

Los fenómenos karsticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca)

POR

JOSE M.^a THOMAS CASAJUANA

Y

JOAQUIN MONTORIOL POUS

INTRODUCCION

Las grandes formaciones espeleológicas de la isla de Mallorca son universalmente conocidas: raros son los viajeros que, venidos desde todos los rincones del mundo para admirar las maravillas naturales que encierra la Perla de las Baleares, dejan de visitar las famosísimas cuevas de Artá, de Campanet, dels Hams, del Drac (x), para extasiarse ante los portentosos bosques de estalactitas o de las límpidas aguas del lago Miramar, el mayor lago subterráneo del mundo. Asimismo y aunque los trabajos científicos completos son muy escasos, han visto la luz diversas publicaciones, debidas a las

(x) Estas cuevas se hallan debidamente acondicionadas para poder ser visitadas por el público, asimismo han sido iluminadas fantásticamente por el ingeniero señor Buigas.

investigaciones de Martel (13), Faura y Sans (7), Darder (4), Fourmarier (8), Llopis Lladó y Thomas Casajuana (12).

Por el contrario, la Espeleología de la más septentrional de las Baleares, Menorca, es prácticamente desconocida: la mayoría de sus formaciones hipogeas son totalmente inexploradas, y unas pocas son solo parcialmente conocidas. Las primeras referencias a las cavernas menorquinas se deben a Puig y Larraz (18), habiendo aparecido posteriormente algunas notas sueltas debidas a Verdaguer (23) y a Dorotea Batte (2).

En abril de 1948, el Grupo de Exploraciones Subterráneas (G. E. S.) del C. M. Barcelonés, organizó una expedición preliminar a la región de Parelleta (Ciudadela), en la que colaboraron los señores José F. de Villalta y Pedro Vidal. Cuatro meses después, en agosto del mismo año, una nueva expedición del G. E. S. dotada de abundante material, en la que colaboraron, con los autores del presente trabajo, los señores Fernando Termes y Francisco Rovira, realizó tras cinco días de duro trabajo, la primera exploración total de las formaciones espeleológicas de la región de Parelleta.

No podemos terminar esta breve introducción sin antes dar nuestras más expresivas gracias al señor Juan Moll Camps, propietario de los terrenos en donde se abren las cuevas, no solo por su valiosa colaboración, sino también por las múltiples atenciones que tuvo para con nosotros, contribuyendo, de esta manera, a hacernos aún más agradable nuestra estancia en la bella isla balear.

I.—LA PLATAFORMA MIOCENICA DEL SW. DE MENORCA

a) *Generalidades sobre la estratigrafía y geomorfología de la isla.*

Estructuralmente, podemos considerar a la isla de Menorca formada por dos unidades completamente diferentes: una línea, casi recta, trazada desde el profundo puerto de Mahón a Punta Roja (al N. de Ciudadela), separa ambas unidades. La porción NE., for-

mada por pizarras, areniscas y calizas del Devónico, Carbonífero, Triásico, Jurásico y Cretácico, presenta el paleozoico y Mesozoico sumamente plegados, con imbricaciones de vergencia NW. y algunas cabalgaduras. La porción SW. se halla, por el contrario, formada únicamente por estratos del Mioceno (Burdigaliense), constituídos principalmente por molasa, que descansan en discordancia sobre los estratos plegados del Paleozoico y el Mesozoico (9), (5), (6). Los estratos miocénicos, cuyo máximo buzamiento, observado en la porción SW. de la isla, es de 10° , han venido afectados por movimientos tectónicos (10).

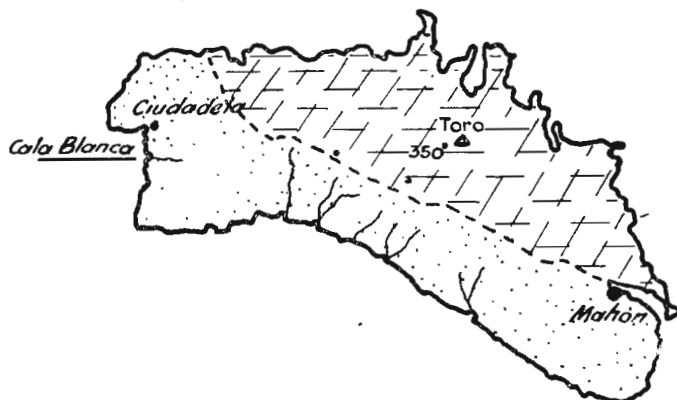


Figura 1.—MENORCA

Punteado.—Plataforma de calizas y molasas miocenas

Rayado.—Zona montañosa constituida por estratos paleozoicos y mesozoicos plegados con vergencia W.

Las notables diferencias litológicas y estructurales entre ambas porciones, repercuten extraordinariamente en la morfología y el paisaje de la isla. En la región NE. de la misma, y al actuar la erosión sobre los terrenos plegados, ha modelado un país de colinas (Monte Toro, 358 m., máxima altura de la isla) formadas por los materiales más duros de las escamas, mientras los materiales blandos han dado lugar a suaves pendientes repletas de cultivos.

En la región SW., por el contrario, se ha formado una extensa plataforma casi horizontal, surcada por profundos barrancos de verticales paredes. La agricultura es en ella difícil, y el labrador, antes de poder utilizar las escasas arcillas, se ve obligado a arrancar la costra caliza de exudación.

Como es natural, tan acusadas diferencias estratigráficas y geomorfológicas, repercuten notablemente en la Geografía humana: la vivienda rural es mucho más pobre y notablemente más escasa en la porción SW. de la isla.

A excepción de la cueva de Na Pulida, que se abre en las calizas jurásicas del cabo Pentinat (Fornells), las restantes formaciones espeleológicas conocidas en la isla de Menorca, se hallan asentadas sobre la plataforma miocénica del SW. Las cavernas de Parelleta (Es Caramells, S' Aygo, Na Figuera), objeto del presente trabajo, se hallan situadas en pleno Mioceno, pocos kilómetros al S. de Ciudadela, en la proximidad de la línea de costa y en íntima relación con la misma, por lo que nos ocuparemos brevemente de ella.

b) *Características morfológicas de la costa SW.*

Las porciones de costa correspondientes a las dos unidades estructurales anteriormente citadas, difieren fundamentalmente en su morfología: la costa NE., debido a la variedad litológica de la misma, es sumamente recortada, presentando notables accidentes; la costa SW., por el contrario, presenta una morfología monótona, con escasos accidentes geográficos y aún estos de escasa importancia.

La mayor parte de esta última, se halla formada por un acantilado de 4-20 m. de altura que, en algunos lugares, viene substituído por grandes arenales. La línea de costa que se extiende desde Ciudadela al cabo Dartuch es rectilínea, orientada N.-S. y presentando como accidentes principales pequeños estuarios, orientados E15N, en la desembocadura de los arroyos, todos ellos torrencia-

les, tipo «rambla» (en toda la costa SW. solo hay una excepción, el arroyo de Sta. Saldana, en la parte S. de la isla, que lleva un caudal más o menos perenne).

