

PRIMERA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL POBLAMIENTO BENTONICO
DE LAS CUEVAS SUBMARINAS DEL LITORAL CATALÁN.

(Título abreviado: Bentos de las cuevas del litoral catalán)

- * Josep-Maria Gili
- * Ignasi Olivella
- * Mikel Zabala
- * Joandomènec Ros

SUMMARY

A FIRST CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE BENTHIC POPULATION OF THE SUBMARINE CAVES IN THE CATALAN LITTORAL

The karstic nature of Medes Islands (Girona, Spain) favors the presence of many underwater caves, well known to divers but not to scientists. This paper presents the first results of a study of two of them, chosen by its opposed features. The Túnel Llarg de la Meda Xica is a long and wide tunnel which runs across the Meda Xica island, allowing the circulation of water from North to South, whereas the Cova de la Vaca is a reduced and closed cave in the Meda Gran island. The topography of both cavities has been made, and a first series of visual, photographic and punctual samples of the living covering of the rocky ceilings and walls and of the rocky, sandy and silty floor of the tunnel, given some interesting preliminary systematic and ecological results, which are discussed.

- * Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. Gran Vía de les Corts Catalanes, 585. Barcelona, 7.

INTRODUCCIÓN

Dentro del programa general de estudio de las islas Medes (Girona; véase ZABALA et al., 1979, y OLIVELLA et al., 1979), se ha dedicado un especial interés a la prospección y estudio de las comunidades instaladas en el interior de cuevas submarinas, muy abundantes en esta zona de la costa catalana por la naturaleza cárstica de los materiales que la constituyen (véase BALCELLS, 1968; esta referencia es válida asimismo para otros datos generales sobre las islas Medes).

Hasta el presente no se había prestado ninguna atención especial por parte de los científicos hispanos al estudio de la fauna de estas formaciones geológicas, por lo demás conocidas por los aficionados al buceo, desde hace relativamente bastante tiempo (RIBERA, 1956; ADMETJLA, 1961, etc.), y sólo en algunos casos esporádicos hay referencias concretas en la literatura reciente (PROGRAMA DE BENTOS, 1972-1974). La utilización de la escafandra autónoma en biología marina tiene, entre otras, la ventaja de permitir el estudio de estas comunidades inaccesibles desde la superficie, lo que explica asimismo el grado relativamente elevado de "descubrimientos" taxonómicos que en los últimos 30 años se ha hecho sobre los pobladores de estas comunidades hasta hace muy poco mal conocidas.

Los estudios de cuevas submarinas son, pues, recientes, pero cuentan, sobre todo en el Mediterráneo, con una literatura abundante, que sólo someramente se intentará citar aquí. Entre los trabajos de tipo general destacan los de PÈRES & PICARD (1949), CORROY et al. (1958), LABOREL & VACELET (1958, 1959, 1961), LABOREL (1960), ZIBROWIUS (1971) y, sobre todo, la monografía de RIEDL (1966), en la que, incidentalmente, se estudian de modo somero algunas cuevas del litoral ibérico.

Algunos de los trabajos más interesantes desde el punto de vista sistemático son, asimismo, los siguientes: STARMÜHLNER (1955a, 1955b, 1968), ABEL (1959), SARÀ (1961a, 1961b), LEDOYER (1965), VACELET (1964), LARKUM et al. (1967), HARMELIN (1970), POULIQUEN (1972), ZIBROWIUS & SALDANHA (1976), ZIBROWIUS (1978), entre otros.

Con este trabajo se emprende por primera vez en España el estudio de las cuevas submarinas (se descartan, naturalmente, aquéllas cuyas características hidrográficas las hacen típicamente cuevas subterráneas inundadas, como la de La Falconera, en Garraf, Barcelona; PETIT, 1971; PONS, 1976).

