con la línea que describiremos a continuación, y presentando en el otro extremo un pozo que desciende hasta -101 m. III) Continuando el descenso verticalmente se alcanza un rellano a -84, a partir del cual puede pasarse a la base de la cavidad antes citada.

Desde el anterior punto, y por un pozo de menores magnitudes, se alcanza la cota -117 m. A partir de aquí cambia totalmente la mortología de la sima, penetrándose en una muy típica zona de meandros terminales, característica de los grandes sumideros tipo Verco (5) (6) y Bertarelli (6) (25). Después de tres resaltes, de 10 m., 2,5 m. y 2,5 m., y algunas rampas, se llega a una galería casi horizontal que se desarrolla alrededor de los -140 m. A los 20 m. ésta se bifurca, no habiéndose explorado la rama lateral; 10 m. después se abre un pozo en su centro, continuándose la galería rectilíneamente, no habiéndose seguido.

El pozo, que presenta una vertical de unos 7 m., desemboca sobre una lámina de agua situada a -148 m.: se trata de una gran marmita situada bajo la cascada que cae por el pocillo. Después

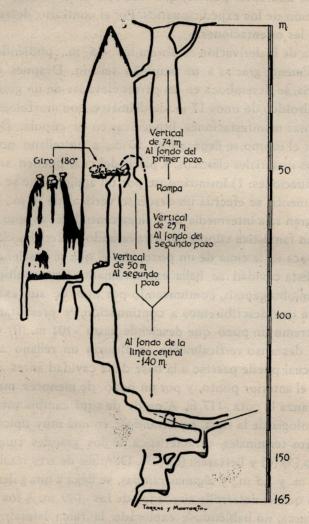


Fig. 9.—Croquis aproximado, rebatido sobre un plano, del desarrollo vertical de la derivación lateral del Avenc de l' Escarrà (Avenc del Rat Penat)

de 5 m. horizontales, sigue una fuerte rampa, alcanzándose otra gran marmita también llena (-154 m.), a la que sigue una nueva vertical y una tercera marmita asimismo ocupada por el agua (-161 m.). En el extremo de la oquedad se abre un agujero por el que se desciende hasta -165 m.: una estrechez, que es propósito ensanchar en una próxima expedición, detiene el descenso, pero las piedras lanzadas por ella continúan cayendo varios metros.

En toda la zona de meandros terminales, la única morfología observable es la de erosión. En diversos puntos de las últimas oquedades pueden recogerse muestras de arena calcárea.

b) Espeleogénesis

La causa generadora de esta derivación lateral del Avenc de l'Escarrà, es la misma que dió origen a la línea central; o sea el agua que discurría por el Fondo de l'Escarrà, actuando a través de diaclasas W 20 N y N 15 E.

Las exploraciones a fondo llevadas a cabo en las grandes simas del macizo de Garraf, han puesto de manifiesto que todas ellas poseían un abundante desarrollo de pozos verticales, paralelos al eje principal; os sea que la absorción no tenía lugar únicamente por un punto, sino a través de una más amplia zona, en la que las diaclasas presentaban especiales características para ello. El Avenc de l'Escarrà se suma a los casos hallados anteriormente, ya que su derivación lateral se engendró a través de puntos completamente independientes de los que dieron origen a las cavidades de su eje central.

La parte superior del primer pozo, nos referiremos ya siempre a la derivación lateral, constituye un ejemplo de cavidad inversa (35), cuya cúpula en contínua progresión hacia arriba, no llegó a desembocar en la superficie. Las aguas infiltradas por la mencionada cúpula son las que dieron origen a las cavidades subyacentes (parte de ellas iban a la línea central a través de la cúpula de la sala intermedia), por lo menos hasta la profundidad de -140 m., ya que los meandros que se desarrollan desde la base del pozo -117 m.

hasta la galería -140 m., fueron el último trabajo realizado por las aguas de la cavidad inversa.

Toda la zona comprendida entre el inicio de la cúpula y los -130 m. se halla en la actualidad muerta, no presentando el menor indicio de circulación hídriea y si por el contrario zonas con amplia morfología clástica y litogénica.

La galería -140 m. es de origen más complejo, pues su génesis es debida a las aguas provenientes de tres direcciones diferentes: los meandros terminales de la cavidad inversa, y los dos conductos no explorados. Todas estas aguas eran evacuadas por el pozo que en ella se abre, y conducidas en profundidad por la última serie de meandros (de -140 m. a -165 m.).

Esta última serie se halla aún viva en la actualidad, como lo prueba el agua que llena las marmitas, que no debe su origen a las infiltraciones, sino a las corrientes provinentes de las dos galerías no exploradas.

c) Funcionamiento bidrológico actual

A causa de haber entrado el sumidero en actividad hallándose dos equipos en su interior, pudo hacerse una observación interesante: que mientras grandes cantidades de agua se precipitaban por el pozo de 74 m., siguiendo turbulentemente la línea central del abismo, hacia el último pozo de morfología turbillonar (39), toda la línea lateral comprendida entre su inicio y los -130 m. no presentaba la menor actividad.

El hecho de que los meandros terminales funcionen actualmente, y el que no se conozca ningún otro sumidero cercano ni ninguna zona de absorción, hace suspechar que las aguas penetradas por el pozo de 74 m. son las mismas que circulan por ellos. La suposición casi puede darse por cierta teniendo en cuenta la situación topográfica de los lugares: en efecto, el fondo de la línea central del Avenc de l'Escarrá y la galería de los conductos colectotores de la línea lateral se hallan a muy escasos metros de distancia horizontal y casi a la misma cota (alrededor de los -140 m.) La

exploración de las galarías citadas es probable resuelva totalmente el problema.

Debido a la estrechez impenetrable localizada a los -165 m., es probable que la zona de meandros que se desarrolla de -140 m. a 165 m. quede temporalmente bajo presión durante las grandes crecidas. Viene en apoyo de ello el hecho de que se encuentre arena calcárea en repliegues que normalmente no puede alcanzar el agua.

2) AVENC DE LA FERLA (-209 m.) B-01. 01. 60)

Se trata de la sima de mayor profundidad explorada, hasta el presente, en la región catalana, ocupando el tercer lugar entre los abismos conocidos en España, pues la superan únicamente la Sima de la Piedra de San Martín (Navarra) y la Cueva del Agua (Granada) (56).

Como resultado de las investigaciones realizadas durante la expedición de 1949, publicamos un trabajo monográfico sobre la misma (41): sin embargo, algunas nuevas observaciones llevadas a cabo por nuestros colaboradores Assens y Serra durante un nuevo descenso efectuado en 1952, hace que creamos oportuno describir aquí, aún en forma muy resumida, algunas de las características del sumidero.

a) Situación

La boca se abre a 370 m. sobre el nivel del mar, y en el talweg de un torrente que baja de los contrafuertes ESE. del Puig de la Mola (532 m.) El terreno se halla constituído por calizas coralinas infrecretácicas, con intercalaciones margosas, pertenecientes al nivel de *Orbitolinas*. Su buzamiento es de 35° W, y se hallan cruzadas por diaclasas N20E, W10N (sistema principal) y N45E, N40W (sistema en aspa) (41).

b) Espeleomorfologia

Prescindiendo de la espeleografía de la cavidad, que puede

apreciarse claramente en la fig. 9, expondremos sus características geomorfológicas.

El primer pozo (Om. a -108 m.) presenta una característica morfología de erosión, no sólo sobre la roca madre sino sobre antiguas concreciones, debiendo su origen a la acción del agua a través de una diaclasa W10N. Su sección N20E presenta una anchura constante, mientras que la que sigue la dirección de la diaclasa se va ensanchando paulatinamente según los siguientes valores,

0 m	6 m.
—70 m	10 m.
—80 m	14 m.
—97 m	17 m.

o sea que presenta un acusado desarrollo campaniforme. El fondo se halla ocupado por brechas de tamaño mediano.

Las dos galerías intermedias (-108 m. a -124 m.) acusan magníficos signos de erosión en el piso, paredes y techo, el cual presenta abundancia de marmitas invertidas. La galería superior ofrece un avanzadísimo estado de decalcificación, mientras que la inferior no acusa el menor signo de dicho proceso.

El conjunto de cavidades intermedias (3 pozos paralelos) (-124 metros a -189 m.) se muestra como la porción más compleja de la sima, que podemos dividir en dos zonas: I) Zona N20E. Formada por dos cavidades inversas conjugadas entre sí. La más septentrional conserva su morfología característica, pero la otra posee superpuesta una morfología de cavidad directa, debida a la acción del agua que se precipita por las galerías. En ambas se aprecia casi exclusivamente la morfología de erosión. II) Zona S45W. Formada por un pozo que presenta exclusivamente formas quimiolitogénicas de una exuberancia extraordinaria, hasta el punto de haber sido multipartido en una cámara superior y otra inferior, intercomunicadas por tres pozos.

La zona terminal (-189 m. a 209 m.) se halla formada por un pozo, con fuertes signos erosivos, y un conjunto de oquedades en

las que se ha acumulado un ingente cantidad de cantos rodados, arrastrados hasta el fondo de la sima por las masas de agua que en ella se precipitan.

c) Espeleogénesis

Del estudio morfológico de la sima se deduce que en la misma se han sucedido dos períodos de erosión separados por una amplia fase reconstructiva. La génesis general del abismo (la totalidad de sus pozos y la galería superior) se debe el primer período erosivo; luego el sumidero entró en una fase muerta, tendiendo a su fosilización por quimiolitogénesis; siguió un nuevo período erosivo, rejuveneciéndose y borrándose la mayor parte de la morfología litoquímica y fraguándose la galería inferior. La cavidad S45W no acusó esta nueva fase, por cuanto las formas reconstructivas habían fosilizado definitivamente todo aporte hídrico a través de la bóveda.

d) Observaciones nuevas

I.—En nuestra monografía sobre el Avance de la Feria (41), habíamos considerado a la primera fase erosiva como inmediatamente post pontiense y a la segunda como francamente cuaternaria. Actualmente nos vemos obligados a modificar tal punto de vista, como resultado de nuestras investigaciones en otros puntos del macizo y en especial en el Fondo de les Tarradelles (46). En efecto, mientras que por una parte, su situación en relación con la geomorfología epigea, y su morfología interna, indican que el citado primer período erosivo no data de la primera fase de karstificación del macizo (28) (30), por otra parte, el hecho de que le sucediera un nuevo período erosivo, indica que no se produjo durante la fase de karstificación francamente cuaternaria. Luego, el citado primer período erosivo se corresponde con la fase de karstificación en que se originaron las cavidades del Fondo de les Tarradelles, y, en general, todas las grandes formaciones espeleológicas del macizo de Garraf, habiéndose desarrollado bien en las

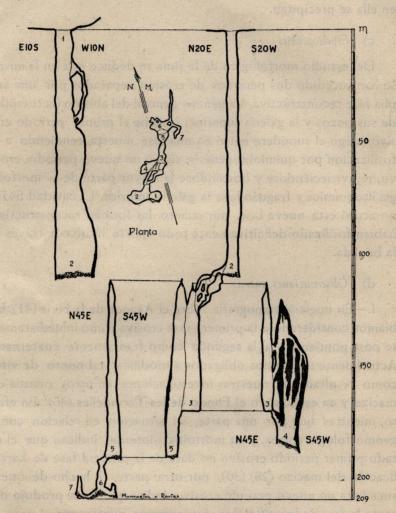


Fig. 10.—Planta y secciones del Avenc de la Ferla

postrimerías del Plioceno, bien en los albores del Pleistoceno (ver apartado correspondiente a la edad de las formaciones espeleológicas).

II.-Tanto la descripción del abismo, como el plano que la acompaña, se refieren a la topografía interna hallada en 1949 (41). Actualmente la porción central de la sima ha sufrido importantes cambios, según se comprobó durante el descenso efectuado en 1952. Efectivamente, durante el período de tiempo transcurrido entre ambas exploraciones ha tenido lugar un importante proceso clástico (47) en el conjunto S45W: los materiales descendieron por la chimenea que lo enlaza con el conjunto N20E, cayendo sobre el rellano que existía a -168 m. Este, que era completamente horizontal (comprobado por nosotros) y constituído por roca firme (fué el punto en que vivaqueamos formando parte del equipo de punta, durante la expedición de 1949), ha quedado sepultado bajo una inestable rampa de materiales clásticos de más de 50º de inclinación (comprobado por Assens y Serra, durante la expedición de 1952); mientras que los bloques que no han podido aguantarse en la rampa han caído por el tercero y cuarto pozo, quedando acuñados entre sus paredes. Este proceso clástico cierra pues, en la actualidad, la historia evolutiva del Avenc de la Ferla, aunque es probable que las aguas que absorbe el sumidero cuando entra en actividad, vayan arrastrando.lentamente los bloques hacia el fondo, ya que se hallan bajo la vertical de la gran cascada de 45 m. que se forma en tales ocasiones.

3) AVENC DE LA RIERA (-70 m.) (B-01. 01. 56).

La boca de esta sima se abre en el mismo talweg de la Riera de Begas, que es la más importante de cuantas se desarrollan en el macizo de Garraf: es por ello que se trata, sin duda, del sumidero que entra más frecuentemente en actividad.

Actualmente la abertura resulta impracticable debido a la acumulación de materiales arrastrados por las aguas: intentamos una desobstrucción, pero tuvimos que abandonar la empresa debido a la presencia de unos enormes bloques imposibles de mover.

Según comunicación verbal del bioespeleólogo profesor Español, Conservador del Museo de Zoología de Barcelona, que efectuó la exploración de la sima cuando ésta era aún penetrable, la misma constaba de un único pozo (al que el catálogo de Termes (55) atribuye -70 m.), cuyo fondo se hallaba ocupado por indeterminado espesor de barro fluído.

III.—ESPELEOMETEOROLOGIA

a) Mediciones térmicas e higrométricas

En la tabla que incluímos a continuación se exponen todos los datos registrados en las cavidades del Plà de les Basses (zona de absorción superior), sin otra finalidad que contribuir a la estadística para la definición del microclima de las simas de la mencionada region.