El examen de un corte vertical de la costa de la región de Parelleta, lugar que nos interesa particularmente por hallarse enclavadas en él las formaciones espeleológicas objeto del presente estudio, pone de manifiesto la existencia de los siguientes elementos: 1.—Una plataforma de 10-30 m. de anchura sumergida unos 3-4 m. bajo las aguas, terminada en brusco escalón, y presentando encajados antiguos talwegs subaéreos; 2.—Un cantil oscilando alrededor de los 12 m. de altura, que separa la plataforma citada anteriormente, de la que vamos a describir a continuación; 3.—Una amplia plataforma, antigua superficie de abrasión, con una pendiente inferior al 1 por 100, superficialmente kastificada con lenar, cuyas oquedades, a cierta distancia de la costa, se han rellenado con arcillas; 4.—A 75 m. del cantil, sobre la plataforma, existe una pequeña duna con profusión de restos de moluscos actuales; y 5.—Sobre la misma plataforma se hallan algunos grandes bloques, oscilando entre los 0,5-4 m.⁸ que guardan gran similitud con los observados sobre la plataforma de abrasión actual.

Como puede deducirse de todas las anteriores observaciones morfológicas, la costa SW. de Menorca se ha hallado sometida a diversos procesos de hundimiento y levantamientos sucesivos; sin embargo, las conclusiones definitivas a este respecto, se dejan para el final del presente trabajo, ya que la resolución de varios problemas viene facilitada por el conocimiento de la evolución de las cavidades hipogeas.

c) *Estratigrafía*

Toda la plataforma SW. se halla formada por el Mioceno transgresivo, constituido por molasa con abundante fauna malacológica, que permite datarlo como Burdigaliense. La estratigrafía del mismo es, de abajo arriba, como sigue:

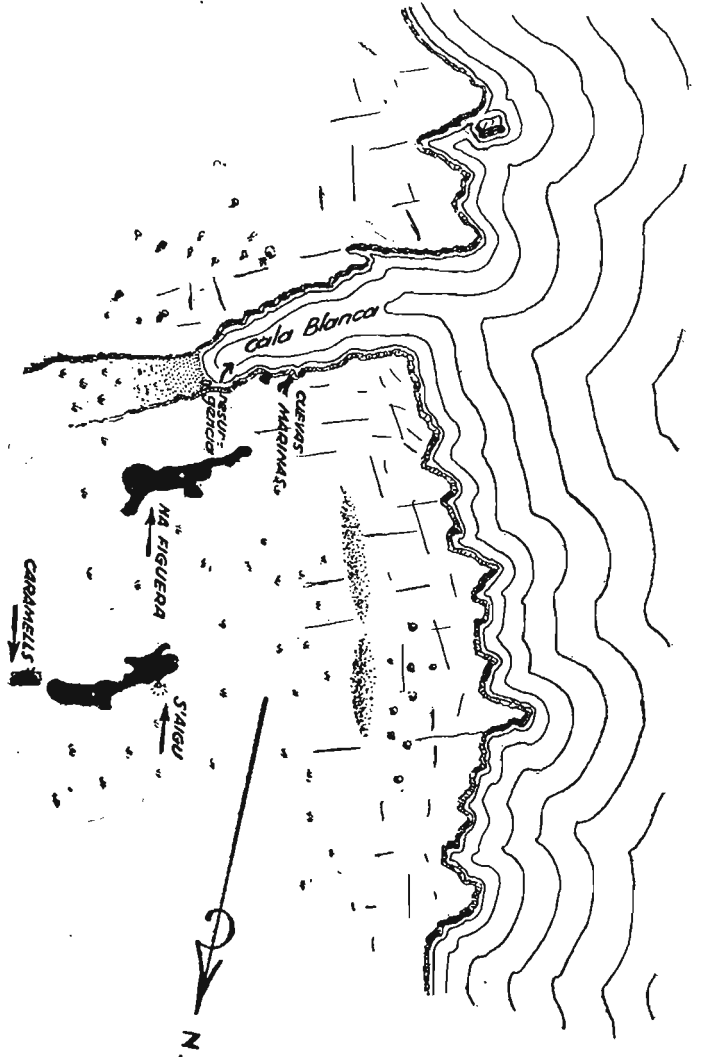


Figura 2

Conglomerado.	7-10 m.
Calizas amarillentas, con <i>Clypeaster</i> , moluscos y algunos cantos.	6-15 m.
Molasas con fauna abundante.	5-15 m.

En la Cala Blanca, el cantil se halla formado por el estrato de molasas, muy uniforme litológicamente y con un muy leve buzamiento al SSW.

d) *Especiales características del Karst de Parelleta.*

Estas molasas difieren fuertemente de la caliza por su permeabilidad, lo que da un carácter muy especial al Karst de Parelleta: en efecto, además de la circulación hídrica en conductos independientes, habrá que considerar una especie de superposición de verdaderos mantos freáticos. Tendremos, por consiguiente, dos tipos de permeabilidad: 1.—Permeabilidad por fisuración (permeabilidad en grande) y 2.—Permeabilidad por porosidad (permeabilidad en pequeño). En efecto, las molasas de Parelleta presentan una capacidad de absorción de 17 l. por m³. Estos datos permiten clasificarlas como francamente permeables.

e) *La diaclasación.*

Apesar de lo dicho anteriormente, la formación de cavidades en la molasa miocénica se debe exclusivamente a la fisuración; la permeabilidad adicional no contribuye más que a imprimirle un carácter especial.

Ello es evidente, ya que la simple permeabilidad en pequeño llevaría a un estado de saturación hídrica de la roca, en la que serían imposibles todo proceso erosivo o corrosivo, al menos en profundidad.

Dado el importante papel que la diaclasación juega en la evolución kárstica de Parelleta, nos ocuparemos con algún detalle de la misma.

El resumen de los datos tomados sobre el terreno viene expuesto en el gráfico de la fig. 3. En el mismo se condensan los resultados de siete estaciones, verificadas todas ellas en la costa SW. y S. en los alrededores de las formaciones espeleológicas.

Puede observarse el predominio de los sistemas de diaclasas N5W, E30W y E-W. El más importante es el sistema E30N, que ha sido fundamental, no solo porque ha marcado las directrices de las cavidades subterráneas abiertas en esta dirección, sino porque asimismo, siguiendo dicho rumbo, se han abierto las profundas

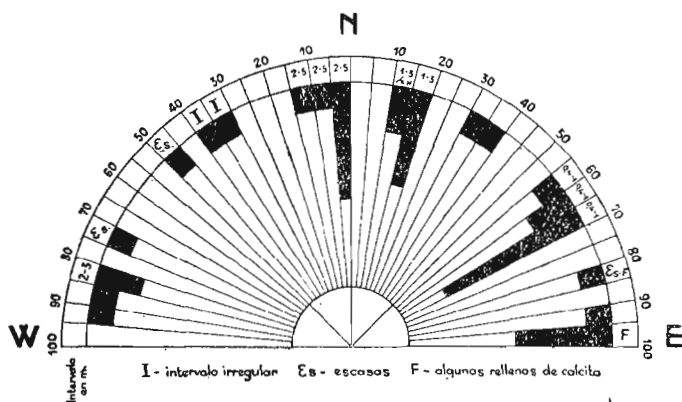


Figura 3

calas costeras, como Cala Blanca. Gran parte de las diaclasas aparecen rellenas de filones de calcita, probablemente por exudación, lo que es indicio de un pretérito clima cálido y seco.

No se observan movimientos verticales y únicamente algunas diaclasas de orientación E-W son de labios abiertos (paraclasas).

II ESPELEOGRAFIA Y ESPELEOMORFOLOGIA

El conjunto de formaciones hipogeas que constituye el aparato kárstico de la región de Parelleta (cueva Des Caramells, cueva de s' Aygo, cueva de Na Figuera, cuevas Marinas I y II de Cala Blan-

ca y resurgencia submarina de Cala Blanca) se halla dispuesto muy densamente: las cuevas de s' Aygo y Des Caremells son prácticamente contiguas, distando ambas solo 175 m. de la de Na Figuera y ésta, a su vez, se halla únicamente a 100 m. del conjunto de cavidades marinas.