Las cuevas de las islas Medes

La naturaleza cárstica del archipiélago de las islas Medes, así como del macizo litoral de Montgrí, favorece la existencia de torcas, cuevas y túneles, muchos de ellos total o parcialmente bajo las aguas. Una primera prospección realizada de modo sistemático de las cavidades submarinas de las islas Medes indica que aquéllas se sitúan de preferencia en los litorales NE y SE (fig. 1), que suelen corresponder asimismo a las zonas de mayores profundidades litorales (OLIVELLA et al., 1979). Dada la abundancia de cavidades en esta zona y la variedad limitada de sus características generales más aparentes, según se desprende de esta primera prospección, se eligieron para realizar el estudio sólo dos de ellas que se intentó que representaran características bien distintas, con la idea de partida de tomarlas en un futuro como cuevas-tipo a las que referir las demás. Se trata de una cueva pequeña (para las dimensiones de las cavidades del litoral costabravense, no para las cuevas que estudia RIEDL, 1966, por ejemplo) y de un túnel de grandes dimensiones.

La Cova Petita de la Vaca está situada en la Ensenada de la

Vaca (fig.2) de la Meda Gran. Tiene un volumen aproximado de 225 m^3 y una profundidad máxima de 17 m; después de la entrada, la cueva se estrecha rápidamente hasta llegar a una zona de circulación mínima de agua y de una cierta sedimentación, en el fondo de un pequeño pozo que marca el límite inferior de la cueva; el límite superior (0 metros) está constituido por una reducida cámara de aire.

El Túnel Llarg de la Meda Xica presenta una serie de características especiales, debidas sobre todo a sus grandes dimensiones (fig. 3): tiene 87 m. de longitud, su volumen aproximado es de 5585 m^3 y atraviesa la Meda Xica en dirección N-S. En su cara S presenta una serie de pequeñas bocas de entrada, a una profundidad media de 17 m. y sobre un fondo de pequeños bloques que desaparecen paulatinamente conforme nos alejamos de la entrada hacia el interior de la cueva. En la parte central de ésta se halla la zona más estrecha, a cuya nivel se encuentran varias chimeneas, la mayoría impracticables, que desde el techo llegan casi al nivel o m. En el fondo (suelo) del túnel y al nivel de esta zona comienza un sustrato de cajo orgánico y de guijarros, en sustitución del sustrato del tercio anterior del suelo del túnel, constituido por rocas (grandes fragmentos y bloques) y sedimentos finos que se acumulan en las zonas más favorables. La entrada N es de grandes dimensiones, con una altura de 15 m. y una anchura de 20; la profundidad es de 24 m., y el fondo del túnel es de arena con cajo orgánico, que hacia el interior forma una pequeña playa de acumulación muy característica.

Como sea que el sentido principal, si no único, de la corriente que recorre el túnel es N-S, los sedimentos de grano más grueso (y los restos orgánicos mayores) se hallan en el suelo de la parte N del túnel, y los más finos (fango, limos) sobre el suelo de la zona S (la sección del túnel a este nivel, mayor, hace que disminuya el flujo de la corriente, lo que facilita la deposición de los sedimentos que ésta transporta). La acción humana (véase más adelante) ha modificado en parte es-

ta zonación, en el sentido de sembrar de restos de coral y otros antozoos el suelo de todo el recorrido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de la cartografía y del estudio bionómico se ha aplicado en general la metodología seguida al efectuar los transectos en los fondos abiertos de las islas (ROS et al., 1976; ZABALA et al., 1979). El levantamiento topográfico del túnel y, en menor grado, el de la cueva, han requerido un método tedioso aunque remunerador, en el sentido de que los perfiles obtenidos (figs. 2 y 3) son, con mucho, lo más reales que es posible obtener, y difieren marcadamente de los aceptados hasta ahora (RIBERA, 1956; ADMETLLA, 1961; BALLESTER, 1971).

Se utilizaron cuerdas de plástico señalizadas metro a metro con chapas de madera (que flotaban, por tanto) para aplicar al perfil de las paredes y del techo, y cuerdas de cáñamo con chapas de PVC (lastradas) para el suelo. A partir de ellas se han realizado los perfiles longitudinales del túnel, al tiempo que servían para la localización y situación de las muestras realizadas posteriormente. En el resto de medidas efectuadas se han utilizado ampliamente cintas métricas enrollables y profundímetros de inmersión; equipos de dos o tres escafiandristas podían cartografiar una sección (se efectuaron en total ocho, además de los perfiles longitudinales) en una jornada de trabajo. Con los datos obtenidos se han levantado los planos de las plantas inferior y superior del túnel, además de las secciones transversales a lo largo del mismo (fig.3), que se han utilizado para elaborar la perspectiva axonométrica de la figura 4.