En las cavidades de los valles limitantes, y debido a sus exiguas dimensiones, no se realizó ninguna medición, con la sola excepción de la Cova Fosca, en cuya cámara final se registraron los siguientes datos: t.º=16°C, Hr=93 por 100 (12-3-1950).

No reportamos ningún valor correspodiente a las formaciones espeleológicas que hemos descrito no pertenecientes a la zona de estudio, ya que serían datos aislados sin ningún valor, y además han sido ya publicados anteriormente (39) (41). (De la rama lateral del Avenc de l'Escarrà no poseemos ninguna medición, pues se perdieron por la causa ya citada).

b) Aerocirculación

Aparte la barocirculación, que se manifiesta con mayores o menores valores, según sea la relación volumen/superficie boca (44), en todos los abismos del Plà de les Basses (con extraordinaria intensidad, y debido precisamente al valor de V/Sp, en el Avenc de la Sibinota), no se observa otro tipo de circulación del aire (7) (8)

CAVIDAD	PROFUN- DIDAD	ILUMINACION	AIRE	HORA Y FECHA	TEMPE- RATURA	HUMEDAD RELATIVA	SITUACION
Avenc de la Llosa	—9 m.	Luz	DES	14 h (26-1-49)	15°C	94 °/ ₀	Fondo del primer pozo
Avenc de l Marianet	- 22 m. - 15 m.	Obscuridad Luz	VIDAD	14 ¹ / ₂ h id. 11 h id.	14°C	96 º/o	Rellano
Avenc de les Nou Boques	- 25 m 18 m.	Obscuridad Luz	S CAV	$11^{1}/_{4}$ id. $15^{1}/_{2}$ (1-11-51)	14°C 14°C	96 °/ _o 93 °/ _o	Fondo de la sima Rellano
Avenc de la Siboneta	-41 m. 0 m.	Penumbra —	AS LA	15 ⁸ / ₄ id. 10 h (3-4-49)	14,5°C 18°C	95 °/ _o 65 °/ _o	Fondo de la sima Exterior (sombra)
butto	0 m 109 m.	— Obscuridad	TOD.	id.	19°C 15°C	99 °/0	id. (sol) Fondo de la sima (centro de la planta)
the bit	— 109 m. — 109 m.	id.	A EN	id.	14,5°C 14,5°C	Part,	id. (grieta en la pared roca-caliza)id. (grieta en la pared concreciones)
1001	—110 m.	id.	ALM	13 ¹ / ₂ h (3-4-49)	15,5°C	Okypus F resurk	id. (arcilla+murciéla guins a 3 cm. de profundidad)
2000	in the second		O	E 1 2 5	odge 1) h	Kiteria Kiteria Managa	September 1

(56) (58); aunque es probable que, en lo más frío del invierno, algunas presenten termocirculación en saco de aire (42).

c) Estratificación térmica y altimetría

La mayoría de las grandes simas del macizo de Garraf presentan una activa termocirculación (44), correspondiendo la entrada de las mismas a la boca caliente del sistema (41) (42) (tal es el caso del descrito Avenc de la Ferla): es por ello que no son aptas para la realización de investigaciones sobre estratificación térmica (18) (32) (44) o altimetría subterránea (9) (10) (19) (49).

Mediante una serie de observaciones previas, llevadas a cabo durante la temporada más calurosa, con fuertes diferencias térmicas exterior-interior, llegamos a la conclusión de que el Avenc de la Sibinota no presentaba el menor indicio de funcionar en tubo de viento, por la cual cosa, así como por su considerable profundidad (-114 m.), fué escogido para realizar el trabajo anteriormente citado. Precisamente el día en que íbamos a llevar a cabo las mediciones se presentaba óptimo para ello, ya que la presión atmosférica se hallaba estabilizada desde hacía más de 96 h, existiendo por lo tanto un perfecto equilibrio interior-exterior sin la menos muestra de respiración (44).

Desgraciadamente no se pudo efectuar el trabajo previsto, ya que el mal funcionamiento de la instalación nos obligó a emplear todos nuestros esfuerzos en poder salir de la sima, no realizándose las mediciones de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica que, cada 15 m., pensábamos efectuar sobre la gran vertical.

Es por ello que no podemos aportar otras mediciones que las efectadas en los puntos extremos, que permiten efectuar una sóla comparación entre profundidad real y calculada.

Exterior:	Interior:
t.° = 18°C	t.° = 15°C
Hr = 65 por 100	Hr = 99 por 100
Pa = 743,75 mm.	Pa = 751,50 mm.
Company of the contract of the	ma) = 41° 17' 30'' 350 m 241 m. = 109 m.

Con los datos de la tabla puede fácilmente efectuarse la comparación de los diferentes métodos (Saint Robert, Laplace, Radau, Noir, etc.) (44). Es posible que se realice un nuevo descenso al Avenc de la Sibinota, a fin de concluir la investigación anterior (ya que la sola comparación referida a dos únicos puntos presenta escaso valor) y levantar la curva térmica en función de la profundidad.

IV.—EDAD DE LAS FORMACIONES ESPELEOLOGICAS DEL PLA DE LES BASSES Y COMPARACION CON LA DE OTRAS SIMAS QUE HEMOS ESTUDIADO EN EL MACIZO DE GARRAF

a) Edad de las cavidades del Plà de les Basses

Teniendo en cuenta la clasificación de Llopis Lladó, que sistematiza los aparatos kársticos en relación con el relieve prekárstico, el macizo de Garraf presenta un típico Karst de relieves policíclicos (31). Hace ya algunos años que el citado autor puso de manifiesto la existencia de dos ciclos kársticos en el macizo (28): una karstificación antigua, inmediatamente post pontiense, desarrollada sobre la primitiva superficie de erosión y una karstificación más moderna, seguramonte cuaternaria (30). En un trabajo más reciente (31), expone que «en mis últimas investigaciones so-

bre este macizo distinguía por lo menos dos ciclos kársticos, separados por una fase de erosión epígea; pero es casi seguro que las fases de karstificación han sido tres, posiblemente más».

En nuestras investigaciones llevadas a cabo en la zona que se extiende al E. del Puig de la Morella (594 m.), entre éste y el mar Mediterráneo, pusimos ya de manifiesto la existencia de formaciones pertenecientes al ciclo de karstificación francamente cuaternario—dolinas, uwalas y simas del Plà del Campgràs (40)—, y de formaciones pertenecientes a un ciclo que consideramos intermedio entre el citado y el inmediatamente post-pontiense, y que datamos como perteneciente a las postrimerías del Plioceno o albores del Pleistoceno simas y talweg hipógeo fósil del Fondo de les Tarradelles.

Veamos la posición que corresponde a las simas del Plà de les Basses.

- I) El Avenc de la Llosa y el Avenc del Marianet no ofrecen ninguna duda en cuanto a su posición, ya que su típico carácter de sima residual (28), hace colocarlas en el ciclo post-pontiense.
- II) El caso del Avenc de la Sibinota es algo más complejo, ya que su carácter de cavidad inversa (35), no pudiéndose precisar si el sistema de husos subsiste totalmente o no, hace dudosas las relaciones de la sima con los efectos de la erosión epígea. No obstante, ya indicamos que es probable que la formación estuviera relacionada con alguna gran dolina o sistema de dolinas hoy totalmente arrasadas por la erosión normal, que ha dejado colgada a la sima. Es por ello que la colocamos en el mismo ciclo que las citadas anteriormente.
- III) Es evidente que el Avenc de les Nou Boques no pertenece al ciclo post-pontiense. Como ya citamos se trata de una sima de lapiaz, y aunque es muy verosímil que en la época de su génesis la formación lenar estuviera algo más desarrollada que en la actualidad, lo más probable es que se extendiera a un nivel poco superior al actual. En efecto, la zona de tales simas formada por varios conductos suele ser escasamente desarrollada en sentido

vertical; luego su subsistencia indica que actualmente nos hallamos en presencia del mismo lapiaz a que debe su origen. Siendo cuaternarios todos los fenómenos kársticos epígeos del Plà de les Basses, y aunque el referido campo de lenar se halle bastante degradado en comparación con las vigorosas formaciones similares del Plà del Campgràs, colocamos el Avenc de les Nou Boques en el ciclo francamente cuaternario.

b) Comparación con otras simas del macizo

De todo cuanto hemos dicho, puede apreciarse que mientras las porciones extremas de la superficie de erosión pontiense (Plà del Campgràs, borde S. del Plà de les Basses) presentan formaciones hipogeas pertenecientes al ciclo de karstificación cuaternario, la porción central de la misma (Plà de les Basses) no possee más que simas correspondientes al ciclo post-pontiense. Por otra parte, y como ya expusimos en nuestro trabajo sobre la tal zona, los abismos que se abren en el Fondo de les Tarradelles (46) pertenecen al ciclo de albores del Cuaternario fines del Plioceno: o sea que en un área notablemente reducida, tenemos típicos representantes de los tres ciclos de karstificación citados.

Si observamos la situación topográfica de todas las simas descritas en el presente trabajo, y en los ya citados sobre el Plà del del Campgràs (40) y el Fondo de les Tarradelles (46), veremos que los individuos pertenecientes a los diferentes ciclos, ocupan características posiciones respecto a la morfología externa. I) Las formaciones típicas pertenecientes al ciclo inmediatamente postpontiense, son las tantas veces citadas simas residuales, descritas por primera vez por Llopis Lladó (28), que se encuentran colgadas, decapitadas por la erosión epigea, hallándose a menudo en las cumbres de la gipfelflur pontiense. II) Las simas correspondientes al ciclo de postrimerías del Plioceno albores del Pleistoceno, es corriente se hallen situadas en los «fondos», pero colgadas sobre el actual talweg de los mismos, a veces con fuertes desniveles. III.) Las cavidades que pertenecen al ciclo francamente cuaterna-

rio, abren por lo regular sus bocas en el fondo de bien conservadas dolinas o uwalas, en las fisuras de los actuales campos de lapiaz, que pueden ocupar posiciones varias respecto a la morfología del lugar, en el mismo talweg de las rieras que funcionan actualmente.

Basándonos en lo anteriormente expuesto, y en el estudio de la madurez espeleomorfológica y evolución de las mismas, hemos realizado una comparación entre las simas radicadas en Plà de les Basses—Plà del Campgrà—Fondo de les Tarradelles y las restantes formaciones que hemos explorado en el macizo de Garraf. De tal comparación ha resultado que todas ellas se situaban en alguno de los tres ciclos considerados, por lo que, a nuestra manera de ver, estos representan todas las fases de la historia de la karstificación del macizo durante el Plioceno y el Cuaternario.

A manera de ejemplo incluimos una tabla de las cavidades que hemos explorado al S. de las rieras de Begas y Olesa (zona B-01. 01 del catálogo de Termes (55), ya que la relación de todas las simas exploradas por nosotros en el macizo alargaría inutilmente la lista.

Como puede observarse en la misma, y con la única excepción del Avenc de la Sibinota (-114 m.), todas las grandes simas datan del segundo ciclo: algunas quedaron colgadas y muertas posteriormente, tal como ocurre con el Avenc del Bruc (-125 metros) (37) (39); otras fueron rejuvenecidas funcionando en la actualidad, como ocurre con el Avenc de la Ferla (-209 m.) (41) y el Avenc de l'Escarrà (-165 m.) Por otra parte, el único gran abismo que hemos explorado fuera de la zona B-01. 01 (55), el Avenc dels Esquirols (-202 m.) (42) (zona B-01. 03), puede colocarse asimismo en el segundo ciclo kárstico.

Ello es natural por cuanto las cavidades pertenecientes al último ciclo no han alcanzado aún su máximo desarrollo (simas del campo de dolinas del Plà del Campgràs), mientras que, por el contrario, las pertenecientes al ciclo inmediatamente post-pontiense se hallan decapitadas por la erosión epigea (simas del Plà de !es Basses y de la Serra de les Agulles): luego las únicas que aparecen

NOMBRE DE LA SIMA	NUMERO	PROFUNDIDAD	1.0	2.°	3.º
Avenc de la Troneda	B-01.01.46	—43 m.		_	
Avenc del Clos	B-01.01.42	—28 m.	k 1 <u>56,</u> 31		
Avenc de Sant Roc	B-01.01.50	—36 m.	lu plàs	4-3	A .
Avenc del Bruc	B-01.01.31	—125 m.	100	50 4	Land
Avenc de les Farradelles	B-01.01.16	—28 m.	uind) <u> —</u> rei	2831 10
Avenc del Cayetano	B-01.01.19	—33 m.	91 pe		17743
Avenc de l'Escarrà	B-01.01.83	—165 m.			-(*)
Avenc del Vallés	B-01.01.18	—36 m.	HICHES	_	
Avenc de Puigmoltó	B-01.01.52	-26 m.	9200		
Avenc del Tabac	B-01.01.49	-4 m.	A223 1	-	
Avenc II de l' Arcada	B-01.01.17	—70 m.	5.50	-	
Avenc de la Papellona	B -01.01.09	—12 m.			_
Avenc del Carol	B-01.01.10	-28 m.	31957	800	_
Avenc del Campgrás	B-01.01.08	—19 m.	n nez	e st sa	1000
Avenc de la Fragata	B-01.01.07	-30 m.	0110 3		
Avenc Gustems	B-01.01.22	—8 m.	CONCERN OF	1	_
Avenc del Marianet	B-01.01.21	-26 m.	- Table 1		
Avenc de la Llosa	B-01.01.23	-23 m.	74.75	11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	ar and a
Avenc de la Sibinota	B-02.01.04	-114 m.	-		
Avenc de la Ferla	B-01.01.60	-209 m.	e signi	0 to 0	- (*)
Avenc de l'Infern	B-01.01.28	-20 m.	(* *)	.0× A	1000
Avenc Damians	B-01.01 24	—11 m.	102 0	ic Tr ans	T sml
Avenc de les Nou Bogues	B-01.01.03	-42 m.	ni na	desimi	/ - 1s
Avenc del Vertex	B-01.01.89	-4 m.	1 502 3		-

^{1.}º = Ciclo de karstificación inmediatamente pos-pontiense.

(Los trazos indican correspondencia).

^{2.}º = » » postrimeías Plioceno albores Pleistoceno.

^{3.° = » »} francamente cuaternario.