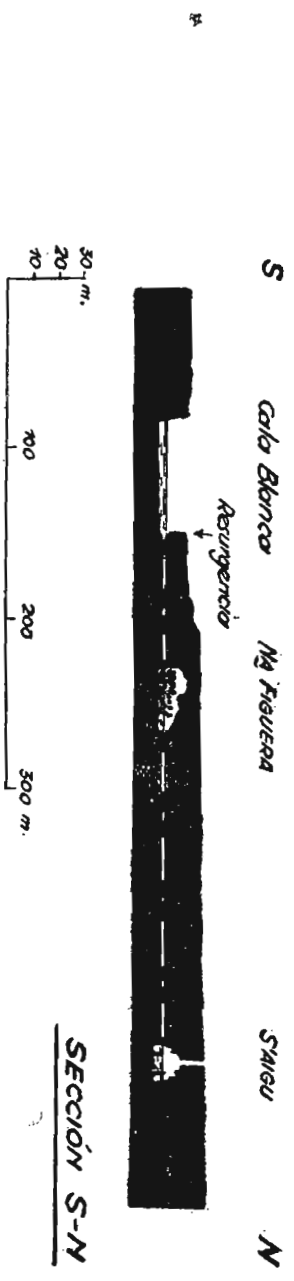
1.—CUEVA DES CARAMELLS

Atravesada la boca de la caverna, orientada N20E, se descien- de por un talud de 36° de inclinación, llegándose a una amplia sa- la ornamentada por bellas concreciones columniformes. En reali- dad, toda la caverna se halla constituida por una única cavidad, de 40 m. de longitud, según la dirección N 10 E, por 20 m. de an- chura, según la dirección N 10 W, que ha sido posteriormente subdividida en tres regiones por la litogénesis.

La zona más occidental de la cueva, cuyo final es de muy difi- cil exploración, presenta únicamente una muy desarrollada morfo- logía de reconstrucción, ligeramente decalcificada, hallándose el piso ocupado por una gruesa capa de arcilla.

La parte más espaciosa es la región central, en la que se apre- cia una clara superposición de procesos clásticos y litogénicos, y desde la que puede observarse claramente el origen detrítico de la boca de la caverna. Es de consignar, que entre los abundantes ma- teriales clásticos que recubren casi todo el piso de la cavidad, se hallan multitud de fragmentos de concreciones, que han sido ul- teriormente cementados, junto con los fragmentos de molasa, lo que es claro indicio de dos procesos litogénicos, separados por una fase clástica.

Sin embargo, la región más interesante de la cueva es el extre- mo oriental de la misma. En efecto, en tal lugar, y después de for- zar una angostura hacia el N. en forma de laminador, se alcanza una pequeña oquedad con claros signos de erosión en el techo. Esto es un elemento de juicio muy importante para dilucidar la morfogénesis de la caverna, ya que es el único lugar de la misma en donde se hallan signos de un proceso glyptogénico.









CUEVA DE "S'AIGU" Y CUEVA "DES CARAMELLS" (Parelleta) MENORCA

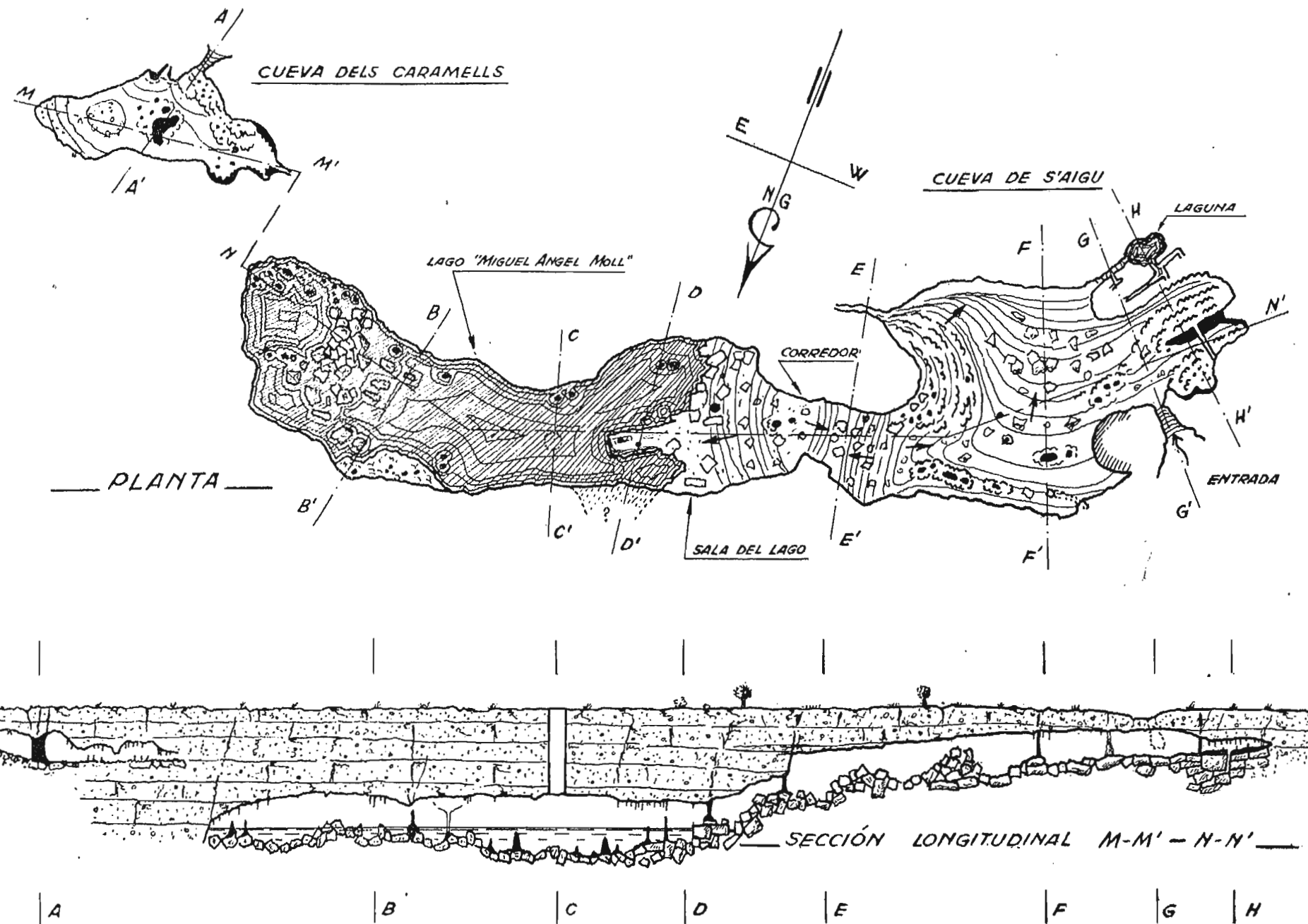
Plano geomorfológico levantado por JOSÉ M^a THOMAS CASAJUANA Y JOAQUIN MONTORIOL POUS

1948

Signos convencionales

-  Sentido de la pendiente
-  Derrubios de grandes bloques
-  a - Pared desnuda, b - Crosta estalactítica
-  c - Estalagmitas ó columnas
-  Moidas estalagmíticas
-  Agua