El estudio de los parámetros físicos no se ha abordado en esta primera fase; la extinción de la luz, la temperatura,

las corrientes y la intensidad de la deposición sedimentaria se han estimado de manera aproximada (véase comentario en ROS *et al.*, 1976), y se ha dejado para una fase posterior la compleja tarea del estudio hidrológico de la zona. Repetidos intentos de mantener un correntímetro de molinete durante un período de tiempo suficiente en el interior del túnel o en una de sus bocas de entrada, se vieron frustrados; estimas "indirectas" (velocidad a la que viajaban por el interior del túnel las nubes de sedimento, o las bolsas de plástico utilizadas para encerrar las muestras) y puntas indican, sin embargo, que la corriente es intensa, que corre siempre en sentido N-S, y que disminuye en aquellas secciones más anchas del trayecto, como cabía esperar y se ha indicado antes. La deposición de partículas finas y el acúmulo de sedimentos es, por lo tanto, más notable en estas zonas, y más en la sección S que en la N.

La temperatura de las aguas del interior del túnel no es apreciablemente distinta de la que se encuentra a las profundidades correspondientes en las aguas abiertas circundantes (hasta 12°C en invierno y hasta 22°C en verano a los 20 m; VALLESPINÓS *et al.*, 1976). La extinción de la luz es muy brusca en los primeros metros de las entradas del túnel, más en la boca S que en la N, por la topografía de la misma. Sólo en el mismo centro del recorrido del túnel puede hablarse de oscuridad "total", aunque existe un punto concreto desde el que, en condiciones favorables, se puede ver la luz en ambos extremos del túnel. Se justifica plenamente la división (que viene apoyada por los datos de recubrimiento animal) en cinco zonas: dos externas iluminadas, una central oscura y dos intermedias de semioscuridad.

El estudio bionómico se ha servido de muestros visuales, fotográficos y puntuales (ZABALA *et al.*, 1979); a la hora de escribir esta comunicación se han estudiado bien los dos primeros tipos de muestras y sólo someramente el tercero,

por lo que los resultados son provisionales. En los inventarios visuales se han reconocido las especies más fáciles de identificar a simple vista: algunas esponjas, cnidarios, poliquetos y bazoos, sobre todo, que son a la vez los pobladores más característicos y abundantes de esta comunidad (véase tabla I). Para estas especies se ha calculado el porcentaje de recubrimiento, o bien el número de individuos o de colonias por metro cuadrado, según los grupos. La consideración del número de individuos como unidad cuantitativa es un problema de difícil solución cuando se trata de organismos de nivel de organización (o de tamaño, simplemente) muy distinto, pero se ha adoptado este criterio para unificar en lo posible los resultados del muestreo y estimar el recubrimiento de las distintas especies a lo largo del túnel. Se han realizado inventarios distintos en techo, paredes y suelo (27 muestras, tres en cada sección del túnel), por las distintas características de estos sustratos. Los inventarios fotográficos siguen la misma tónica de los trabajos generales (ZABALA *et al.*, 1979), con la salvedad de que las superficies fotografiadas son menores, de 40 x 40 cm, por problemas de resolución de la imagen (GILI, 1979a). Se han efectuado asimismo 12 muestras clásicas por pelado de sustrato, divididas en grupos de tres (techo, pared, suelo), en cuatro zonas distintas a lo largo del túnel (fig. 3), así como otras 4 muestras en las paredes y el techo de la Cova Petita (fig. 2); véase OLIVELLA *et al.* (1979). La superficie pelada, en cada caso, era de 40 x 40 cm (paredes, techo) o bien de 100 x 100 cm (suelo); véase ZABALA *et al.* (1979).

RESULTADOS Y DISCUSION.

Los datos que se exponen en este trabajo corresponden a los estudios iniciales, todavía incompletos, de estas dos cuevas.

en especial del túnel, que siguen realizándose en la actualidad y que están proporcionando una gran cantidad de material cuyo procesamiento es lento. Un primer resultado, como se ha indicado antes, es la elaboración de una topografía fidedigna de las cavidades estudiadas (véase RIBERA, 1956; ADMETLLA, 1961; BALLESTER, 1971).