^{(*) —} Sima rejuvenecida, cuyo activo funcionamiento abarca dos ciclos.

^{(**) —} Es posible que esta sima sea el representante de un proceso de karstificación anterior a los descritos (43).

completas, y en fase de madurez, son las correspondientes al segundo ciclo.

a) Cantidad de aguas absorbidas

Para el cálculo de la cantidad de aguas absorbidas anualmente por la zona del Plà de les Basses, y por las razones ya indicadas en nuestro trabajo sobre el Plà del Compgràs (40), nos basaremos únicamente en las observaciones pluviométricas realizadas en Begas, durante el período 1928 1933 (14), aunque es evidente que resultan insuficientes.

1929		520,3	mm.
1930		639,4	mm.
1931		100000000000000000000000000000000000000	DAND T. A
	····		mm.

Lo que representa una media anual de 792,3 mm. Considerando que la zona abarca aproximadamente 1.100.000 metros cuadrados, vemos que la cantidad de agua recibida anualmente es de 871.530.000 litros. Considerando que la región presenta una notable horizontalidad y fuerte fisuración, podemos suponer que se absorbe un 15 por 100 de las aguas recibidas, con lo que éstas alcanzan un valor de 130.730.000 litros.

Para cuanto vamos a tratar, es interesante recordar que en nuestro trabajo sobre la zona del Plà del Campgràs (40), calculamos en 30.571.000 litros la cantidad de agua absorbida por la misma. También será interesante considerar, aunque en forma sólo aproximada y tomando un porcentaje de absorción del 10 por 100, el valor de las aguas infiltradas en las regiones colindantes de Plà del Carol, Creu d'Aragalls, Plà de Senyal, etc., que se eleva a unos 1.340.500.000 litros.

b) Camino seguido por las aguas absorbidas

Teniendo en preparación un trabajo sobre las resurgencias submarinas de las Costas de Garraf, con el que cerraremos nuestros estudios sobre la zona del macizo comprendida entre el polje de Begas y el mar Mediterráneo, no haremos aquí más que exponer someramente algunas ideas que serán desarrolladas ampliamente en el trabajo mencionado.

1) Circulación actual.

Como ya indicamos, todas las resurgencias situadas en los «fondos» y valles que rodean el Plà de les Basses se hallan muertas; por lo tanto las aguas absorbidas en la zona de la superficie de erosión, no aparecen en ninguna de las formaciones espeleológicas radicadas en sus límites. Estas aguas deben seguir el mismo camino que asignamos a las del Plà del Campgràs (40), o sea que, a favor del buzamiento, se dirigen al SW., alcanzando, en conjunto, más de 161 millones de litros.

Pero esta dirección lleva la circulación hídrica por debajo de las zonas colindantes de Plà del Carol, Plà de Senyal, etc., cuyas aguas se orientan igualmente al SW., siguiendo todas el mismo camino, con lo cual el volumen hídrico que se dirige en dirección al mar sobrepasa los 1.500 millones de litros. Sin embargo, esta considerable cantidad de agua representa sólo una pequeña fracción de la circulación hipógea que se dirige hacia el Mediterráneo, pues aparece enormemente incrementada por las aguas absorbidas por el polje de Begas y aún por las pequeñas muestras de circulación hipógea de tipo torrencial, que hemos descrito al tratar de las simas de l'Escarrà, de la Ferla y de la Riera.

En las abruptas Costas de Garraf, a unos 700 m. al ENE. de Penya Roja y a unos 500 m. al SW. de Punta la Plana, se abre, bajo el «turó» de su mismo nombre, una importante resurgencia: La Falconera. Se trata de una cavidad de unos 60 m. de longitud (se halla además en relación con unos 300 m. de galerías artificiales), que termina en un gran sifón, cuyos intentos de forzamiento con escafandra autónoma han fracasado hasta el presente. El agua del mar invade las galerías, de manera que, salvo en las épocas de grandes avenidas de la resurgencia, las aguas son notablemente salobres,

Su régimen es muy irregular, pues si bien en sus máximas crecidas las arcillas arrastradas por el agua se aprecian en el mar hasta una zona bastante alejada de la costa, presenta, por el contrario, períodos de total inactividad que se prolongan, a veces, durante varios meses: en tales casos llegan a registrarse corrientes de difusión provocadas por las diferencias de salinidad.

Es evidente, por lo tanto, que La Falconera no es el único punto en que reaparecen las aguas absorbidas de que hemos tratado, cosa que se ve corroborada por la existencia de diversas resurgencias submarinas. No insistiremos más aquí sobre el funciona-

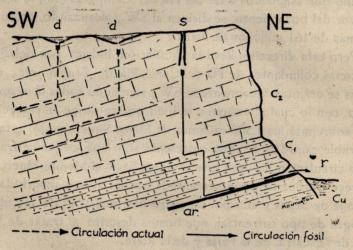


Fig. 11.—Esquema de la circulación actual y fósil, en el borde NE. del Plà de les Basses (d-dolina. s-sumidero. r-resurgencia. C₂-calizas aptienses con *Matheronia*. C₁-calizas dolomitizadas. Cu-cuaternarios. Ar-Capa arcillosa).

miento de este aparato y los problemas que implica, dejando su exposicion para el trabajo que ya hemos mencionado sobre las resurgencias de las Costas de Garraf.

II) Circulación fósil.

Según hemos expuesto, la dirección de la circulación hipógea actual viene condicionada, en sus grandes líneas, por el sentido

del buzamiento; por otra parte, en nuestro estudio sobre el Fondo de les Tarradelles (46), pusimos de manifiesto que la circulación en aquella zona, correspondiente al ciclo de karstificación intermedio, seguía asimismo idéntico sentido. La inexistencia de resurgencias muertas que guarden proporción con la amplia zona de absorción superior, en los límites orientales del Plà de les Basses, pone de manifiesto que el sentido que seguían las aguas durante el ciclo post-pontiense era asimismo el SW.

Nos hemos referido al sentido de escurrimiento en líneas generales, pero es evidente que existían sistemas aislados en los que el agua circulaba en direcciones diferentes: a estos diversos sistemas pertenecen las resurgencias localizadas en los valles que delimitan el Plà por sus porciones orientales.

El más importante fué, sin duda, aquel cuyas aguas resurgían en la Cova Fosca. Su zona de absorción se localizaba en los bordes E. de las regiones superiores, y la circulación hipógea, de tipo torrencial, seguía un sentido diametralmente opuesto al del buzamiento, caso ya comprobado en otros importantes sistemas hidrogeológicos (24) (59) (61).

Caso semejante, aunque de mucha menor importancia, era el de la Cova Bonica, que representa los restos del tramo de conducción vertical (pozo campaniforme) del aparato. Mucho más restringidos aún son los sistemas de la Cova del Mussol y de la Cova del Single: la zona de absorción de la primera venía representada por los campos de lapiaz que se desarrollan en el borde oriental de la superficie de erosión, y la segunda no es más que el colector de las aguas infiltradas por una amplia diaclasa que se desarrolla, según su misma dirección, hasta alcanzar el borde superior.

VI.—CONCLUSIONES

- 1.—En toda la zona del macizo de Garraf comprendida entre el macizo de La Morella y el mar Alediterráneo, la circulación bipogea actual, que sobrepasa los 1.500 millones de litros anuales, sigue el sentido SW., o sea el mismo que el buzamiento de las calizas.
- 2. Estas aguas confluencian con las provenientes del polje de Begas, que representan un volumen muy superior, reapareciendo todas ellas en las múltiples resurgencias existentes en las Costas de Garraf.
- 3.—En las zonas periféricas del Plà de les Basses existen algunos aparatos kársticos localizados, que indican que la circulación hipogea fósil siguió, en algunos puntos, un sentido diametralmente opuesto al de la circulación hídrica actual.
- 4.—Teniendo en cuenta nuestras investigaciones—principalmente en las zonas de Plà del Campgràs, Fondo de les Tarradelles y Plà de les Basses—, así como los estudiss de otros autores sobre el macizo, se ban sucedido, a nuestro modo de ver, tres ciclos en la karstificacion plioceno cuaternaria del mismo: el primero sería inmediatamente post-pontiense, el segundo correspondería a las postrimerías del Plioceno, albores del Pleistoceno, y el tercero sería francamente cuaternario. Parece ser que existió un ciclo anterior a todos los citados, cuyo único testigo altual, que conozcamas, es el Avenc de l'Infern, situado cerca del vértice de La Morella.
- 5. Las simas existentes en la porción central de la superficie de erosión pertenecen al ciclo de karstificación post-pontiense, mientras que las formaciones situadas bacia el borde de la misma, que domina la Canal Negre, pertenecen al ciclo francamente cuaternario.
- 6.—La espeleogénesis de las formaciones del complejo de absorción, presenta las siguientes particularidades: a) El Avenc de la Llosa y el Avenc del Marianet son típicas cavidades directas, campaniformes, erosionadas en conducción libre. El Avenc de les Nou Boques se presenta como una sima de lapiaz; y, c) El Avenc de la Sibinota ofrece un muy característico desarrollo fusiforme, que pone de manifiesto su condición de cavidad inversa.
- 7.—El Avenc de la Riera, el Avenc de la Ferla y el Avenc de l'Escarrà son los únicos sumideros activos del macizo de Garraf, presentando el último de ellos una característica zona de meandros terminales, y constituyendo todos ellos una muestra de la circulación bipogea actual, de tipo torrencial.

RÉSUMÉ

On essaie d'étudier la circulation souterraine dans les calcaires aptiens du massif de La Morella. Les pendages sont en général vers le SW. et les eaux souterraines suivent le même sens. Le volume d'eau circulant est supérieur aux 1.500 millions de litres par an.

En profondeur ces eaux sont augmentées par d'autres courants souterrains, et surtout par les eaux absorbées dans le poljé de Begues. Les surgences presque toutes sous-marines, se font au long de la côte de Garraf.

La circulation ancienne à eu lieu à certaines époques vers la NW.

On est d'accord avec Llopis sur les cycles de karstification de cette région développé en trois étapes depuis le début du pliocéne juaqu' au quaternaire. On y trouve encore un cycle plus ancien prés du sommet de La Morella.

On systématise les avens de cette région suivant les idées de Maucci, en cavités directes, inverses et avens de lapiaz. Les avens absorbants actuels sont peu nombreux. On n'en connaît que trois dans tout le massif et encore ont-ils un régime torrentiel.

SUMMARY

A study of the subterranean circulatory system in the aptian limestone of the La Morella massif. The dips are generally towards the SW. and the subterranean waters follow the same direction. The volume of circulating water amounts to over 1.500 millions litres per year.

These waters are increased in depth by other subterranean currents, particularly water absorbed in the Begues polje. The points of emergence, which are almost all submarine, are situated along the Garraf coast.

In former times, the circulation, during certain periods, was towards the NW.

It is agreed, with Llopis, that the karstification cycles in this region developed in three stages during the period from the beginning of the pliocene to the quaternary. A still older cycle can be discerned near the summit of La Morella.

The avens of this region can be classified according to the theories of Maucci in direct, and inverse cavities, and lapiaz avens. There are few absorbing avens today, three only being known in the entire massif, and these, furthermore, torrential in type.

the Paris a title some per neitheress that is no continue the

BIBLIOGRAFIA

- (1) Amat i Carreras (R.). «Sota el Massís de Garraf. Campanya de 1923». But. C. E. C., núm. 351, 29 pp., 7 figs., 4 láms. Barcelona 1924.
- (2) Amat i Carreras (R.). «Sota el Massís de Garraf. Campanya de 1924». But. C. E. C., núms. 363, 364, 35 pp., 9 figs., 8 láms. Barcelona 1925.
- (3) Amat i Carreras (R.). «Sota el Massís de Garraf. Campanya de 1925 1928». Ed. Hel. Barcelona 1939.
- (4) Anelli (F.). «Osservazioni di meteorología ipógea nelle grotte di Castel Lueghi presso Postumia». Le Grotte d'Italia, se. 2.ª, vol. V, 32 pp., 2 figuras, 6 tab. Trieste 1944.
- (5) Boegan (E.) «L'Abisso di Verco presso Canale d'Isonzo». Le Grotte d' Italia, anno II, núm. 4, pp. 153-159, 1 fig., 1 pl., 5 fots. Trieste 1928.
- (6) Boegan (E.). «Le piú profonde cavità sotterranee del mondo» Le grotte d'Italia, anno II, núm. 4, pp. 161, 103, 10 figs., 2 fots. Trieste 1928.
- (7) Crestani (G.). «Ricerche e studi di meteorología ipogea nelle Grotte di Postumia. Nota Preliminare sulla circolazione dell'aria». Atti 1.º Congresso Speleol. Naz. 133 pp. Trieste 1953.
- (8) Crestani (G.). e Anelli (T.). «Ricerche di meteorología ipogea nelle Grotte di Postumia». Pubb. 143 dell'Uff. Idr. Magistrato alle Acque di Venezia, mem. III Ist. Ital. Speleol. Serie Geol. Geof., 162 pp., 10 teb. Venezia 1939.
- (9) Cheba (G.). «Brevi note di altimetría aneroidica degli abissi naturali». Le Grotte d'Italia, ann VI, núm. 3, 9 pp., 5 tab., 1 fig. Trieste 1932.
- (10) Cheba (G.). «Ancora sull'altimetría aneroidica degli abissi naturali». Le Grotte d'Italia, anno VII núm. 1, 1 pp. Trieste 1933.
- (11) Chevalier (P.). «Distinctions morphologiques entre deux types d'erosion