Escola gráfica



SECCIONES TRANSVERSALES

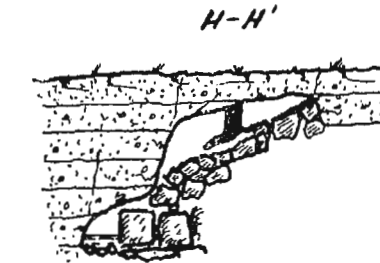
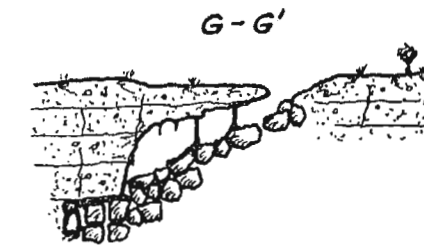
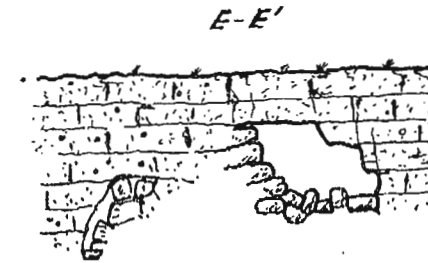
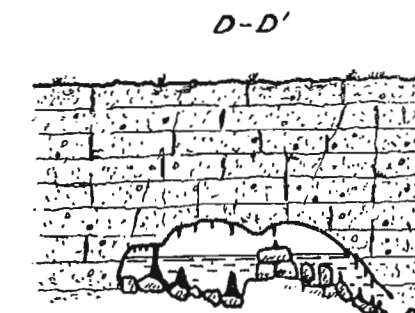
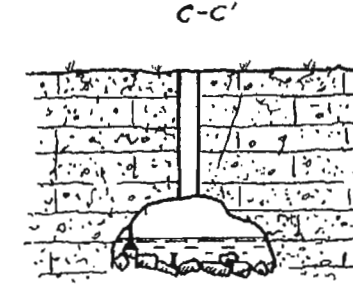
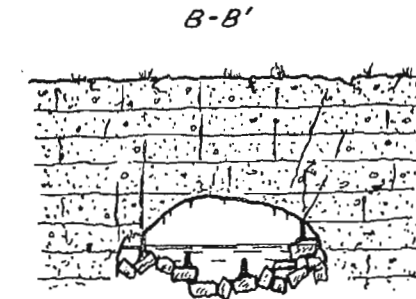
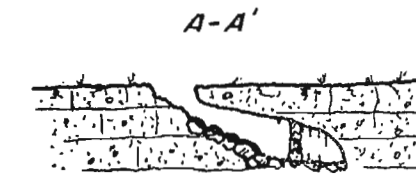


Figura 5

2.— CUEVA DE S' AYGO

La cueva de s' Aygo, la más septentrional de las cavidades de Perelleta, es una amplia cavidad de más de 3.000 m.² de superficie, cuyo mayor interés radica en el lago Miguel Angel Moll, que, con sus 1.200 m.² de superficie, ocupa el segundo lugar entre los lagos subterráneos de nuestro país (*).

Toda la caverna se halla constituida, en realidad, por una única cámara de 157 m. de longitud por 35 m. de anchura máxima, que, posteriormente, ha sido dividida en tres regiones por los procesos clásticos.

Primera región: La Cámara Oeste y cavidades accesorias.—Se trata de una amplia oquedad de 50 m. por 35 m. cuyo piso, formando pendiente hacia el NE., se halla constituido por una gran colada de bloques, cementados en su porción superior. Es en esta cavidad que desemboca la entrada de la caverna (**), que no es más que una abertura secundaria de origen clástico.

La porción más occidental se halla multipartida en numerosas cavidades accesorias, debido a los procesos quimioclásticos. En las inferiores, de difícil y arriesgada exploración, existe una pequeña laguna, y unos reducidos conductos acuíferos entre bloques, cuyas aguas presentan una muy ligera corriente hacia el SW.

Segunda región: El corredor.—Es una galería de 35 m. de longitud por 13 m. de anchura máxima, que pone en comunicación la cámara que acabamos describir, con la Sala del Lago.

El techo muestra escasas manifestaciones del proceso litogénico, por lo que son muy claramente observables en el mismo los sistemas de diaclasas. Las paredes septentrionales presentan asimismo escasas formas reconstructivas, mientras que, por el contra-

(*) El mayor lago subterráneo de España es el Lago Miramar, en la cueva del Drac (Mallorca), que es al mismo tiempo el mayor lago subterráneo del mundo.

(**) También se puede penetrar en la cueva por un pozo artificial que desemboca sobre el lago Miguel Angel Moll.

rio, las meridionales acusan una muy desarrollada morfología quimiolitogénica.

El piso, notablemente sobreelevado en relación con el de la Sala del Lago, se halla formado por una ingente acumulación de materiales clásticos, que dejan entre sí pequeños trozos de muy difícil descenso, insinuándose por los cuales se alcanza en varios puntos, el nivel acuifero correspondiente al lago.

En su parte terminal, el corredor se expansiona en la Sala del Lago, formando su piso un escalón de brusco descenso.

Tercera región: Sala del Lago.—Magnífica cavidad de sorprendente belleza y considerables magnitudes (85 m. por 22 m.) que se presenta casi totalmente ocupada por el lago Miguel Angel Moll, de 1.200 m.² de superficie, cuya exploración efectuamos con el auxilio de botes neumáticos portátiles.

El fondo del lago se halla formado por un caos de bloques sobre el que se han asentado formas reconstructivas, algunas de las cuales emergen fuera de las aguas. Hacia el E. el espesor del caos de bloques sub-acuático es tal, que los materiales clásticos forman una pequeña, pero accidentada isla. La bóveda que se extiende sobre la capa acuosa presenta signos glyptogénicos, en forma de verdaderas concavidades de erosión, y no producto de la corrosión u otras causas (20).

3.—CUEVA DE NA FIGUERA

Al igual que la vecina cueva de s' Aygo, se trata de una primitiva cavidad multipartida por los procesos clásticos, a los que se han sumado, en este caso, los litogénicos. Debido a ello, y a pesar de que su eje mayor solo alcanza los 158 m. de longitud, posee una complicada topografía de detalle, que lleva su recorrido a más de 400 m. Para su descripción la consideraremos dividida en cuatro regiones.

Primera región: Nave principal.—Gran cavidad de 87 m. de longitud por 22 m. de anchura, totalmente iluminada debido a comu-