En el aspecto biológico, a pesar de lo somero del estudio de la Cova de la Vaca, y de lo esquilmados que se hallan las paredes y el techo del Túnel Llarg (desde hace bastantes años, y debido a la acción de rapiña de coraleros y buceadores aficionados), los primeros inventarios visuales y fotográficos, así como el estudio preliminar de las muestras puntuales, indican características faunísticas muy similares a las descritas por otros autores (LABOREL & VACELET, 1958; RIEDL, 1966; HARMELIN, 1970; POULIQUEN, 1972; ZIBROWIUS, 1978, etc.), que corresponden perfectamente a la biocenosis de las grutas semioscuras (GSO) y a la biocenosis de las grutas de oscuridad total (GO), en el sentido de PÉRES & PICARD (1964); véase también VALLESPINÓS *et al.* (1976).

En los inventarios visuales se han reconocido 74 especies, todas ellas características de las biocenosis estudiadas (Tabla I); según ZABALA *et al.* (1979), ello representa de un 15% a un 20% de las especies identificables a partir de muestreos puntuales; la comparación de las 8 especies de briozoos reconocidas *de visu* (Tabla I) con las 89 identificadas provisionalmente en las muestras puntuales (Tabla II) apoya esta estima.

El poblamiento del túnel es variado, y la distribución de las distintas especies de las biocenosis de cuevas oscuras y semioscuras refleja la zonación vertical (techo, paredes, suelo) y la horizontal (entradas, zonas de penumbra, zona oscura central) ya señaladas. Sobre esta doble zonación se

superponen los efectos e influencias de varios factores de importancia dispar, que permiten las siguientes generalizaciones sobre el poblamiento del Túnel Llarg.

- Hay una influencia notable de la biocenosis coralígena, típica y con un 100 % de recubrimiento, que se halla instalada a nivel de las dos entradas del túnel, sobre las comunidades asentadas en el interior de éste. Las especies de las zonas más iluminadas del túnel y de las cuevas semioscuras (entre ellas la Cova Petita) son las mismas que las de las paredes externas, y el recubrimiento es similar. Hay un empobrecimiento hacia el interior del túnel y de las cuevas grandes, paralelo a la disminución de la luz.

El recubrimiento sobre el suelo del túnel es inferior a un 20%; en la entrada S la presencia de organismos es mayor que en la N, donde, sobre el sustrato de arena y detritos orgánicos, la representación animal es escasa. Se trata casi siempre de especies caídas del techo y que, al parecer, arraigan sobre los bloques del suelo si se dan las condiciones mínimas de supervivencia (LABOREL & VACELET, 1960).

- A lo largo de las paredes del túnel y en su base hay una clara zona de empobrecimiento, caracterizada por un recubrimiento del 20 al 40%, con predominancia de poríferos. El conjunto parece constituir una gradación entre el poblamiento de las paredes y el del suelo.

En las paredes se alcanza el 100% de recubrimiento en todo el túnel; predominan sobre todo las esponjas, en especial en la zona central, pues en las entradas hay un mayor equilibrio entre los distintos grupos (POULIQUEN, 1972; véase la fig. 5).

- El techo del túnel es una zona bien diferenciada, con porcentajes elevados de recubrimiento (hasta el 100%) pero con menos disparidad en cuanto a los grupos representados. Hay una cierta diferencia a favor de los madreporarios, cuya presencia es mayor en las zonas más estrechas y menos iluminadas (ZIBROWIUS, 1978; véase figs. 5 y 6).
- El recubrimiento es inferior al 40% en las zonas más inaccesibles, menos iluminadas y con circulación de agua restringida, como las chimeneas situadas en las zonas centrales del túnel.
- Especies muy representativas de las biocenosis de cavidades semioscuras y oscuras, como Corallium rubrum y, en menor medida, otros cnidarios coloniales y arborescentes, presentan recubrimientos muy reducidos (fig.6), siendo muy rara la presencia de colonias grandes y bien desarrolladas, por razones que, en principio, nada tienen que ver con las condiciones ambientales y mucho con la explotación comercial (coraleo) o la depredación producida por el turismo submarino. Textos relativamente recientes para la inmersión con escafandra autónoma (RIERA, 1956; ADMETLLA, 1961, AUDIVERT, 1971, etc.) indican la gran abundancia de coral rojo sobre las paredes y techo del túnel, abundancia que hoy se ve reducida a algunas "matas" de pequeños tamaño. El método de muestreo, sin embargo, corrige en parte este hecho, al considerar el número de pies, o el recubrimiento por m²; efectivamente, el pie de las matas arrancadas suele permanecer, aunque a menudo es recubierto por otras especies.