- souterraine». Revue de Geographie alpine, T. XXXII, fasc. 3, pp., 475-486, 4 figs., 4 pl. Lyon 1944.
- (12) Chevalier (P.). «Le reseau souterrain de la Dent de Crolles», Annales de Spéléologie, T. I, fasc. 1, pp. 15-29, 4 figs. París 1946.
- (13) Dujardin-Weber (E.), «Sur quelques anomalies quant a la formation des concretions calcaires excentriques«. Actes du premier Congrés National, de Spéléologie. Nimes 1939.
- (14) Fabré (7.). «Régim de plujes a Catalunya durant el periode 1912-1933». Servei Meteorológic de Catalunya. Barcelona 1934.
- (15) Faura i Sans (M). «Recull espeleológic de Catalunya». Sota Terra I Ed. C. M., pp. 1-26. Barcelona 1909.
- (16) Faura i Sans (M.). «Espeleología. Coves i avenchs de Catalunya». Geografía general de Catalunya, pp. 249-278, 4 figs., 6 fots. Barcelona 1909.
- (17) Faura i Sans (M.). «La espeleología de Cataluña». Bol. de la R. S. E. de Hist. Nat., T.. VI, mem. 6.ª, pp. 425-591, 30 figs., 17 láms. Madrid 1910.
- (18) Feruglio (ε.), «Il Bus de la Lum nell 'altipiano del Cansiglio». Le Grotte d'Italia, anno III, núm. 3, 9 pp., 7 figs., 3 fots. Trieste 1929.
- (19) Feruglio (ε.). «A propósito di altimetría barométrica nelle voragini». Le Grotte d'Italia, auno VI, núm. 4, 3 pp., 2 tab. Trieste 1932.
- (20) Font i Sagué (N.). «Les reservoirs d'Ardegna». Spelunca, T. III, núm 12 p. 203. París 1897.
- (21) Font i Sagué (N.). «Un descobriment espeleológic: teoría de la Font d'Armena». But. C. E. C., año VIII, núms. 45 46-47. Barcelona 1898.
- (22) Font i Saguè (N.). «La Font d'Armena. Catalogne». Spelunca, T. V, número 17, pp. 23-29. París 1899.
- (23) Font i Sagué (N.). «Excursió espeleológica a la Baronía d'Aramprunyà. But. C. E. C., año IX, núms. 5-7-8. Barcelona 1899.
- (24) Gèze (B.), Cailar (J. du) et Bournier (A.). «L'Event des Rognès». Annales de Spéléologie. T. VII, fasc. 2, pp. 67-77, 3 figs. París 1952.
- (25) Jvancich (A.). «Note sull 'Abisso Bertarelli in Istria». Le Grotte d'Italia, anno I, núm. 2, pp. 35-37, 1 fig., 1 fot. Trieste 1927.
- (26) Laures (M.). «Explorations souterraines dans l'Herault». Annales de Spéléologie, T. II, fasc. 4, pp., 223-249, 6 figs. París 1947.
- (27) Llopis Lladó (N.). «Avenc del Caietà». Sota Terra II, Ed. C. M. B., Soc. de Ciencias Naturales, pp. 83-89, 1 fig., 2 láms. Barcelona 1935.
- (28) Llopis Lladó (N.). «Morfología y hidrología de la parte oriental del macizo cárstico de Garraf». Estudios Geográficos, núm. 4, pp., 413-466, 13 figs., 4 láms. Madrid 1941.
- (29) Llopis Lladó (N.). »Sobre las posibilidades de aplicación al estudio es-

- tructural de los métodos de microtectónica». Bol. da Sociedade Geológica de Portugal, Vol. IV, fasc. 1-2. 1944.
- (30) Llopis Lladó (N.). «Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides». Pub. del C. S. de I. C., 372 pp., 40 figs., 32 láminas. Barcelona 1947.
- (31) Llopis Lladó (N.). «Sobre algunos principios fundamentales de morfología e hidrología cárstica». Estudios Geográficos, año XI, núm. 41. pp. 643-679, 7 figs., 4 láms. Madrid 1951.
- (32) Marchetti (M.). «La Vestriccia e l'Abisso Enríco Revel nelle Alpi Apuane». Le Grotte d'Italia, anno V, núm. 4, 9 pp., 1 fig., 6 fots., 1 tab. Trieste 1931.
- (33) Martel (E. A.). «L'evolution souterraine». Flammarion, 388 pp., 80 fi5uras. París 1908.
- (34) Martel (A. E.). «Nouveau traité des eaux souterraines». Doin Ed., 838 pp.. 382 figs. París 1921.
- (35) Maucci (W.). «L'Abisso di Opicina Campagna». Rassegna Speleológica Italiana, anno II, fasc. 1-2, pp. 11-18, 2 figs. Como 1950.
- (36) «Memoria explicativa de la hoja número 448, Gavá». Mapa Geológico de España a 1: 50.000. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid 1932.
- (37) Montoriol Pous (J.). «Avenc del Bruc». Boletín del C. M. B., Sociedad de Ciencias Naturales, pp. 388-389, 1 fig. Barcelona 1948.
- (38) Montoriol Pous (J.). «Avenc de l'Escarrà». Boletín del G. M. B., Sociedad de Ciencias Naturales, pp. 399-401, 1 fig. Barcelona 1948.
- (39) Montoriol Pous (J.). «Estudio geoespeleológico de dos simas en el macizo de Garraf». Speleon, T. I, núm. 1, pp. 39-53, 39-53, 3 figs. Oviedo 1950.
- (±0) Montoriol Pous (J.). «El campo de dolinas del Plà del Campgràs». Speleon, T. I, núm. 2, pp. 23-39, 5 figs. Oviedo 1950.
- (41) Montoriol Pous (J.). «Estudio geoespeleológico de la sima de La Ferla». Pirineos, año VI, núms. 15-16, pp. 217-228, 1 fig., 4 fots. Zaragoza 1950.
- (42) Montoriol Pous (J.). «Resultado de las observaciones espeleometeorolócas realizadas durante la exploración de la sima de los Esquirols». Speleon, T. I, núms. 3-4, pp. 177-186, 1 fig., 2 tab. Oviedo 1950.
- (43) Montoriol Pous (J.). «Nueva sima en el Macizo de Garraf». Speleon, T. II, núm. 1, pp. 47-49, 1 fig. Oviedo 1951.
- (44) Montoriol Pous (7.). «Meteorología hipogea». Urania, año XXXVI, número 228, pp. 225-246, 14 figs. Tarragona 1951.
- (45) Montoriol Pous (J.). «Los procesos clásticos hipogeos». Ressegna Speleológica Italiana, anno III, fasc. 4, pp. 119-129, 7 figs., 10 fots. Como 1951.

- (46) Montoriol Pous (J.). «Estudio hidrogeológico del Fondo de les Tarradelles». Speleon, T. III, núms. 1-2, pp. 3-31, 7 figs., 2 láms. Oviedo 1952.
- (47) Montoriol Pous (J.). «Resultado de nuevas investigaciones sobre los procesos clásticos hipogeos». Rassegna Speleológica Italiana, Como, en publicación,
- (48) Moore (G. W.). «The origin of helictites». American Association for the advencement of Science, 7 pp. Philadelphia 1951.
- (49) Noir (J,). «Altimétrie barométrique souterraine». Grottes et Gouffres, núm. 2, p. 18. París 1948.
- (50) Porta (J.). «Excursions espeleológiques al Massís de Garraf». But. C. E C. T. XLIV. Barcelona 1934.
- (51) Prinz (W.). «Les cristallizations des grottes de Belgique». Hayez, 90 pp., 143 figs. Bruxelles 1908.
- (52) Segre (A. G.). «I fenomini carsici e la speleologia del Lazio». Pubblicazioni dell'Instituto di Geografía dell'Università di Roma, 239 pp., 36 figuras, 1 pl., 8 láms, Roma 1948.
- (53) Stenta (M.). «Forma e origine delle stalattiti». Le Grotte d'Italia, anno VI, núm. 2, pp. 49-57. Trieste 1932.
- (54) Sutter (R.) et Pittard (J. J.). «Les stalactites excentriques». La Revue Polytechnique, núm. 25 oct., 8 pp., 5 figs. Genève 1944.
- (55) Termes Angles (F.). «Catálogo espelológico de la región de Garraf». Speleon, T. III, núm. 3, pp. 131-146. Oviedo 1952.
- (56) Thomas Casajuana (J. M.a) y Montoriol Pous (J.). «La Cueva del Agua» Speleon, T. II, núm. 1, pp. 5-46, 10 figs., 2 láms. Oviedo 1951.
- (57) Thomas Cusajuana (J. M.a) y Montoriol Pous (J.). «Resultados de una campaña geoespeleológica en la isla de Ibiza». Speleon, T. IV, fasc. 3-4. Oviedo 1953.
- (53) Trombe (F.). «Gouffres et cavernes du Haut Comminges». Travaux scientifiques du C. A. F., II. 80 pp., 28 figs., 12 fots. París 1943.
- (59) Trombe (F.). «Le Gouffre de la Hennemorte». La Nature, núm. 3.148. París 1947.
- (60) Trombe (F.). «Météorologie et hidregeologie souterraines. Application aux massifs d'Arbas et de Paloumère». Annales de Spéléologie, T. II, fasc. 2-3, pp. 99-123, 19 figs. París 1947.
- (61) Trombe (F.). «L'exploration du gouffre de la Hennemorte». Annales de Spéléologie, T. III, fasc. 1, pp. 25-48, 7 figs., 2 láms. París 1948,

Quirópteros de cuevas catalanas: Campaña de 1952-53

POR

El presente trabajo es mi segunda publicación sobre quirópteros de las cuevas de Cataluña. Algunos de los animales recolectados ofrecen interés por su rareza, especialmente los parásitos, algunos de los cuales no creo que se hayan citado en España según mis noticias. Durante el presente curso han sido cinco las cuevas exploradas por los espeleólogos catalanes en las que se han encontrado quirópteros, me limito por el momento, a dar estas cortas noticias y los datos biométricos obtenidos. Agradezco la colaboración de los señores: Ballester, Vicens, Guerra y las señoritas Lacoma y Plana.

FORAT DE LA GUILLA.—Sima explorada por Ballester el 19 de octubre de 1952. Boca situada a 100 m. de distancia del Grau de Traver (Ripoll, Prov. de Gerona) sobre el acantilado a 18 o 20 metros de altura.

Entrada expuesta al SO. Sistema de diaclasas verticales de variadas direcciones en calizas al parecer lutecienses. El recorrido total 180 m. Atmósfera seca al principio, muy húmeda al final. El suelo cubierto de guano a 50 m. de profundidad, lugar donde se

hallaron los tres ejemplares que a continuación se describen. La capa de guano alcanzaba un espesor de 2 cm., en la última cámara, de 20 m. de longitud. Los murciélagos pendían del techo en grupos circulares de unos 30 cm. de diámetro, a 1 m. sobre el suelo.

Rhinolophus ferrum equinum, Schreber. 2 machos, al parecer muy viejos; su pene, muy grueso. Cabeza y cuerpo 55 y 60 mm. Herradura 8,5 y 9 mm. Antebrazo, muy arqueado 56 y 57 mm. Tercer dedo: metacarpiano 34 y 37 mm. 1.ª falange 19 y 18 mm. 2.ª falange 30 y 31 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 39 mm. 1.ª falange 12 y 9 mm. 2.ª falange 17 mm. Quinto dedo: metacarpiano 40 mm. 1.ª falange 13 mm. 2.ª falange 17 y 20 mm. Cola 31 y 32 mm. Tibia 24 y 22 mm. Pié 14 mm. Parásitos: 5 hembras y 3 machos de Nycteribia (Celeripes) biarticulata HERMANN.

Rhinolophus euryale, Blasius. 1 hembra adulta, destacaban los mamelones abdominales. Cabeza y cuerpo 50 mm. Oreja 19 mm. Herradura 6,5 mm. Antebrazo 47 mm. Tercer dedo: metacarpiano 32 mm. 1.ª falange 13 mm. 2.ª falange 26 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 34,5 mm. 1.ª falange 7 mm. 2.ª falange 8 mm. Cola 25 milímetros. Tibia 21 mm. Pié 9 mm. Parásitos: 3 machos y 1 hembra de Nycteribia (Celeripes) biarticulata HERNAM.

ELS FORATS BOFADORS.—Cueva sima, explorada por Ballester el 20 de octubre y el 23 de noviembre de 1952. Situada a 20 m. de la Farga de Babié, en dirección N. Durante la primera exploración se recolectó una hembra de Rhinolophus ferrum-equinum Schreber a 24 m. de profundidad, después de un sifón. En la segunda exploración se recogió un ejemplar de Rh. hipposideros hipposideros, Bechstein, a 3 m. de profundidad y una hembra adulta de Rh ferrum equinum, a 30 m. de profundidad.

Rh ferrum-equinum, Schreber. 2 hembras. Cabeza y cuerpo 55 y 54 mm. Oreja 20 y 21 mm. Herradura 8,5 y 9 mm. Antebrazo 54 y 55 mm. Tercer dedo: metacarpiano 36 y 37 m. 1.ª falange 18 milímetros. 2.ª falange 32 y 30 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 40 mm. 1.ª falange 10 y 12 mm. 2.ª falange 17 y 21 mm. Quinto

dedo: metacarpiano 39 mm. 1.^a falange 12 y 13 mm. 2.^a falange 15 y 17 mm. Cola 29 y 32 mm. Tibia 24 y 23 mm. Pié 12 y 11 milímetros. *Parasitos*: 3 machos y 2 hembras de Nycteribia (Celeripes) biarticulata Hermann.

Rh. hipposideros hipposideros, Bechstein. Macho. Cabeza y cuerpo 25 mm. Oreja 12 mm. Herradura 6,5 mm. Antebrazo 38,5 mm. Tercer dedo: metacarpiano 24 mm. 1.ª falange 12 mm. 2.ª falange 16 milímetros. Cuarto dedo: metacarpiano 26 mm. 1.ª falange 7,5 milímetros. 2.ª falange 12 mm. Quinto dedo: metacarpiano 15 milímetros 1.ª falange 9 mm. 2.ª falange 13 mm. Cola 24 mm. Tibia 19 mm. Pié 6 mm.

AVENC DEL DAVI. – Sima muy explorada y bastante bien conocida. Recientemente visitada por Vicens y colaboradores, se recolectaron al mediodía del 16 de noviembre de 1952, 24 ejemplares de *Miniopterus schreibersi* NATTERER de los muchos que pendían del techo en racimos a 170 cm. del suelo.

La cámara estaba a 60 m. de profundidad, humedad 98 °/o y 9° o 10° C. de temperatura. Completamente oscuro, guano abundante en el suelo, mezclado con fango. La sima se abre en los conglomerados rojos y característicos de Sant Llorens de Munt (Provincia de Barcelona). Junto a M. Schreibersi, Natterer se encontró una pareja de Rhinolophus ferrum-equinum, Schreber.