CUEVA DE "NA FIGUERA" (Parella) MENORCA

Plano geomorfológico

levantado por

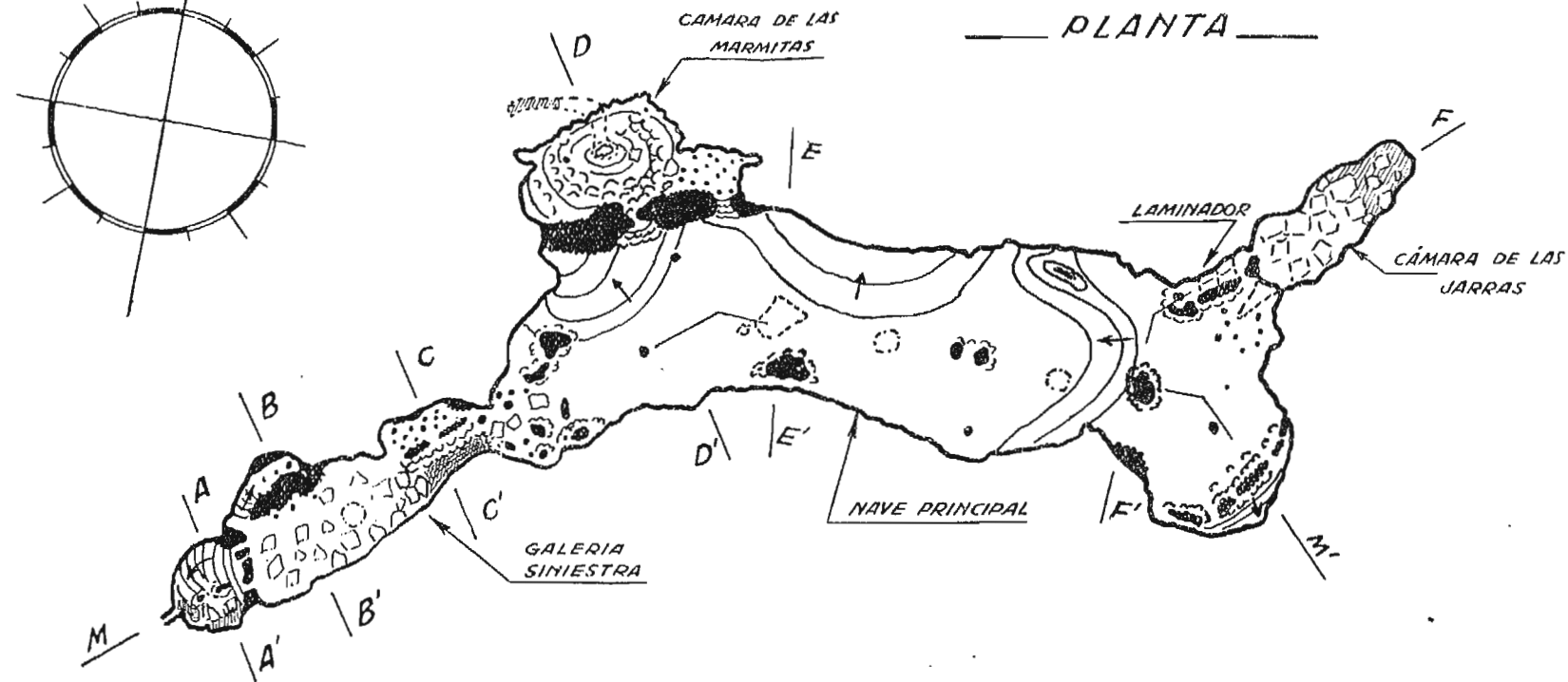
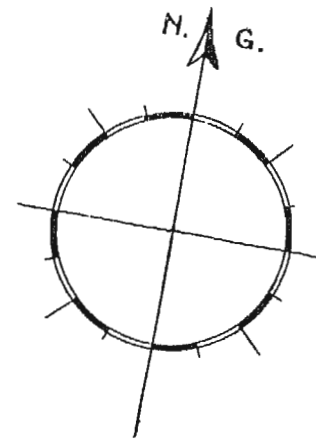
JOSE M^º THOMAS CASAJUANA

Y

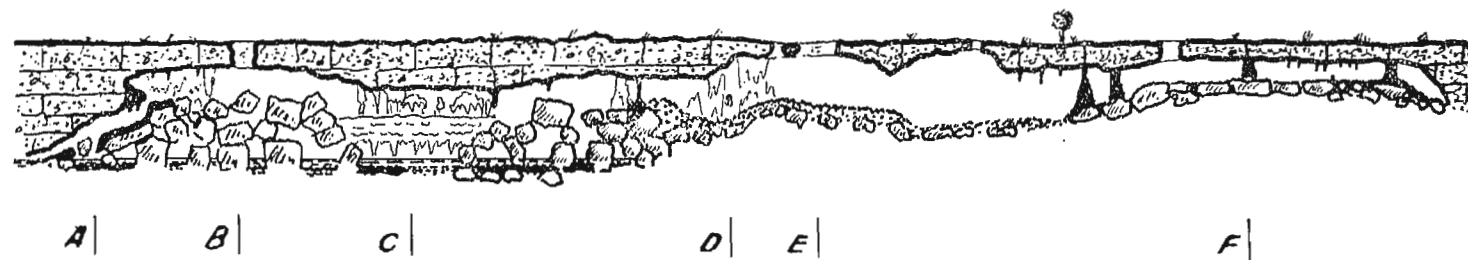
JOAQUIN MONTORIOL POLIS

1948

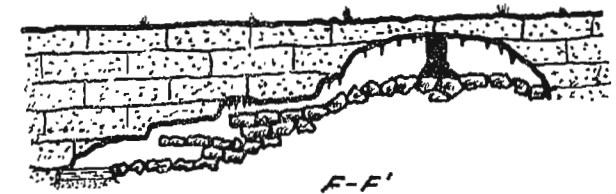
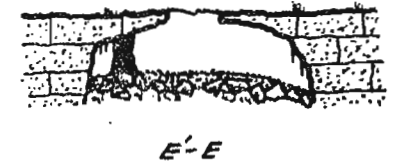
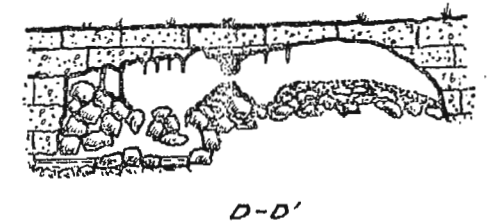
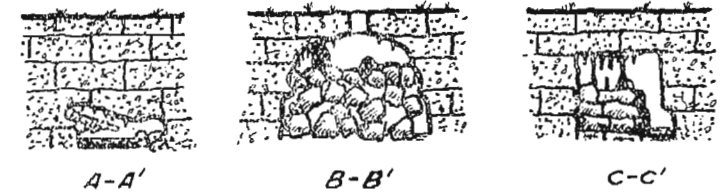
Signos convencionales



SECCIÓN LONGITUDINAL M-M'



SECCIONES TRANSVERSALES



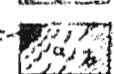
Sentido de la pendiente.



Derrubios de grandes bloques.



a - Pared desnuda, b - Crosta estalagmítica.



c - Estalagmitas o columnas.

a - Coladas, b - Agua, c - Macizo estalagmítico.

Escala gráfica



Figura 6

nicar con el exterior por cuatro aberturas superiores (una natural y tres artificiales).

La primitiva morfología de esta sala es casi totalmente inobservable a causa de haber sido utilizada como cantera (de ahí las aberturas artificiales, empleadas para la extracción del material) para la obtención de alabastro calizo, durante largos años. Según parece, la morfología de reconstrucción era antes la dominante; en la actualidad pueden apreciarse aún concreciones de revestimiento en las paredes. El piso se halla constituido por materiales clásticos, y algunos puntos de la bóveda presentan signos glyptogénicos de igual naturaleza que los de la Sala del Lago, de la cueva de s' Aygó.

Segunda región: Cámara de las marmitas.—Zona de la caverna totalmente inexplorada antes de nuestra visita, debido a que, para penetrar en ella, es preciso forzar una difícil gatera.

Se trata, en realidad, de una expansión de la Nave Principal, habiendo sido separada posteriormente de ella por una gruesa formación litogénica obstruyente. Su techo presenta grandes concavidades de erosión, mientras que su piso se halla formado por un ingente acúmulo de materiales clásticos, vírgenes de todo signo de glyptogénesis. En resumen, esta cámara viene a ser como una reproducción, a ínfima escala, de la morfología que pudimos observar en la Gran Caverna de la grandiosa Cueva del Agua de Sierra Arana (Granada) (19), (17).