Un primer análisis de la composición taxonómica de los organismos presentes en el Túnel Llarg permite asimismo unas consideraciones sobre los grupos más estudiados: esponjas (OLIVELLA, 1979), cnidarios (GILI, 1979b) y briozoos (ZABALA, 1979).

Hay, en primer lugar, una notable diferencia en el recubrimiento por parte de especies incrustantes o sésiles en general: cnidarios y esponjas dominan frente a los demás grupos. Los datos procedentes de los muestreos visuales se han resumido en los histogramas de la fig. 5, que expresan el recubrimiento de esponjas, cnidarios y restantes grupos de organismos (briozoos, ascidias, poliquetos, etc.) en el techo y las paredes del túnel. Estos datos, sobre todo los de esponjas (fig.5), los de briozoos (tabla II) y los de cnidarios (fig.5 y 6), indican una clara zonación a lo largo del túnel y que, por lo menos para los cnidarios, divide el túnel Llarg en cinco zonas longitudinales en base, sobre todo, a la iluminación, y en tres zonas verticales, ya comantadas. Las esponjas no parecen demostrar ninguna pauta concreta en el techo de la cavidad, pero en las paredes son menos abundantes en las zonas más iluminadas (fig.5). Para los briozoos se ha elaborado la tabla II que, a falta del estudio de la muestra 212, ha de considerarse asimismo incompleta. En cualquier caso, las especies se han agrupado según que se manifiesten de "amplia distribución" (presentes con abundancia similar sobre suelo, paredes y techos; éstas serían las especies más tolerantes), o bien resulten claramente de suelo, de paredes o de techo, aunque un grupo es intermedio. La gran cantidad de especies "no asignables" a ninguno de los grupos anteriores indica, sobre todo, presencias esporádicas o muy escasas de dichas especies.

En cuanto a los cnidarios, a lo largo del túnel predominan madreporarios y antozoos frente a hidroideos (fig.6). Los antozoos están mejor representados en las paredes y los madreporarios en el techo. Por grupos, estos últimos son los más constantes a lo largo del Túnel Llarg, y prefieren la zona intermedia de la cara sur (la menos iluminada), disminuyendo gradualmente hacia la cara norte. Las especies mejor representadas son Leptopsammia pruvoti, Caryophyllia inornata y Hoplantzia durotrix. En la zona central, más os-

cura, el porcentaje de recubrimiento de los madreporarios aumenta debido a la presencia de grandes colonias de Madracis pharensis y Polycyathus muelleriae (véase también ZIBRO WIUS, 1978).

Los antozoos prefieren las zonas más iluminadas, con lo que su recubrimiento es mayor en las entradas. Las especies más abundantes son Parerythropodium coralloides (cuya abundancia influye mucho sobre la del grupo en general, por su carácter recubridor), Parazoanthus axinellae y Corallium rubrum, del que ya se ha comentado su extremo empobrecimiento en colonias de tamaño "comercial". Los hidroideos están representados a todo lo largo del túnel, pero son más abundantes en las zonas inmediatas a las entradas. Las especies mejor representadas son Eudendrium racemosum, Halécium beani y Laomedea bicuspidata (fig. 6).

Los factores físicos, estimados según se ha comentado anteriormente, parecen explicar buena parte de la distribución de los distintos grupos. Los factores que más parecen influir son la circulación y la turbulencia del agua (LABOREL & VACELET, 1958; POULIQUEN, 1972; ZIBROWIUS, 1978; etc.), así como la iluminación (PÉRES & PICARD, 1964; RIEDL, 1966; etc.). Allí donde la circulación de agua es constante los porcentajes de recubrimiento son más elevados, y bajan en las zonas de chimeneas, con agua relativamente estancada; en las zonas de aguas corrientes y menos iluminadas, el recubrimiento llega al 100%.