Rhinolophus ferrum-equinum, Schreber. Un macho y una hembra. Cabeza y cuerpo respectivamente 52 y 50 mm. Oreja 20 y 19 milímetros. Herradura 9 y 8,5 mm. Antebrazo 52 y 54 mm. Tercer dedo: metacarpiano 35 mm. 1.ª falange 17,5 y 18 mm. 2.ª falange 30 y 31 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 39 y 38 mm. 1.ª falange 11 mm. 2.ª falange 19 mm. Quinto dedo: metacarpiano 39 y 40 milímetros 1.ª falange 13 y 14 mm. 2.ª falange 14 mm. Cola 29 y 32 mm. Tibia 24 y 22 mm. Pié 16 y 12 mm. Parásitos: El macho presentaba en la oreja y en la herradura, 6 larvas pequeñas de ácaros blancos, con dos uñas en las patas, éstas más largas que el cuerpo, con bordes pelosos y palpos de algunos ejemplares más

que simplemente bisegmentados. La hembra presentaba un ejemplar hembra de Nycteribia (Celeripes) biarticulata, HERMANN.

Miniopterus schreibersi, Natter. 5 machos y 19 hembras. Cabeza y cuerpo de 45 a 59 mm. Oreja de 7 a 11 mm. Antebrazo de 43 a 47 mm. Tercer dedo: metacarpiano de 39 a 43 mm. 1.ª falange de 10 a 12 mm. 2.ª falange de 29 a 33 mm. Cuarto dedo: metacarpiano de 37 a 40 mm. 1.ª falange de 7 a 9 mm. 2.ª falange de 14 a 18 milímetros. Quinto dedo: metacarpiano de 34 a 37 mm. 1.ª falange de 9 a 11 mm. 2.ª falange de 6 a 8 mm. Cola de 51 a 60 mm. Tibia de 19 a 22 mm. Pié de 8 a 11 mm: Parásitos: En total repartidos en los pelos de los 24 ejemplares 4 machos y 6 hembras de Penicillidia conspicua, Speiser. Algunas de las hembras de este pupíparo eran huéspedes de un ectoparásito hongo laboulbenial: Arthrorbynchus nycteribiae. Peyritsch.

Además se hallaron 19 machos y 60 hembras de Nycteria (Listropodia) schmidli Schiner; gamasidos espinturnicidos pertenecientes al género Spinturnix, quizá Sp myoti Kolenati 1826 (—Pteroptus vespertilionis, Herm): En un macho de Miniopterus, se encontró un anillo marcado con Z 0104, por el «Service central du recherches sur la Migratión» del Museo de Historia Natural de París.

COVA DEL ENCANTAMENT.—Cueva de las cercanías de Altafulla (Prov. de Tarragona). Explorada por Ballester el 16 de marzo de 1953. Se encontró un Rhinolophus ferrum equinum, Schreber, en el fondo de la cueva (a 28 m. de la boca) saliendo de una grieta.

Rhinolopus ferrum-equinum, Schreber. Hembra adulta con las mamas pectorales y del bajo vientre bien desarrolladas. Cabeza y cuerpo 51 mm. Oreja 20 mm. Herradura 9 mm. Antebrazo (muy arqueado) 57 mm. Tercer dedo: metacarpiano 38 mm. 1.ª falange 19 mm. 2.ª falange 30 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 41 milímetros. 1.ª falange 11 mm. 2.ª falange 19,5 mm. Quinto dedo: metacarpiano 40 mm. 1.ª falange 13 mm. 2.ª falange 15 mm. Cola 36 milímetros. Tibia 25 mm. Pié 12 mm. Parasitos: 1 macho de Nycti-

ribia biarticulata HERMANN. 1 ninfa de Ixodes vespertilionis, C. L. Koch. 1844.

AVENC DEL CASTELLET DE DALT.—Sima situada en el término municipal de Sentmenat (Vallés, Prov. de Barcelona) en el Puig la Creu, abierta en los conglomerados nummulítico calizos de Sant Llorens de Munt. Recientemente explorada (14 de junio de 1953) por Jorge Guerra y Pilar Lacoma; al parecer bastante profunda, no se pudo avanzar más allá de los 40 m. pues las emanaciones de anhídrido carbónico, hacían aquella atmósfera irrespirable. Había llovido recientemente y los ejemplares de quirópteros se encontraron a 35 m. de profundidad, pendían a 2 m. del suelo; este fangoso y con guano.

Myotis nattereri Kuhe. Especie poco frecuente en nuestro país, según Cabrera. El ejemplar grande era una hembra, de la que pendía una cría, macho, todavía lactante. Características de la hembre: Cabeza y cuerpo 42 mm. Oreja 15,5 mm. Antebrazo 39 milímetros. Tercer dedo: metacarpiano 37 mm. 1ª falange 14 milímetros. 2.ª falange 11 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 36 mm. 1.ª falange 9 mm. 2.ª falange 6,5 mm. Quinto dedo: metacarpiano 34 milímetros. 1.ª falange 8 mm. 2.ª falange 8 mm. Cola 39 mm. Tibia 16 mm. Pié 9 mm. Parásitos: 1 hembra de Nyctiribia vexata Westuood. 18 ejemplares de ¿Spinturnix myoti? Kolenati 1826 (= Pteroptus vespertilionis Herm).

Datos sobre el macho lactante: Cabeza y cuerpo 34 mm. Oreja 11 mm. Antebrazo 24 mm. Tercer dedo: metacarpiano 14 milímetros. 1.ª falange 4 mm. 2.ª falange 3 mm. Cuarto dedo: metacarpiano 13 mm. 1.ª falange 3 mm. 2.ª falange 3 mm. Quinto dedo: metacarpiano 13 mm. 1.ª falange 3 mm. 2.ª falange 2,5 milímetros. Cola 21,5 mm. Tibia 12 mm. Pié 10 mm. Parásitos: 4 ejemplares de Spinturnix Emyoti? Kolenati, transmitidos seguramente, por contagio materno.

La hembra vivió 48 horas en cautividad y la cría la sobrevivió unas 24. El 15 por la mañana se instalaron en una jaula y la cría no dejó de mamar ni abandonó un solo momento el pecho a la es-

palda materna. Después de breve tiempo de búsqueda del lugar apropiado para descansar, la hembra envolvió a la cría con la clásica disposición del uropatagio, sin embargo esta última se agarraba también al techo de la jaula. Así permanecieron hasta el atardecer, momento en que la hembra abandonó la cría a sus propias fuerzas y erró por la jaula hasta la mañana siguiente. El lactante no dejó de chillar en toda la noche con su grito agudo, penetrante y apenas perceptible. A la mañana siguiente, la hembra se acercó a la cría para la lactación, pero ya no la tomó sobre sí. Horas más tarde murió.

Sección de Fisiologia animal de la Universidad de Barcelona

RÈSUMÉ

On étude les chiroptères trouvés dans des cavernes catalanes, lors de la campagne spéléologique 1952 53. On y donne des données biométriques et les parasites trouvés: pupilares en majeure partie et quelques acares. Dans l'aven du Davi, on a trouvé un mâle de *Miniopterus Schreibersi*, anillé par le «Service Central de Recherches sur la Migration» du Musseum d'Histoire Naturelle de Paris.

SUMMARY

A study of the chiroptera found in Catalonian caves during the 1952-53 speleological season. Details are given of the biometric characteristics of the parasytes encountered, the majority being pupipara, and a few acari. A male specimen of the Miniopterus Schreibersi, which had been ringed by the Central Research Station of the Paris Natural History Museum, was found in the Daví aven.

SECCION DE EXPLORACIONES

ASTURIAS

Exploraciones en las cuevas de Fresnedo. -Se ha realizado por los señores N. Llopis Lladó v Carmelo Alvarez, J. I. Arbide y M. Julivert, una nueva campaña en las cuevas de Fresnedo (Teverga) a fin de explorar un conjunto de sumideros hipogeos abiertos en una de sus galerías Las características de estas cuevas han sido dadas en una reseña anterior. En conjunto están formadas por talweg hipogeos: uno muerto en la actualidad, otro con carácter de tropplein y un tercero activo. Los sumideros citados se encuentran en el talweg muerto y lo relacionan con el talweg hipogeo actual Con dos de ellos se alzó el nivel piezométrico a menos de 40 m.

M. IULIVERT (Oviedo)

Estudios bidrogeológicos en Grado.—En colaboración con Carmelo Alvarez, A. Corujedo, F. C. Gazalla y F. Solana, se ha realizado una campaña en La Mata (Grado) a fin de estudiar los fenómenos hi-

drogeológicos en relación con la cueva de La Xana. Dicha cueva se abre en un valle ciego y es activa en la actualidad. Se observan en ella huellas de una actividad más antigua que dió lugar a un curso más alto que el actual. Ambos cursos están en su mayor parte fusionados en la actualidad por desprendientos de la bóveda. El río resurge después de unos 170 m. de recorrido subterráneo. Cerca del punto de resurgencia existe un sifón de corta longitud. Por su margen izquierda recibe un afluente hipogeo asequible a lo largo de unos 50 m. en relación con otro valle ciego. Existe un elleno antiguo que ha dado lugar a terrrazas hipogeas.

al Rio Ucero, que alicen esce en un ni

M. JULIVERT (Ovied o

SORIA SORIA

Cuevas de la Hoz del río Lobos.—Términos municipales de Ucero, Nafría de Ucero y Herrera.

Se han explorado las grandes grutas de la «Cuesta de la Galiana», antiguos

cauces abandonados sucesivamente por el Río Ucero, que ahora nace en un nivel más bajo.

La superior ha sido explorada pero no cartografiada.

En la caverna inferior se han levantado 450 metros de plano de la galería principal, faltando aproximadamente 200 de ésta más las ramificaciones. En su interior y bajando a una pequeña sima, se alcanza el cauce hipogeo del río Ucero, cerrado por sifones en ambas direcciones. En la citada caverna número 2, de grandes dimensiones, tienen importancia tanto las formas clásticas como las de reconstrucción.

En el resto de la Hoz se han exploplorado tres cavernas; La Cueva-torca del Sabuco, la Cueva Fría (90 ms.) y la Cueva de los Polvoristas. Esta última tiene una gran sala (35+25+10 ms. de dimensiones medias) y restos prehistóricos. Las tres han sido cartografiadas.

Cuevas de la boz del Duero, en Soria.—
De tamaño pequeño y mediano, están situadas aguas abajo de Soria en los cantiles cretáceos, a lo largo de tres kilómetros. Se han explorado: En Cueva del Congrio, Cueva del púlpito y Cueva de las siete bocas, en las estribaciones de la Sierra de Santa Ana.

En Peña Martos han sido exploradas: la Cueva de Zampoña, del Toro, de los Brieva, del Cañón. En ellas existen restos prehistóricos.

En el Anfiteatro del Cinto se realizó la exploración de la Cueva de la Romería o del Cinto (galería principal de unos 100 ms.) y de la pequeña sima cercana al «arquillo».

En la Sequilla se han recorrido las

Covatillas de «la Trompa», de «las Cocinillas», etc.

La cueva de las Campanas, de 460 metros de desarrollo total y 252 ms. entre los puntos más alejados. Interesante desde el punto de vista hidrológico. Se ha levantado plano completo y se ha recogido cerámica neolítica y romana.

Cueva del Asno.—La más interesante conocida en Soria. A 7 kilómetros de la capital, en los acantilados sobre el río. Se ha recorrido ya cerca de kilómetro y medio de galerías muy complejas. Existen simas en su interior, dos de las cuales han sido exploradas dando 33 m, la más profunda. Conocida desde antiguo por sus restos prehistóricos, hemos hecho hallazgos de cerámica y huesos en lugares inéditos de la caverna. Se han levantado las alineaciones topográficas de parte de la gruta.

Ha sido también explorada la «sima de los Rábanos», de 25 m. de profundidad, situada a 1 km. de la Cueva del Asno.

Otras cuevas.—Se han explorado con todo detenimiento las de Villaciervos (a 15 kms. de Soria), cueva con interesan tes estanques naturales y grandes salas y la covachuela «de los Royales» a cinco kilómetros de Soria.

CLEMENTE SAENZ (Soria)

ALICANTE

Avenc de Cuatretonda.— Cuatretonda (Valencia).—Ya reseñado en las notas de año anterior, ha sido totalmente explorada en la primavera del año 1953. Su

profundidad es de -201 m. con una vertical absoluta de 108 m.

Las observaciones espeleológicas efectuadas se resumen en un artículo enviado a esta revista. En su fondo existe un cauce amplio con muestras de reciente actividad. Actualmente existe todavía un pequeño curso de agua.

Avencs d'Ebo. – Vall d'Ebo (Alicante). –El «Avenc Ample», fué explorada en este año 1953, dando una profundidad de -122 m. con una vertical absoluta de 96 m. Su fondo, tapado de derrubios, se dirige hacia el «Avenc Estret», próximo a él.

El «Avenc Estret», tiene una vertical absoluta de 130 m. con una cornisa, a -60 m. La altura del cono de derrubios la hace profundizar hasta los 142 m. Una bóveda en tubo, dirigida hacia el Avenc del Mitch, induce a pensar en una comunicación cegada.

Estas dos últimas simas, de idénticas características, recuerdan la formación de sima de hundimiento, pero su gran profundidad la pone en duda. Son secas en extremo y si bajo los derrubios se abre un cauce hipogeo, o está muy hondo o completamente muerto. A pesar de haber sido exploradas las tres no se han hallado las posibles relaciones con las fuentes que abastecen a los pueblos próximos.

Simas del cabo de San Antonio.—Javea (Alicante).—Exploradas en el verano del 1952; se encuentran situadas entre la cumbre del Mongó y el foro del citado cabo.

El Avenc del Mongó, fué explorado hasta 42 m. el año anterior. Las exploraciones se han continuado este año dando una profundidad de -152 m. Su fondo, una sola estancia, está bastante concrecionado y existe relativa humedad y degoteo incesante, pero se adivina estar sobre un falso suelo de derrubios entre los que, existen grietas que permiten profundizar algo más, sin lograr llegar al verdadero suelo de la cavidad.