Insinuándose por entre los grandes bloques puede alcanzarse, con mucha dificultad, el verdadero piso de la caverna, que se halla ocupado por una delgada capa acuosa.

Tercera región: Sistema de la Cámara de las Jarras.—En la porción NE. de la Nave Principal, y después de forzarse un laminador y dos difíciles gateras verticales, puede alcanzarse un conjunto de cavidades inferiores, cuyo piso, ocupado por una lámina de agua, corresponde al nivel de la capa acuosa de la Cámara de las Marmitas.

Cuarta región: Galería Siniestra.—Galería de 45 m. de longitud, que se abre en el extremo occidental de la Nave Principal.

Su bóveda y sus paredes se hallan totalmente tapizadas por las formas reconstructivas, mientras que su piso está constituido por grandes bloques de origen clástico, muchos de los cuales han sido ulteriormente cementados. Estos materiales se hallan disimétricamente repartidos respecto al eje: el piso de la mitad NW. de la galería se halla sobreelevado unos 5 m. respecto al de la mitad SE. En el fondo de la última se alcanza el verdadero piso de la cavidad, correspondiente al nivel ya citado en la Cámara de las Jarras y en la Cámara de las Marmitas, ocupado por una delgada capa de agua.

Hacia su porción terminal, la galería se expansiona en una oquedad que comunica con el exterior, a través de un pozo artificial. Al final de la misma existe un laminador en pendiente, por el que se alcanza nuevamente el nivel acuoso. La capa hídrica que, como ya hemos citado, puede alcanzarse en los puntos extremos de la cueva, carece de movimiento apreciable.

4.—RESURGENCIA SUBMARINA DE CALA BLANCA

Situada casi al fondo del estuario de Cala Blanca, en el pequeño cantil de su derecha hidrográfica, y apenas a 100 m. de la cueva de Na Figuera, se muestra como una resurgencia de regular potencia, por cuanto hacia el centro de la «cala», a más de 20 m. del cantil, el agua marina es aún de sabor dulce.

Su boca se abre cosa de un metro bajo las aguas, formando un pórtico de unos dos o tres metros cuadrados. Careciendo de escafandras autónomas, efectuamos algunos buceos sin ningún aparato, que solo sirvieron para poner de manifiesto que, para su exploración, era imprescindible el empleo de aquéllas.

5.—CUEVA MARINA DE CALA BLANCA NUM. 1

Unos 30 m. al W. de la resurgencia submarina, en el cantil de molasas miocénicas, se abre un amplio pórtico que da entrada a

una cavidad de 15 m. por 18 m., totalmente ocupada por las aguas marinas.

Su exploración, realizada a nado, puso de manifiesto que no se trataba de ningún fenómeno kárstico, sino simplemente de una cueva de abrasión marina.

6.—CUEVA MARINA DE CALA BLANCA NUM. 2

Muy cercana a la anterior esta cueva, de muy difícil exploración, situada a poca altura sobre las aguas, presenta una característica morfológica de resurgencia. En efecto, su sección demuestra, teniendo presentes los principios de Chevalier (3), que las aguas siguen siempre la dirección interior-exterior.

Su piso se halla ocupado por un regular espesor de cantos rodados, sobre los que el agua marina, que alcanza fácilmente la cueva en días de temporal, ha acumulado un reducido espesor de arena.

III.—ESPELEOMETEOROLOGIA

El estudio meteorológico de las formaciones hipogeas de la región de Parelleta es de muy escaso interés. El hecho de que sus bocas se abran todas a igual altura (1), (14), (15), (16), (21), (22) y sobre una extensa superficie totalmente horizontal, y de idéntica insolación, excluye toda posibilidad de existir una termocirculación del aire. Además, por otra parte, el que existan en ella multitud de comunicaciones artificiales con el exterior, hace que los datos registrados vengan notoriamente falseados. Es por todo ello que casi nos limitaremos a exponer los valores de las observaciones efectuadas.

1.—*Cueva Des Caramells*.—Datos correspondientes al extremo E. de la cavidad: $t^{\circ}=24^{\circ}$ C, Hr=68 $\%$, aire calma.

2.—*Cueva de s' Aygo*.—Datos correspondientes al extremo W. de la cueva (parte más profunda): $t^{\circ}=19,5^{\circ}$ C, Hr=95 $\%$, aire cal-

ma. Datos correspondientes al Corredor: $t^{\circ}=24^{\circ}$ C, Hr= 75% , aire calma. Datos correspondientes a la Sala del Lago: $t^{\circ}=19,5^{\circ}$ C, Hr= 100% , aire calma.

3.—*Cueva de Na Figuera*.—Datos correspondientes a la Nave Principal—centro—: $t^{\circ}=25^{\circ}$ C, Hr= 76% , aire calma (variaciones en la repartición térmica: N. $t^{\circ}=22^{\circ}$ C; E. $t^{\circ}=25^{\circ}$ C; W. $t^{\circ}=21^{\circ}$ C). Datos correspondientes al extremo W. de la Galería Sinistra: $t^{\circ}=20^{\circ}$ C, Hr= 97% .

Durante las observaciones, los datos externos se mantuvieron casi constantemente a $t^{\circ}=30^{\circ}$ C, Hr= 59% .

El conjunto de los valores térmicos registrados, pone claramente de manifiesto la gran influencia del poco espesor de las molasas que forman las bóvedas de las cavernas. En efecto, a él y al gran valor alcanzado por la insolación durante el mes de agosto en la isla de Menorca, hay que atribuir los valores de 24° C y 25° C, que no habíamos registrado jamás en cavidad subterránea alguna.

El agua que ocupa el fondo de gran parte de las formaciones, se halla a la temperatura de 18° C; es precisamente debido a su influencia el valor algo más bajo de la temperatura en las oquedades ocupadas por la misma ($19,5^{\circ}$ C a 20° C).

IV.—ESPELEOMETRIA

	<u>S' Aigo</u>	<u>Caramells</u>	<u>Na Figuera</u>
Superficie.....	3.065 m. ²	350 m. ²	2.830 m. ²
Perímetro.....	490 m.	95 m.	360 m.
Longitud de galerías.....	215 m.	38 m.	250 m.
Máxima profundidad del piso bajo el terreno.....	21 m.	9 m.	14 m.
Superficie del lago Miguel Angel			
Mol.....	1.200 m. ²		
Longitud.....	82 m.		
Profundidad máxima.....	4,40 m.		

De las cifras que se exponen, puede verse que la mayor de las cavidades es la cueva de s' Aigo, que además tiene el atractivo de contener el lago Miguel Angel Moll, el segundo en superficie de España.

V.—MORFOGENESIS

De las observaciones que se han ido reseñando en el capítulo dedicado a espeleografía y espeleomorfología, se pueden deducir varias consecuencias que permitirán dilucidar la evolución de las cavidades objeto del presente estudio.

Ya en una visión de conjunto de las tres cavernas, destacan enseguida dos características importantes, comunes a todas ellas:

La primera, es la de que han sufrido una evolución paralela, lo que nada tiene de particular debido a su proximidad y a abrirse en terreno de idénticas condiciones litológicas. A pesar de no comunicarse, forman, pues, en conjunto, una unidad. Es por ello, que desarrollaremos su morfogénesis en conjunto y no aisladamente.