Se ha comentado anteriormente el sentido de la corriente; cabe añadir que en la zona norte abundan las gorgonias (Eunicella, Paramuricea) alrededor de las bocas de entrada, mientras que faltan en la sur. Para la luz es evidente la preferencia de algunos grupos (antozoos, hidroideos) por las zonas más iluminadas, y la de otros (madreporarios, ZIBROWIUS; 1978; POULIQUEN, 1972) por las más oscuras. Finalmente, en las zonas

próximas al sedimento es notable una disminución en el recubrimiento animal, debido al material en suspensión; lo mismo es válido para toda la zona norte del túnel, en la que la sedimentación de material fino parece representar un factor limitante para la instalación o permanencia de los filtradores sésiles.

Los autores confían en que el análisis de las muestras que no han podido ser consideradas a la hora de escribir este trabajo, así como el estudio comparado de la Cova Petita, permitirán establecer un panorama más completo del poblamiento bentónico de las comunidades de cuevas oscuras en el litoral catalán.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. R. Margalef, a todos los componentes del equipo y a la Comisión Asesora de Presidencia del Gobierno, que financió el programa de estudio de las Medes. A nuestro compañero y excelente conocedor de los fondos submarinos del archipiélago gerundense, Josep-Maria Llenas, cuya ayuda ha sido decisiva para la realización de este trabajo. A todas las personas de L'Estartit que han colaborado a lo largo de los dos años de realización del Programa.

BIBLIOGRAFIA

ABEL, E.F. 1959. Zur Kenntnis der marinen Höhlenfauna unter besonderer Berücksichtigung der Anthozoen. Publ. Staz.zool.Napoli, 30 (supl.): 1-94.
ADMETLLA, E. 1961. La llamada de las profundidades. Juventud. Barcelona.
AUDIVERT, M. 1971. L'Estartit i les Medes. Biografia d'un poble de la Costa Brava. Montblanc-Martin. Granollers.
BALCELLS, E. 1968. Estudio de los biotopos de las Islas Medes. P. Centr. pir. Biol. exp., 2:91-147.