El Avenc de Javea, el más cercano al mar de los tres, está a 220 m. sobre su nivel. Su profundidad es de -67 m.

Espeleológicamente no hay continuación posible, aunque en las paredes de su fondo se adivina la iniciación de grandes salas concrecionadas.

Resta tan solo en este macizo en el que se cree haber un caudoloso río hipogeo, la exploración del Avenc de la Plana Justa, central de los tres, explorado parcialmente el pasado año hasta los -30 m.

Cova de les Calaveres.—Benidoleig (Alicante).—Cerca del pueblo y explotada para el aprovechamiento de sus aguas. existe una resurgencia en formo de túnel normal de desagüe de un río subterráneo. Los sifones que a poco de entrar impedían la continuación hacia adentro van siendo forzados con túneles artificiales. La parte practicable de la gruta es de más de 400 m.

G. PLA SALVADOR (Alcoy)

profindidad to de 201 m. con una ver richt absointa de 105 m.

Las observaciones espeleológicas efecuadas se resumen en un articulo envialo a esta revieta. En en mondo existe un ance amiplia con muestras de variente chividad. Actualmente exincatonavia un mataemo cuesa de acua-

James Miles, Ved 175 to Airante)

13 Avent Annies tes explorada en

24 Avent Airantes tes explorada en

25 Airante Airantes una projuncialidad

26 Airante vertural situalista de

26 Airantes de Avent Petrero proxuma

27 Avent Petrero proxuma

rever - Manufacture Survey of the armit of the control of the cont

tarta al m. el ano anterios. Las exploneciones se has combracido este ano
naciones se has combracido este ano
dando, una esta estancia, está castante
conerectorado o estans reliceva humadad
y seguiros incresante, paro se adivida est
tar como un ratos aquito de derimbido em
tre los que, existen estenas que permisea
protundiase algo més ser ingras flecara al
varindes en tarto més ser ingras flecara al

The course of laws, elimin certain all man de tos tos tos estas 200 m sobre an univel, ou propositional des des des m

Espelentogramente do lla controllación y controllación y destalla aunque en las parestes de su conclusion de applicación de grandes sun a concrecionadas.

design of a color of the series of the color of the color

con it is a cancer. Beneficial fille of capital and ca

pold manyone on a

BIBLIOGRAFIA

BLAZQUEZ (L.)—Estudio hidrogeológico de la región desértica y subdesértica de Sonora, México.

Congr. Géol. Int., C. R. de la XIXemme session Alger 1952, section VIII(fasc. VIII). L' Hydrologie des Régions Arides et Sub-Arides, págs. 15-23, 1 fig. Alger 1953.

La región desértica y subdesértica de Sonoro, está limitada por el N. por la frontera con EE. UU., por el S. y WSW. por el litoral del Golfo de California v por el E. por la cuenca del río de la Concepción. A ella se refiere principalmente este estudio. Las rocas que predrominan son las intrusivas, principalmente el granito y diorita. Existen también gneis. Las rocas sedimentarias más antiguas pertenecen al cambrico, existe también el triásico, jurásico y cretácico inferior, así como algunos manchones terciarios. Tectónicamente se trata de un país de pliegues laxos. La intrusión ganítica es pre-triásica. Las rocas eruptivas terciarias están constituídas por

andesitas y riolitas y las cuaternarias por basaltos. El clima es desértico, tipos Bwhx' y Bwhx'w de Koeppen y EdB₁c y EdB₁b de Thorntwaite. La precipitación varia de 0 a 200 mm. en la mayor parte de la región y de 200 a 300 mm. en el borde oriental. Las aguas freáticas están comprendidas entre profundidades de 2 a 84 m., generalmente entre 5 y 30 m.

M. Julivert (Oviedo)

BLAZQUEZ (L.) - Nouvelle classification des sources.

Congr. Geol. Int., C. R. de la XIXemme session Alger 1952, section VIII, (fasc. VIII). L' Hydrogrologie des Régions Arides et Sub-Arides, págs. 25-30. Alger 1953.

Se propone una nueva clasificación de los manantiales. Para ello se tienen en cuenta diversos caracteres de los mismos. La nomenclatura se hace mediante siglas combinadas con cifras.

M. Julivert (Oviedo)

THIRION (CH.)—Examen détaillé du pouvoir filtrant des sols de la Plaine de Riviere (Haute Garonne). Par le méthoda de A. Müntz amélioreé.

Congrés Géol. Int., C. R de la XIXemme session Alger 1952, section VIII (fasc. VIII). L'Hidrologie des Régions Arides et Sub-Arides, págs. 91-104, Alger 1953.

En esta comunicación se da a conocer el estudio llevado a cabo en un sector de 50 Km. del alto valle del Garona (Plaine-de-Riviere), situado entre las ciudades de Montrejean y Sant-Gaudens. Se ha aplicado el método de A. Müntz, perfeccionado. Los resultados obtenidos por este método son analizados con detalle.

M. Julivert (Oviedo)

SAENZ GARCIA (C.) Y VALDES J. M.—Estudio acerca de las infiltraciones que se acusan en la ladera derecha del pantano de Alloz (Navarra).

Congr. Géol. Int., C. R. de la XIXemme session Alger 1952, section VIII (fasc, VIII). L' Hidrogéologie des Régions Arides et Sub-Arides, págs. 257-271, 2 figs., Alger 1953.

Se estudian las infiltraciones existentes en el pantano de Alloz, contruido para la utilización del río Salado, en Navarra. La importancia de estas pérdidas obligaron a rebajar la cota del embalse, descubriéndose un tunel de disolución cuyas dimensiones permitían el paso de una persona durante varias decenas de metros. Este colector de filtraciones fué cegado. Hasta el momento la corrección

fué eficaz, aunque las infiltraciones pueden reproducir en cualquier momento. No obstante este trabajo de conservación es poco penoso dados los beneficios que reporta.

M. Julivert (Oviedo)

Ambroggi (R. P.). - Mesures de la vitesse d'écoulement d'une nappe phréatique (Vallée du Sous, Maroc français).

Congr. Géol. Int., C. R. de la XIXemme session Alger 1952, section VIII (fasc. VIII). L' Hidrogeologie des Regions Arides et Sub-Arides, págs. 72-89, Alger 1953.

Se estudia la velocidad de infiltración del agua en el valle del Sous. Los ensayos ejecutados tienen por objeto principalmente, introducir un conocimiento cuantitativo, necesario a la explotación racional de todo manto acuífero, principalmente en los países áridos donde los recursos de agua subterránea son inferiores a los de terrenos irrigables.

M. Julivert (Oviedo)

Burdon, (D. J.)—Hydrogeological characteristics of the water-bearing rocks of Cyprus.

Congr. Géol. Int., C. R. de la XIX emme session Alger 1952, section VIII (fasc VIII). L'Hidrogéologia des Régions Arides et Sub-Arides, págs. 31-42, Alger, 1953.

Las reservas de agua subterránea en Chipre pueden clasificarse en dos grandes grupos: las que se encuentran en las rocas cristalinas antiguas y las del neogeno y cuaternario. En las primeras, que ocupan las zonas elevadas y de máxima pluviosidad, el agua se almacena en las diaclasas. El neogeno y el cuaternario ocupan las áreas bajas, de escasa pluviosidad, pero son también alimentados por infiltraciones de agua de los ríos. El agua se presenta en forma de mantos freáticos, aprovechables mediante operaciones de alumbramiento. El resto de las rocas raramente poseen una cantidad aprovechable de agua.

M. Julivert (Oviedo)

BOGOMOLOV, (G. V.)—Le géologie et l'hidrogeotogie contribuent a la transformation de la nature dans l' U. R. S. S.

Congr. Géol. Int., C. R. de la XIX emme session Alger 1952, section VIII (fasc. VIII). L'Hidrogéologie des Regions Arides et Sub-Arides, págs. 59·72, Alger, 1953.

Los desiertos y semidesiertos ocupan en la U R. S. S. más de 300 millones de hectáreas. Las arenas del desierto de Kara-Koum ocupan por sí solas el 27 por 100 de toda la superficie de las Repúblicas Asiáticas de la U. R. S. S. Actualmente se realizan trabajos de transformación de estos desiertos y estepas. Entre los problemas a resolver a este respecto son de destacar los siguientes: investigaciones geológicas e hidrogeológicas de vastas regiones de desiertos y semidesiertos de la región del Caspio y Repúblicas Asiáticas, organización de las observaciones del régimen de las aguas subterráneas y su composición química, estudio de los movimientos tectónicos contemporáneos, estudio geo lógico de las regiones en que se realizan las construcciones y depósitos de agua, y el estudio del régimen hidroquímico.

M. Julivert (Oviedo)

PHILIPPE RENAULT. — Influence de sens des circulations aquíféres sur le creusement des avens des Plans de Canjuers. — Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. t. 235, pp. 1672-1673. — París, 1952.

Tanto en las simas de corrosión, debidas a oscilaciones lentas de la superficie hídrica, como en las simas de erosión, debidas a la acción mecánica del agua, la génesis tiene lugar principalmente después de fuertes precipitaciones, que dan lugar a las crecidas subterráneas. En el primer caso, el agua ácida procedente de la superficie posee una fuerte agresividad; cuando se efectúa la regresión de las aguas, éstas, saturadas de bicarbonatos, depositan los residuos arcillosos de la decalcificación. En el segundo caso se aprecian «vagues d'erosión», que indican una erosión remontante; ésta es la principal acción mecánica, ya que la erosión descendente da lugar solamente a algunas sobre erosiones y marmitas de gigante locales.

El polje de Canjuers posee lateralmente magníficas dolinas, a 200 m.—400 m. del fondo de la depresión. Las simas de corrosión se hallan escalonadas a lo largo de 50 m., encima de la única sima de erosión. El agua absorbida en los bordes alimenta primero la red de evacuación profunda; al quedar la resurgencia rápidamente imposibilitada para evacuar el agua, y gracias a las cargas laterales, ésta sale rápidamente en el punto más bajo del polje, formando un

lago temporario. Al tener lugar la regresión, y siendo las cargas más débiles, la erosión será de menor importancia.

Así pues, es lícito preguntar si la formación de un polje exige una resurgencia importante. Se podría suponer que bajo la red de galerías, una red de fisuras alimenta las resurgencias del borde, de menor caudal que el poder de absorción del polje Ellas son las que evacuarían lentamente las reservas acumuladas durante las crecidas.

Se trata pues de un proceso mucho más complejo que la clásica concepción de la sima evacuando bajo tierra el agua recogida por una cuenca cerrada. Así pues, el río subterráneo análogo al epigeo sólo se halla en las «percées hydrogéologiques», uniendo una pérdida, alimentada por un curso alóctono, y una resurgencia. La «exurgencia» (Fournier) es un tipo mixto, cuando el río hipogeo es alimentado por una red de fisuras. Bajo el polje, arriba de la red kárstica, la red de fisuras ha sido transformada en sistema de escurrimiento funcionando «per ascensum» durante las crecidas Hacia abajo del polje, la red funciona en «exsurgencia» normal.

J. Montoriol Pous (Barcelona)

Antonio Galvagni e Giulio Perna.— Contributo alla morfología deí prodott! argilloso-sabbiosi di riempimento delle caverne.—Rassegna Speleológica Italiana, anno V, fasc. 3, pp. 89-101, 1 fig , 14 fots.—Como, 1953.

Contiene el resultado de las observaciones, sobre la morfología de los productos arcilloso-arenosos, efectuadas en la Grotta de la Bigonda y en la Grotta del Calgerón. Es la primera una cavidad

de 3.020 m. de longitud y -96 m. de profundidad, formada por una galería principal de 1.520 m. (constituída por tres secciones de 500 m., 909 m. y 111 m., separadas por dos pozos de 9 m. v 32. m. respectivamente), y diez ramas laterales (5 a la derecha - entrando - ascendentes, y cinco a la izquierda, descendentes) que suman 1.500 m. La segunda presenta un desarrollo de 1.916 m. y -100 m. de profundidad, constando de un eje de 1.136 m. (los primeros 440 m. ascendentes y los restantes 696 descendentes), y dos corredores laterales (uno formando anillo con el eje) de 350 m. y 316 m. respectivamente. Ambas cavidades, distantes unos 3 km., se abren en las dolomitas del Trías superior.

El análisis granulométrico de los sedimentos arcilloso-arenosos (que Waldner llamó genéricamente «limo di grotta»), dió productos oscilando entre 0,002 mm. y 2 mm. Luego, la constitución físico-mecánica de tales productos comprende (según la clasificación de Appiani y Attenberg): arcilla (<0,005 mm.), limo (0,005 mm. a 0,05 mm.) y arena (0,05 mm. a 2 mm.). El porcentaje de los tres elementos varía sensiblemenre de un depósito a otro. Los factores contribuyentes a la morfología de los citados sedimentos son: su constitución físico-mecánica, su localización y disposición en la caverna, la naturaleza y régimen hídrico de las aguas modeladoras, humedad, temperatura, aerocirculación, etcétera. Las formas observadas pueden dividirse en dos grupos: formaciones que se originan en el suelo de las grutas y formaciones parietales.

a) Formaciones originadas en el suelo. Cavidades de degoteo (Fori e cavita di stillicidio). Se originan por la caída de gotas, desprendidas de bóvedas, sobre los sedimentos subvacentes; se forma primero una pequeña depresión que va profundizando lentamente. Si ninguna corriente de aire, ni otra causa, perturba la caida del agua, las gotas inciden siempre en igual punto y se engendran los aquieros circulares regulares (foro circolare regolare), que no se llenan gracias a los numerosos canículos capilares de paredes v fondo (su profundidad oscila entre 5 cm. v 15 cm.; algunos alcanza la roca firme, otros no progresan gracias a hallar materiales mayormente resistentes-por ejemplo gruesos granos de arena-, otros debido a la consolidación del fondo por el carbonato cálcico). Las gotas que caen al fondo se fraccionan, proyectándose tales fracciones sobre las paredes limitantes y resbalando luego hacia abajo, lo que origina los surcos verticales (solchi verticali di dilavamento) (faltan en las cavidades estudiadas los surcos anulares, descritos por Waldner en Postumia). En las formaciones poco profundas (2 cm. a 4 cm.), y gracias a las pequeñas asperezas y ondulaciones, las salpicaduras vienen provectadas fuera de las depresiones, según direcciones preferentes; el agujero circular toma entonces un aspecto cra teriforme (el crater queda rodeado de minúsculas pirámides de arcilla, consoli dadas a veces por la acción de las soluciones carbonatadas circulantes, y debidas a la acción del agua proyectada que las aisla lentamente; algunas de tales pirámides aparecen caídas en el interior del cráter que rodeaban). En las paredes de uno de los pozillos se observan minúscu'os conos con sus ejes convergentes hacia el punto en donde caen las gotas; son moldeados por las salpicaduras que parten radialmente desde tal dirección (el fondo del citado agujero contiene agua).