La segunda característica evidente es el gran predominio de los procesos clásticos sobre las demás. Esto resalta especialmente en s' Aigo y Na Figuera en donde el techo forma la clásica parábola de hundimiento, sobre un suelo de bloques formando montículo. El perfil teórico es el representado en la fig. 6, cuyo mejor exponente se encuentra en la sala Luis Armand y Cúpula Moragues de las famosas cuevas del Drac de la vecina isla de Mallorca. En la cueva de s' Aigo, puede verse, más o menos enmascarado, en los perfiles CC' y DD' del lago, y FF' de la Cámara Oeste; y en la de Na Figuera, en las secciones DD', EE' y FF' de la Nave Principal.

Pero la existencia de abundantes concreciones entre los bloques caídos y las señales de erosión observables en algunas bóvedas, permiten deducir una evolución mucho más complicada, que resumimos a continuación.

En primer lugar, se observan en muchos lugares del techo y

paredes de las tres cavernas, que no han sido afectadas por ulteriores hundimientos, fuertes señales de erosión. Particularmente son dignas de mención las magníficas oquedades invertidas de la cámara denominada, por este motivo, de las Marmitas. Ahora bien, se presenta inmediatamente el problema de conjugar la magnitud de las grandes bóvedas erosionadas con los escasos caudales que, dada la situación de las cavernas, podían circular en tiempos preteritos, aún suponiendo un clima mucho más húmedo que el actual. La explicación que damos a este fenómeno, es la de que el agua circulando a presión, formó, en el primer estadio, una serie de conductos acuíferos anastomosados que, agrandados en otra fase posterior de circulación libre, se intercomunicaron por progresivos hundimientos de la roca que los separaba. Ello, por otra parte, sirve para explicar la paradójica morfología de la Cámara de las Marmitas, cuyo origen sería, por lo tanto, un proceso glypto-clástico (17).

La fase de circulación libre del agua determinó un avance en profundidad de las diversas galerías, y, al quedar en seco la parte superior, se produjeron repetidos hundimientos que dieron a las cavidades el aspecto que hoy día presentan.

La circulación hídrica continuó a través de los conos de bloques, como lo atestiguan los signos de erosión que se observan en la parte inferior de los mismos, especialmente en la cueva de Na Figuera, y que es de suponer existen en la de s' Aigo aunque inobservables por estar más invadida por las aguas.

Mientras que, como ya hemos citado, en la parte inferior de las cavernas continuaba la circulación hídrica con ligero proceso glyptogénico, en la parte superior y sobre los bloques, las infiltraciones de agua provenientes de las bóvedas desarrollaban un proceso reconstructivo, en forma de estalagmitas, estalactitas y columnas, e incluso algunas coladas que recubrieron parcialmente los caos de bloques. Este proceso es todo lo importante que puede pedirse, dada la escasa potencia del estrato rocoso que separa las oquedades del nivel del terreno.

A partir de este momento, un progresivo hundimiento de la costa hizo elevarse el nivel de base muy encima del fondo de las cavernas, que quedaron parcialmente inundadas. Buena prueba de ello es la existencia, en el lago Miguel Angel Moll, de bellas columnas sumergidas en el agua y de múltiples estalagmitas que apenas afloran del nivel acuífero actual.

El hecho de no encontrarse las típicas formaciones de «gour» en los bordes de dicho lago, hace suponer que la inundación de las cavidades se efectuó en período seco, en el que la litogénesis antes citada había terminado. Por el contrario, la observación de bloques estalactíticos entre los caos de materiales clásticos, hace suponer un segundo proceso de hundimiento cohetáneo de la transgresión en la costa menorquina.

Ulteriormente, y continuándose en la actualidad, se desarrolló un débil proceso reconstructivo, cuyas formaciones destacan de las antiguas por su color blanco que contrasta con el rojizo de aquéllas.

En los caos de bloques han existido movimientos de soliflución (11), (19), que quedan bien patentes en el extremo W. de la cueva de s'Aigó (ver perfil HH' del plano general de dicha caverna). En este lugar hay una gruesa colada estalagmítica que ha sido partida, y a pocos metros una maciza columna que se apoyó sobre dicha colada, ha quedado suspendida, debido a que han descendido los bloques sobre los cuales se asentaba. En la cueva Des Caramells se observan asimismo desplazamientos columnares.

El piso autóctono de las cavernas no es conocido, pues es imposible el descender en profundidad, debido a la cantidad de cantos acumulados y a que los intersticios vienen cegados, bien sea por la capa acuífera, bien sea por las coladas litogénicas. El espesor del estrato clástico puede ser considerable.

Por último, puede decirse que las tres cavernas estudiadas están en una fase senil, caminando rápidamente hacia su próxima desaparición por hundimiento de las bóvedas, que en algunos puntos sólo presentan espesores de 0,5 m. Precisamente todas las

entradas a las mismas (aparte las artificiales) tienen por origen hundimientos del techo.

La cueva Marina II de Cala Blanca parece ser la antigua resurgencia del sistema de cavidades, cuando circulaba bajo presión. Más tarde fué abandonada en favor de la nueva resurgencia, a cota más baja, que llegó a fluir en conducción libre, siendo luego afectada por la transgresión marina, por lo que, actualmente, la corriente acuífera desemboca al mar bajo bóveda sifonante, a 1,5 m. por debajo del nivel de las aguas.

A continuación se resumen las diversas fases de la evolución del sistema de cavernas, relacionándolo con los movimientos de la costa, las condiciones estructurales y los posibles cambios climáticos:

FASE	EVOLUCION DE LAS CAVIDADES	CAUSAS CLIMATICAS Y ESTRUCTURALES
1. ^a	Erosión por conductos hídricos anastomosados.	Clima húmedo. Mayor distancia vertical y horizontal al mar.
2. ^a	Transición a río subterráneo libre. Intercomunicación de los conductos.	id. id.
3. ^a	Procesos clásticos en las zonas superiores, continuando el avance en profundidad del talweg hipogeo. Abandono de la resurgencia de la Cueva Marina n.º 2. Litogénesis en las partes altas. Abandono de la Cueva Des Caramells.	Transición a clima más seco.
4. ^a	Reducción del caudal circulante y por tanto de la glyptogénesis. 2.º Proceso clástico e inmersión de la parte baja de las cavidades.	Clima seco. Hundimiento de la costa; transgresión máxima.

VI.—HIDROLOGIA SUBTERRANEA ACTUAL

A primera vista se observan dos hechos contradictorios: el primero es la ausencia de corrientes perceptibles en el agua contenida en las cavernas, que aparenta inmovilidad absoluta o casi absoluta; y el segundo es la existencia de la resurgencia submarina, seguida a sólo unos 80 m. de la cueva de Na Figuera, cuyo caudal no ha podido medirse, pero que se presume de cierta importancia ya que en la bóveda sifonante, que mide unos dos o tres metros cuadrados, se percibe claramente la corriente, y la diferencia térmica entre el agua dulce y la marina se nota a más de 30 m. de dicha boca.

La hipótesis que formulamos es la siguiente: más que la existencia de un río subterráneo, dado que las precipitaciones del clima actual no lo explicarían suficientemente, creemos en la existencia de un manto acuífero, ya que las molasas presentan, como hemos citado al principio de este trabajo, permeabilidad por porosidad. Las cavidades actuales, formadas por la evolución del antiguo río hipógeo explicable en climas mucho más húmedos, al sobrevenir el hundimiento de la costa quedaron en parte por debajo del nivel hipsométrico de dicho manto, por lo que ejercen la función de dren. Esta acción de drenaje viene facilitada por la diaclasación, actuando todas las soluciones de continuidad como colectores menores que afluyen a las cavidades.

Estas acumulan el agua vertiéndola al mar en Cala Blanca, (que no es más que el antiguo talweg de un torrente, inundado asimismo por la transgresión marina) mediante los antiguos conductos hídricos, hoy día impenetrables por estar situados en la parte de las cavidades que resultaron inundadas al descender la costa. La no observación de corriente alguna en el lago Miguel Angel Moll, se debe al gran volumen de agua acumulado (de 4.000 a 5.000 m.³), en comparación con el caudal de la resurgencia, que creemos debe oscilar entre los 25 y los 100 litros por segundo como máximo. Lo mismo ocurre con la cueva de Na Figuera, considerando además

que la circulación se efectúa en profundidad, entre los bloques, siendo solo visibles las capas líquidas superiores.

El sentido del drenaje es casi perpendicular al eje longitudinal de las cuevas, ya que la orientación de éstas, más que marcar la dirección del antiguo río hipógeo, viene dada por los sistemas de diaclasas que han marcado las directrices de los hundimientos.

RÉSUMÉ

Les formations spéléologiques de Perelleta (Ciudadela-Menorque) Grotte de S' Aygo, Grotta de Na Figuera, Grotte de Caramells, Grottes Marines I et II de Cala Blanca et réssurgence sous-marine de Cala Blanca, ouvrent leurs entrées dans les molasses miocenes qui en plongeant légèrement au SSW. forment le relief tabulaire de la partie SW. de l' ile.

Le Karst de Parelleta offre des caractéristiques particulières qui sont le résultat des conditions spéciales provoquées par le comportement hydrologique des molasses. En effet celles-ci présentent la superposition d' une perméabilité par fissuration sur une perméabilité par porosité. Il résulte donc, de ceci que, dans leurs premières phases, les cavités (qui ont une surface totale de 6.535 m.²) ont fonctionné comme un vrai appareil karstique et étaient traversées par des fleuves hipogés qui débouchaient dans la Grotte Marine II de Cala Blanca. Actuellement (climat plus sec) les cavités ne jouent plus que le rôle de drainage et absorbent l' eau d' imbibition des molasses. Cette eau est déversée dans la mer par la réssurgence sous-marine de Cala Blanca.

L' evolution des cavités est étroitement liée aux effondrements et aux elevations de la cote méditerranéenne qui ont provoqué des changements dans le niveau de base. On peut citer comme preuve de ces affaissements le fait que le niveau du lac est au dessus des formations stalagmitiques déposées lorsque le niveau piezométrique des molasses était plus bas.

SUMMARY

The entrances to the speleological formations at Perelleta (Ciudadela-Minorca), the S. Aygo cave, the Grotta de Na Figuera, the Caramella caves, the Marino caves I and II at Cala Blanca, and the submarine resurgence at Cala Blanca, open into the miocene molasses that, dipping slightly towards the SSW, form the tabular relief of the SW. part of the island.

The Perelleta Karst has peculiar characteristics, which are the result of special conditions in the hydrological formation of the molasses. Actually, these comprise a layer that is permeable through fissuration, with a porous layer superimposed upon it. Consequently, we are able to deduce that in their first phases the caves (which have a total surface area of 6.535 sq. metres) developed as a true karstic system, and were traversed by hypogene rivers, which emerged in the Marine Cave II at Cala Blanca. Today, owing to the drier climatic conditions, the caves no longer serve as a drainage system, but absorb the water taken in by the molasses. This water eventually reaches the sea through the submarine resurgence at Cala Blanca.

The evolution of these caves has been closely linked with rises and falls of the Mediterranean coast, which have been responsible for changes in their base level. The occurrence of such subsidences is proved by the fact that the present level of the lake is above that of the stalagmitic formations deposited when the water table of the molasses was lower than it is now.

BIBLIOGRAFIA

1. *Anelli (F.)* «Osservazioni di meteorologia hipogea nelle grotte di Castel Lueghi, presso Postumia». *Le Grotte d' Italia*, ser. 2.^a, vol. V. Trieste 1944.
2. *Batte (D.)* «The pleistocene ossiferous deposits of the Balearic islands». *Geol. Mag. Dec. VI*, vol. I. London 1914.
3. *Chevalier (P.)* «Distinctions morphologiques entre deux types d' erosion souterraine», *Rev. de Geog. Alp.*, T. XXXII, fasc. 3. Lyon 1944.
4. *Darder (B.)* «Algunos fenómenos cársticos en la isla de Mallorca». *Ibérica*, vol. XXXIII, núm. 818. Barcelona 1930.
5. *Falot (P.)* «Esquisse morphologique des illes Baleares. *Rev. de Geog. Apl.*, T. IX, fasc. 2. Lyon 1923.
6. *Falot (P.)* «Le problème de l' ille de Minorque». *Bol. Soc. Geol. de Franc.* 1923.
7. *Faura y Sans (M.)* «Las cuevas de Mallorca». Ediciones del Congreso Geológico Internacional. Madrid 1926.
8. *Fourmarier (E.)* «Quelques observations sur l' ornementation naturelle de deux grottes de l' ille de Majorca». *An. soc. Geol. de Bel. Liéje* 1926.
9. *Hermitte (E.)* «Etudes geologiques sur les illes Baleares». Comisión del Mapa Geológico de España, T. XV. Madrid 1888.
10. *Hollister J. S.* «La posición de las Baleares en las orogenias varisca y alpina». *Pub. Al. sobre geología de España*, trab. III. Madrid 1942.
11. *Llopis Lladó (N.)*, y *Gómezde Llarena, (J.)*. «Estudio geológico de la caverna Troskaeta-ko-kobea». *Munibe*, año I, fasc. 4. San Sebastián 1949.
12. *Llopis Lladó (N.)*, y *Thomas Casajuana J, M.^a* «La hidrología cárstica de los alrededores de Campanet». *Miscelánea Almera*. Barcelona 1948.
13. *Martel (É. A.)* «Les cavernes de Majorca». *Spelunca*, núm. 32. París 1903.

14. *Montoriol Pous (J.)* «Resultado de las observaciones espeleometeorológicas realizadas durante la exploración de la sima de los Esquirols». *Speleon*, año I, fasc. 3-4. Oviedo 1950.

15. *Montoriol Pous (J.)* «Estudio geoespeleológico de la sima de la Ferla». *Pirineos*, año IV, núm. 15-16. Zaragoza 1950.

16. *Montoriol Pous (J.)* «Estudio geoespeleológico del Forat de les Gralles». *Speleón*, año II, fasc. 2-3. Oviedo 1951.

17. *Montoriol Pous (J.)* «Los procesos clásicos hipogeos». *Rassegna Speleologica italiana*. Como (en publicación).

18. *Puig y Larraz (G.)* «Cavernas y simas de España». *Bol. de la Com. del Map. Geol. de España*, T. XXI. Madrid 1896.

19. *Thomas Casajuana (J. M.)* y *Montoriol Pous (J.)* «La Cueva del Agua». *Speleon*, año II, fasc. I. Oviedo 1951.

20. *Trimel (H.)* «Bemerkungen zur Frage des Entstehung von Kolken in Hölen. Die Höle, Zeitschrift für Karst und Hölenkunde, año I, núm. 1. Wien 1950.

21. *Trombe (F.)* «Gouffres et cavernes du Haut Comminges». *Trav. Sc. du C. A. F.* París 1943.

22. *Trombe (F.)* «Météorologie et hydrologie souterraine. Application aux massifs d' Arbas et Paloumére». *Annales de Spéléologie*. T. II, fasc. 2-3. París 1947.

23. *Verdaguer (M.)* «Balears». *Geog. Un. Gallach*, T. III. Barcelona 1929.