Pirámides arcilloso-arenosas (Piramidi argilloso-sabbiose). Se hallan localizadas en sedimentos con superficie inclinada y sometidos a un degoteo intenso, formado por gotas diminutas. Estas se unen, resbalando por el plano inclinado y moldeando unos pequeños surcos, que aparecen más profundos a medida que se desciende por el plano, ya que aumenta el caudal y la velocidad del agua que se escurre por ellos. Bajo la acción del degoteo, las agudas crestas que separan los surcos se ven fraccionadas en agudísimas pirámides, cuyo vértice parece está protegido por material más grosero.

Fisuraciones poliédricas (Fessurazioni a poliedri). Se hallas situadas al margen de las áreas con pirámides. La fracturación poliédrica tiene lugar debido a la pérdida, por parte del estrato arcillosos-arenoso, de una parte del agua de imbibición; al aumentar de nuevo la humedad del depósito, se ajustan y sueldan otra vez.

Estalagmitas arcilloso-arenosas (Stalagmite argilloso-sabbiose). Formaciones semeiantes fueron va descritas por Waldner en la Grotta di Postumia. Son formas cilíndricas, de 2 cm. a 5 cm. de altura y 3 cm. a 5 cm. de diámetro, que emergen de la masa arcilloso-arenosa. En su cúspide presentan un cráter en forma en forma de cono invertido, de 3 cm. a 5 cm. de profundidad. Sus paredes ofrecen una serie de anillos de crecimiento superpuestos en sentido vertical, mientras que su sección longitudinal presenta una columna central, de unos 2 centímetros de diámetro, formada por arcilla, limo y arena depositadas en el fondo del cráter por decantación, envuelta por un manto de capas concéntricas engendradas por los materiales del agua que se escurre por los bordes del cráter. Las descritas capas concéntricas aparecen, en una sección transversal, en forma de anillos horizontales de crecimiento, de diferente color según el porcentaje de los componentes. Tales estalagmitas se localizan en aquellos puntos en donde la pendiente de los estratos arcilloso-arenosos es de 35°-45°, no siendo raro observarlas en las divisorias de estas montañas arcillosas en miniatura.

Su origen puede explicarse de la manera siguiente: Un contínuo degoteo cae desde la bóveda sobre un depósito arcilloso-arenoso distante 2 m. a 6 m., sin que su punto de caída aparezca modificado por corrientes de aire u otras causas: se formará en consecuencia una depresión circular, constantemente llena de agua que lleva en suspensión partículas arcilloso-arenosas procedentes de techo El agua que se escurre del orificio. al depositar los productos en suspensión, inicia la construcción de las paredes del cilindro, que son endurecidas por el carbonato cálcico disuelto en el agua (el análisis granulométrico dió un 28-34 % de arena -el limo no fué calculado y queda englobado en los anteriores valores, mientras que el carbonato se hallaba en un 60,7 %). El crecimiento de altura tiene lugar por dos motivos: 1) El agua que se escurre fuera del cráter va depositando más arcilla, limo v arena, en los bordes superiores del cilindro. 2) El degoteo irregular va rebajando la altura del depósito arcillosoarenoso sobre el que se apoyan las estalagmitas, sin atacar la base de éstas debido a su mayor solidez, a causa de la caliza que las impregna. Al elevarse las paredes, parece tendrían que ser cada vez más profundos los cráteres: ello no ocurre, pues al llegar a cierta profundidad las gotas ya no agitan el agua del fondo, y se depositan los materiales que lleva en suspensión la misma, por lo que el fondo se va asimismo elevando.

b) Formaciones parietales. Concreciones arcilloso-limosas coraloides. Presentan estructura ramificada. Concreciones arcillosolimosas fungiformes.-Formadas por la unión, siguiendo un eje, de una sucesión de troncos de cono recto, invertidos, de manera que la base menor del elemento más elevado se apoya sobre la mayor del subvacente, siendo todas las bases perfectamente horizontales. Ambos tipos de formaciones son de génesis subacuática. Durante las crecidas, el agua turbia inunda los galerías en donde se localizan tales formaciones, y, al ser muy lenta la evacuación, se depositan las arcillas. En las concreciones fungiformes, las bases circulares de los troncos de cono recto, representan los sucesivos niveles del agua en retirada.

J. Montoriol Pous (Barcelona)

Bruno Martinis. – Fenomeni carsici nel sottosuolo di Gradisca d'Ison zo. – Rassegna Speleológica Italiana, anno V, fasc. 3, pp. 102-104, 1 fig. — Como, 1953.

La terminación W. del Carso Goriziano se halla constituída por un pequeño escalón, a cuyo pie, entre Rubbia y Sagrado, discurre el río Isonzo; al otro lado del mismo se extiende la llanura Giuliana, cuyo principio se halla interrumpido por colinas arenoso-margosas eocénicas, 3 km. al SW. de las cuales se hallan dos pequeños relieves, constituídos por calizas del Luteciense medio, sobre los que se extiende parte de Gradisca d'Isonzo. Entre los dos afloramien-

tos las calizas se hallan a escasa profundidad, de tal manera que los trabajos urbanísticos llevados a cabo en diversas épocas, las han alcanzado fácilmente, poniendo de manifiesto interesantes fenómenos kársticos. El conjunto ofrece una potencia de unos 60 m., buzando de 8° a 10° al N.—30°-40°-E., y presentando algunas diaclasas.

Varios de los pozos excavados han desembocado en cavidades naturales llenas de agua, presentando cierta corriente; el más importante es el del Frari que, construído a fines del 1400, proporciona aún en la actualidad agua a toda Gradisca, incluso en los períodos de máxima sequedad. Se han extraído de ellos un cierto número de ejemplares de *Proteus*.

Resulta pues que en el subsuelo de Gradisca se desarrolla un complejo kárstico, con cavidades intercomunicadas e hidrografía hipogea activa, cuyo origen hay que buscarlo probablemente en el vecino Carso Goriziano. El agua de los pozos debe provenir, al menos en parte, de la zona del monte S. Michele, en donde a la fracturación más o menos intensa de la roca, se une una karstificación tal que permite la casi total infiltración del agua de lluvia.

I. Montoriol Pous (Barcelona)

M. Seronie-Vívien.—Note sur les grottes de Sourzac.—Annales de Spéléologie. T. VII, fasc. 3, p. 142, 1 figura.—París, 1952.

Las cavernas de Sourzac se pueden dividir en dos grupos: 1) Resurgencia activa, a la altura de + 65 m.; 2) Grutas secas de la iglesia de Sourzac, a la altura de + 50 m. La cavidad superior se

desarrolla en las calizas margosas detríticas, con Rudistos, del Maestrichtiense, mientras que las inferiores se asientan en una formación de toba caliza. El conjunto debe su origen a la resurgencia superior que, aún en la actualidad, deposita travertino.

No se trata, pues, de una cavidad activa situada exactamente encima de un sistema fósil, sino que la misma resurgencia es la que ha dado primeramente lugar a la toba caliza y luego, por disolución de sus propios depósitos, a las grutas de l'Eglise,

J. Montoriol Pous (Barcelona)

P. GALLOCHER. – Introduction a l'étu de hydro-spéléologique du massif de la Sainte-Baume. — París, 1952.

El macizo de la Sainte-Baume es uno de los más importantes de la Basse-Provence. La cuerda principal, orientada WSW.-ENE., presenta una longitud de más de 12 km., con una altitud media de 950 m.; mientras que hacia el S. ofrece suaves pendientes, su vertiente N. se desarrolla en forma de abruptos despeñaderos que dominan, en toda su longitud. los «plateaux» de Plan d'Aups y de Glacières. El macizo alimenta tres cuencas hidrográficas bien delimitadas: al N. y al W., la del Huveaune; al NE. las de Cauron y Caramy, afluentes del Argens; al SSE. y E. la del Gapeau y su afluente el Issole.

Cuenca bidrográfica del Huveaune:—El Plateau du Plan d'Aups es una importante zona de absorción (600 hectáreas), drenada por los torrentes de la Marre y de l'Hôtellerie que se precipitan en el Gouffre de la Tourne, punto más bajo

de la cubeta. En período de lluvias, el sumidero se muestra incapaz de evacuar toda el agua, la cual forma un lago de 2 km. por 600 m., que es luego absorbida lentamente, no sólo por la citada sima, sino también por algunas otras cercanas. Al W. del anterior, y en parecidas circunstancias, se forma otró lago de menores dimensiones. La disposición tectónica local hace muy verosímil el que las aguas absorbidas en Plan d'Aups. sean las que, después de un recorrido de cerca 2 km., reaparecen en las múltiples resurgencias del Vallón de Castelette. dando origen al Huveaune. Este se ve engrosado por el torrente de Véde, el cual, a su vez, procede de la confluencia de otros tres cursos, el más importante de los cuales es, con mucho, el de los Encanaux. El origen de este último hay que buscarlo en la resurgencia perenne del mismo nombre, y en otras varias temporales. El río subterráneo que aparece en ellas, ha sido alcanzado en el fondo del Petit Gouffre des Encanaux y del Grand Gouffre des Encanaux. Otro afluente del Huveaune, el Fauge, nace asimismo de una resurgencia perenne—Saurce de Saint Pons—, aunque en tiempo de lluvias su origen se localiza más arriba, en una serie de resurgencias temporales.

Cuenca bidrogeológica de Cauron.—Zona de absorción del Plateau de Saint-Cassien.— La presencia de múltiples dolinas, simas y campos de lapiaz, ponen de manifiesto el papel absorbente del Plateaux de Saint-Cassien. Verosímilmente, las aguas infiltradas, después de un recorrido en línea recta de 2 km. a 4 km., reaparecen en la Grand-Foux (fuente superior del Cauron), surgencia vauclusiana (penetrable, durante el estiaje, hasta una profundidad de más de 50 m.) que entra bruscamenta en actividad después de fuertes lluvias.

J. Montoriol Pous (Barcelona)

PUBLICACIONES QUE SE RECIBEN REGULARMENTE EN EL INSTITUTO DE GEOLOGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO

ALEMANIA:

«Die Erde». Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Berlin.

Bonner Geographische Abhandlungen. Geographisches Institut der Universität. Bonn.

Berichter der Naturforschende Gesellschaft. Freiburg im Breisgau. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Frankfurt am Main.

«Senckenbergiana» Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Frankfurt am Main.

Mitteilungen aus dem Geologischen Staatsinstitut in Hamburg.

Geologisehes Jahrbuch. Amt für Bodenforschung. Hannover.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Hannover.

Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel. Kiel.

«Geologie Rundschau». Internationale Zeitschrift für Geologie. Stuttgart.

Mitteilungen aus dem Geologischen-paleontologischen Institut der Universität Tübingen. Tübingen.

Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. Wiesbaden.

Hessisches Lagerstättenarchiv Hessischn Landesamtes für Bodenforschung.

Notizblaft Hessischen Landesantes für Bodenforschung.

ARGENTINA:

Boletín de la Dirección General de Industria Minera, Buenos Aires. Publicaciones de la Dirección General de Industria Minera. Buenos Aires.

Publicaciones de la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires.

Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología. Rosario. Publicaciones del Instituto de Estudios Geográficos. Tucumán.

AUSTRALIA:

Papers Uviversity of Queenslaud. Department of Geology: Brisbane. Geographischer Jahresbericht aus Osterreich. Geographisches Institut der Universität. Wien.

Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt. Wien.

Verhandlungen Geologischen Bundesanstal. Wien

Mitteilungen der Höhlenkommission. Speläologisches Institut. Wien.

Protokoll. Speläologisches Institut. Wien.

«Die Höhle». Verband österreichischer Höhlensorscher. Wien.

BELGICA:

Publications de l'Assocation pour l'Etude de la Paléontologie et de la Stratigraphie Houillères. Bruxelles.

Bulletin d'Information de la Fédération Speléologique de Belgique. Bruxelles.

Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Bruxelles. Bulletin de la Sociéte Belge de Géologie de Paléontologie et d' Hidrologie. Bruxelles.

Bulletin d' Information de l' Union Internationale pour la Protection de la Nature. Bruxelles.

Publicaciones íd. íd. íd.

Bulletin de la Société Géologique de Belgique. Liège.

Mémoires íd. íd. íd.

Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain. Louvain.

CANADA:

Annual Report. Geological Survey of Canada. Ottawa.

Bulletin íd. íd. íd.

Memoir íd. íd. íd.

Publicaciones íd. íd. íd.

Publicaciones du Ministere de la Province de Québec. Québec.

Rapport Géologique du Service de la Carte Géologique id id.

Publicaciones íd. íd. íd.

Rapport Géologique du Service des Gîtes Minéraux íd. íd.

Rapport Géologique du Service des Laboratoires íd. íd.

COLOMBIA:

Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá.

Boletín Geológico del Instituto Geológico Nacional. Bogotá.

REPUBLICA DOMINICANA:

Anales de la Universidad de Santo Domingo. Ciudad Trujillo. Publicaciones íd. íd. íd.

ESPAÑA:

Boletín del Club Montañés Barcelonés. Barcelona.

Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico: Facultad de Ciencias. Universidad. Barcelona.

Publicaciones del Laboratorio de Geología del Seminario. Barcelona. Publicaciones de la Real Academia de Ciencias y Artes. Barcelona. Boletín de la Agrupación Montañera Astur Torrecerredo. Gijón.

Anales de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Madrid.

Publicaciones de la Cátedra de Geografia Física. Madrid.

Publicaciones de la Cátedra de Paleontología. Madrid.

Publicaciones de la Cátedra de Petrografía. Madrid.

Boletín de Información del Consejo Superior de Investigacions Científicas. Madrid.

Publicaciones de la Asesoría Geológica. Dirección General de Obras Hidráulicas. Madrid.

Anales de Edafología y Fisiología Vegetal del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, del Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Madrid.

«Archivos». Publicación del Instituto de Estudios Africanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid.

«Estudios Geográficos». Revista del Instituto «Juan Sebastián Elcano» del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Publicaciones id. id. id.

«Estudios Geológicos». Revista del Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Revista de Geofísica. Instituto Nacional de Geofísica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Anales de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Organo del Instituto de Ciencias Naturales «José de Acosta». Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Boletín id. id. id. Memorias id. id id. Reseñas Científicas id. id. id. Revista de Biología id. id. id. Boletín del Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Mapa Geológico de España escala 1: 50.000 íd. íd.

Memorias. id. id.

Notas y Comunicaciones íd. íd.

Revista de la Real Academia de Ciencias Extractas, Físicas y Naturales. Madrid.

Boletín Informativo del Instituto Nacional del Carbón, Patronato «Juan de la Cierva» de Investigación Técnica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Oviedo.

Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares. Palma de Mallorca.

«Zephyrus». Crónica del Seminario de Arqueología de la Universidad de Salamanca. Facultad de Filosofia y Letras. Salamanca.

«Munibe». Revista del Grupo de Ciencias Naturales «Áranzadi». San Sebastián.

«Pirineos». Revista del Instituto de Estudios Pirenaicos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Zaragoza.

Publicaciones. íd. íd. íd.

«Combustibles». Publicación del Instituto Nacional del Combustible. Patronato «Juan de la Cierva» de Investigación Técnica Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Zaragoza.

ESTADOS UNIDOS:

Publications in Geological Sciences.

University of California. Berkeley and Los Angeles (California). Bulletin. División of Geology. Indiana Universiti. Blaomington, Indiana.

Directory Series. íd. íd. íd.

Bulletin. Geological Survey. íd. íd.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy. Harvard University. Cambridge (Massachussets).

«The Journal of Geology». The University of Chicago Press. Chicago,

Notulae Naturae of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
Philadelphía.
Proceedings. íd. íd. íd.
Bulletins. State Geological Survey. University of Kansas. Lawrence.
(Kansas).
Bulletin. Kentucky Geological Survey. University of Kentucky. Le-
xington, Kentucky.
Report of Investigations. id. id. id.
Reprint. íd. íd. íd.
Publicaciones West Virginia Geological Survey. Morgantown. Vir-
ginia.
Bulletin. Oklahoma Geological Survey. Norman (Oklahoma).
Circular. íd. íd. íd.
Mineral Report. íd. íd. íd.
Geographical Review. The American Geographical Society of New
York. New York.
Bulletin et The Goological Society et América. New York.
Monthly Report of the Stanford Grotto. National Speleological So-
ciety. Stanford, California.
Geological Sciences. Stanford University Publications. Stanford,
California.
Bulletin. Departament of Natural Rescurces. División of Mines. San
Francisco.
California Journal of Mines and Geology. íd. íd.
Mineral Information Service. id. id.
Publications. íd. íd,
Special Report. íd. íd.
Bulletin. State Geologial Survey. Illinois University. Urbana (Illi-
nois).
Illinois Petroleum. íd. íd. íd.
Report of Investigations. id. id. id.
Transactions American Geophysical Union. National Research Coun-
cil, of The National Academy of Sciences, Washington,

Bulletin. Geological Survey. United States Department of the Interior. Washington.

Profesional Paper íd. íd. íd. íd. Water-Supply Paper íd. íd. íd. íd.

Bulletin. National Speleological Society. Washington.

«The News» id. id. id.

FINLANDIA

Bulletin de la Commission Géologique de Finlande. Geologinen Tutkimuslaitos. Helsink.

Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Soumalainen Tiedeakatemia. Helsinki.

FRANCIA

«Vie et Milieu«, Bulletin du Laboratoire Arago. Université de Paris. Banyuls-sur-Mer.

«Lcs Cahiers d'Outre-Mer». Rovué de Géographie. Institut de Géographie. Faculté des Lettres. Bordeaux.

Publicotions de la faculté des Lettres de l'Université de Cierment Jnstitut de Géographie. Cierment. Ferrand.

Bulletin Scientifique de Nourgogne. Organe de la Société des Sciences Naturalles dé Dijon. Laboratoire Géologie. Faculté des Sciences. Univer site. Dijon.

Revue Géographie Alpine. Institut de Géographie Alpine. Université de Greuoble. Grenoble.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble. Grenoble.

«Pyrénées» Musée Pyrénéen. Lourdes.

Travaux du Laboratotre de Géologie de la Faculté des Sciences de l' Université de Lyon. Lyon.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université d'Aix-Marseille, Marseille,

Bulletín de l'Assocation des Jngénieurs Géologues de l'Université de Nancy. Ecole National Supérieure de Géologie Appliquée et de Prospection Minière. Nancy.

Bulletin de la Carte Géologique de la France. Université de Nancy. Faculté des Sciences. Ecole Nationale Supérieure de Géologie Apliquée et de Prospection Minière. Nancy.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. Montpellier.

«La Chronique des Mines Coloniales». Bureau d'Études Géologiques et Minières Coloniales. París.

Revue de l'Institut Français du Fétrole. Paris.

Publicaciones del Institut National Agronomique Laboratoire de Géologie. París.

«Notes Biospéologiques». Laboratoire d'Entomologie du Muséum. París.

Annales Hébert et Haug. Laboratoire de Géologie de la Faculta des Sciences de l'Université de París. París.

Mémoires de Muséum National d'Histoire Naturelle París.

Bulletin de la Section de Géographie. Presses Universitaires de France. Paris.

Annales de Géographie. Bulletin de la Société de Géographie. París. Bibliographie Mensuelle. Bibliotheque de la Société de Géographie. París.

Bulletin de la Société Géologique de France. París.

Annales de Spéléologie. Société Spéléologique de France. París.

Annales Universitatis Saraviensis. Geologisches Institut der Universität des Saarlandes. Saarbrücken.

Schriften der Universitat des Saarlandes. Saarbrücken.

Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse. Facultá des Sciences de l'Université de Toulouse. Toulouse, Société Méridionale de Spéologie et de Prébistoire. Toulouse.

Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Institut de Géographie. Faculté des Lettres. Université. Toulouse.

Bulletin. Association Spéleologique de l'Est. Vesoul (Naute-Saone). «Les Cahiers de Spéléologie» íd. íd. íd.

GRECIA

Geology of Greece. Instituto for Geology and subsurface Rescarch. Athens.

Mineral Wealth of Greece. íd. íd. íd. íd. Bulletin de la Sociéte Speléologique de Gréce. Athenes. «O Pan» íd. íd. íd.

HOLANDA

Mederlandsch Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap. Delft.

«Comple Rendu» Geologisch Burcauileerien. Troisime Congrès de Stratigraphie et de Géologie en Carbonífèe. Heerlen.

Mededelingen van de Geologische Stichting. Geologis Bureau voor het Mungehied. Heerlen.

«Geologie en Mijnbouw». Rijksmuseum van Geologie. Leiden.

Leidse Geologische Mededelingen. id. id.

Publicatie van het Mineralogisch Geologisch Instituut Rijks Universiteit Utrecht. Utrecht.

NGLATERRA

«Newsletter». Cave Research Group of Great Britain. Berkhamsted.
The Transactions of the Cave Research Group of Great Britain.
Berkhamsted.

Publications. íd. íd.

Proceedings of the Spelaeological Society. University of Bristol. Bristol.

The Quaterly Journal of the Geological Society of London. London Journal of the Craven Pothole Club. Skipton.

ITALIA

«Rassegna Speleologica Italiana». Organo Ufficiale dei Gruppi Grotte Italiani Como.

Pubblicazione Serie G. Jstituto di Geologia. Universitá. Milano.
Revista del Touring Club Jtalíano. Milano.
Pubblicazione Serie P. íd. íd. íd.
Publicaciones del Jstituto de Geologia Universitá de Padova. Padova.
Atti dell' Jstituto Geológico della Universitá di Pavia. Pavia.
Annali dell' Osservatorio Vesuviano. Napoli.
Atti della Accaaemia Nazionale dei Lincei. Roma.
Notiziario del Circolo Speleológico Romano. Roma,
Bollettino della Societá Geológico d'Jtalia. Roma.
Bollettino della Societá Geológica Jtaliana. Roma.
Bollettino della Societá Geológica Jtaliana. Roma.
Bollettino della Societá Adriática di Scienze Naturali. Trieste.

MADAGASCAR:

Annales Géologiques du Service des Mines. Geuvernement Général de Madagascar et Dépendances. Tanànarive.

Carte Géologique de Reconnaissance a l'échelle du 200.000e idem idem.

Service Météorologique íd. íd.

MARRUECOS:

Notes et Memoires du Service Géologique du Maroc. Rabat.

MEXICO

Boletín del Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónama de México: México.

«Ciencia». Revista hispano-americana de Cieneias puras y aplicadas. Publicación del Patronato de Ciencia, México.

NORUEGA

Norsk Geologisk Tidsskrift. Oslo. Norges Geologiske Undersökelse. Oslo. PERU:

Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. Lima.

POLONIA:

Jaskinie Polski. State Archaeological Museum. Warsaw.

PORTUGAL:

Boletín de Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico. Faculdade ae Ciencias de Universidade de Lisboa. Lisboa.

Revista de Faculdade de Ciencias íd. íd.

Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Boletín de Sociedade de Geografía de Lisboa. Lisboa.

Publicaciones del Laborátorio Mineralógico e Geológico Faculdade de Cências. Porto.

Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro. Porto.

Publicaciones. íd. íd. íd.

Boletín de Sociedade Geológica de Portugal. Porto.

SUECIA

Lund Studies in Geography. Ser. A. Physical Geography. University of Lund. Departament of Geography. Lund.

Lund Studies in Geography. Ser. B. Human Geography. id. id. Meddelanden fran Lunds Universitats Geografiska Institution. Lund.

Skrifter fran Mineralogisk och Paleontologisk-Geologiska Institutionerna. Lund.

Arkiv för Mineralogi och Geologi. K. Svencka Vetenskapsakademiens. Stockholm.

Bulletin of The Geological Institution of The University of Upsala.

SUIZA:

«Eçlogae Geologicae Helvetiae». Societé Geologique Suisse. Basel. Publications de l'Institut de Geologie de l'Universite de Fribourg. Fribourg.

Bulletin du Laboratoire de Geologie. Universite de Lausanne. Lausanne.

«Stalactite». Organe de la Societe Suisse de Speleologie. Sion (Valais).

TANGANICA:

Bulletin. Geological Survey Departament. Tanganyika Territory. Dodoma.

TURQUIA:

Publications de l'Institut d'Etudes et de Recherches Minières en Turquie. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü. Ankara.

VENEZUELA:

Boletín de la Sociedad Venezolana de Cieucias Naturales. Caracas.

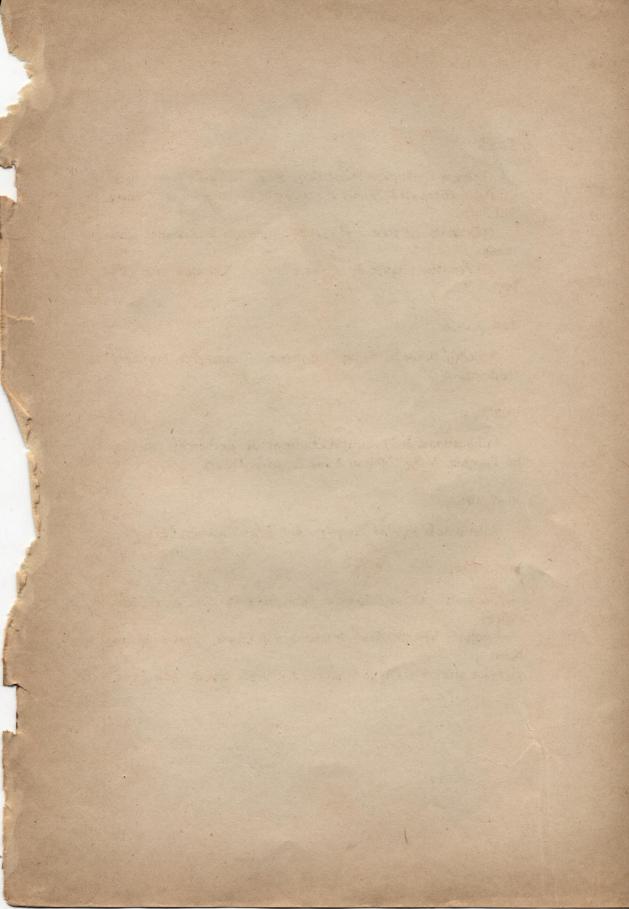
YUGOSLAVIA:

Geografski Glasnik. Sociétt de Géographie de Croatie. Zagreb, Marulicev.

Geoloski Vjesnik. Société de Géographie de Croatie. Zagreb, Marulicev.

Nase planine. Société de Géographie de Croatie. Zagreb, Marulicev.

The state of





SPELEON

REVISTA ESPAÑOLA DE HIDROLOGIA, MORFOLOGIA CARSTICA Y ESPELEOLOGIA

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 y Bioespeleología

DIRECCION.

Prof. N. Llopis Lladó (Universidad de Oviedo)

REDACCION:

Prof. J. Gómez de Llarena Instituto Peñaflorida — San Sebastián

Jesús Elósegui (San Sebastián) José M. Thomas Casajuana
(Barcelona)

SECRETARIA:

Prof. M. Julivert
(Universidad de Oviedo)

La suscripción anual es de 100 ptas. para España y de 300 ptas. para el extranjero (comprendidos los gastos de envío)

La correspondencia y subscripciones deben dirigirse al Sr. Secretario de

SPELEON

INSTITUTO DE GEOLOGIA. UNIVERSIDAD. OVIEDO (ESPAÑA)