- BALLESTER, A. 1971. Proyecto para el establecimiento de un Parque-Reserva Submarino en las Islas Medes (Costa Brava, Gerona). Inm. y Ciencia, 3:7-33.
- CORROY, G., GOUVERNET, C., CHOUTEAU, J., SIVIRINE, A., GILET, R. & PICARD, J. 1958. Les résurgences sous-marines de la région de Cassis. La Fontaine de Vaucluse. Résultats scientifiques des explorations de 1955 et 1956. Bull. Inst. océanogr. Monaco, 1131:1-36
- GILI, J.M. 1979a. Comentarios sobre el empleo de métodos fotográficos en el estudio del bentos marino. Ier.Sim.Est.Bentos Marino,
- GILI, J.M. 1979b. Cnidarios bentónicos de las islas Medes. Ier. Simp. Est. Bentos Marino,
- HARME LIN, J.C. 1970. Bryozoaires des grottes sous-marines obscures de la région marseillaise. Faunistique et écologie. Téthys, 1 (3): 793-806.
- LABOREL, J. 1960. Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume 33 (2): 117-173.
- LABOREL, J. & VACELET, J. 1958. Étude des peuplements d'une grotte sous-marine du golfe de Marseille. Bull. Inst. Océanogr. Monaco, 1120:1-20.
- LABOREL, J. & VACELET, J. 1959. Les grottes sous-marines obscures en Méditerranée. C.R. Acad. Sci. Paris, 248:2619-2621.
- LABOREL, J. & VACELET, J. 1961. Répartition bionomique de Corallium rubrum Lmk, dans les grottes et falaises sous-marines. Rapp. Proc. Verb. Réun. CIESMM, 16(2): 465-469.
- LARKUM, A.W.D., DREW, E.A. & GROSSETT, R.N. 1967. The vertical distribution of attached marine algae in Malta. J. Ecol., 55:361-371.
- LEDOYER, M. 1965. La faune vagile des grottes sous-marines obscures. Rapp. Proc. Verb. Réun. CIESMM, 18(2): XVIII(2)
- OLIVELLA, I. 1979. Esponjas de las islas Medes. Ier.Simp. Est. Bentos Marino.
- OLIVELLA, I., GILI, J.M., CARBONELL, J. & ZABALA, M. 1979. Apéndice. Listas de las muestras del programa "Comunidades terrestres y marinas de las islas Medes". Ier. Simp. Est. Bentos Marino,
- PÉRÈS, J.-M. & PICARD, J. 1949. Notes sommaires sur le peuplement des grottes sous-marines de la région de Marseille. C.R. somm. Séanc. Soc. Bioéogr., 26 (227):42-45.
- PÉRÈS, J.-D. & PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de Bionomie Benthique de la Mer Méditerranée. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, 31(47): 1-137
- PETIT, E. 1971. Exploración hidrogeológica del río subterráneo "La Falconera" de Carraf (Garraf-70). Inm. y Ciencia, 3: 49-54.
- PONS, S. 1976. Posibilidades de estudio y aprovechamiento que ofrecen las surgencias submarinas situadas en el carst costero de Garraf. Inm. y Ciencia, 10-11: 121-131.
- POULIQUEN, L. 1972. Les Spongiaires des grottes sous-marines de la région de Marseille; écologie et systématique. Téthys, 3(4):717-758.
- PROGRAMA DE BENTOS (varios autores). 1972-1974. Estudio ecológico de las comunidades bentónicas de sustratos duros de la zona superior de la plataforma continental mediterránea española. Beca-Programa Fundación Juan March. Memoria, 2 vols. Ciclostilado.
- RIBERA, A. 1956. Cufa submarina de la Costa Brava. Destino. Barcelona.
- RIEDL, R. R. 1966. Biologie der Meereshöhlen. Paul Parey. Hamburg Berlin.
- ROS, J.-D., CAMP, J., OLIVELLA, I. & ZABALA, M. 1976. Comunidades bentónicas de sustrato duro del litoral NE español. I. Introducción, Metodología, Estaciones de muestreo. Inm. y Ciencia. 10-11: 13-46.
- SARÀ, M. 1961a. Zonazione dei Poriferi nella grotta della "Gaiola". Annuaire, Ins. Mus. Zool. Univ. Napoli, 13(1): 1-32.
- SARÀ, M. 1961b. La fauna dei Poriferi delle grotte delle isole Tremiti: Studio ecologico e sistematico. Arch. Zool. Ital., 46: 1-61.
- STARMÜHLNER, F. 1955a. Zur Molluskenfauna des Felslitorals und submariner Höhlen am Capo di Sorrento (I). Ergebnisse der Österreichischen Tyrrheniaexpedition 1952, Teil IV. Osterr. Zool. Ztschr., VI(1): 147-249.
- STARMÜHLNER, F. 1955b. Zur Molluskenfauna des Felslitorals und submariner Höhlen am Capo di Sorrento (II). Ergebnisse. Osterr. Zool. Ztschr. VI(3/5): 631-713.
- STARMÜHLNER, F. 1968. Investigations about the Mollusc fauna in submarine caves. Proc. Symp. Mollusca, 1: 136-163.
- VACELET, J. 1964. Étude monographique de l'Éponge Calcaire Pharétronide de Méditerranée, Petrobiona massiliana Vacelet et Lévi. Les Pharétronides actuelles et fossiles. Rec. Trav. St. Mar. Endoume, 34: 1-125.

VALLESPINÓS, F., CAMPÀS, L., JUAN E. & POLO L. 1976. Comunidades bentónicas de sustrato duro del litoral NE español. II. Tipos de costa. Hidrografia, Bionomía. Inm. y Ciencia 10-11:47-70.

ZABALA, M. 1979. Briozoos de las islas Medes. Ier. Simp. Est. Bentos Marino.

ZABALA, M., OLIVELLA, I., CILI, J.-M. & ROS, J.-D. 1979. Un intento de tipificación metodológica en el estudio del bentos marino accesible en escafandra autónoma. Ier. Simp. Est. Bentos Marino

ZIBROWIUS, H. 1971. Remarques sur la faune sessile des grottes sous-marines et de l'étage bathyal en Méditerranée. Rapp. Com. Int. Mer. Médit., 20(3): 243-245.

ZIBROWIUS, H. 1978. Les Scléroractiniaires des grottes sous-marines en Méditerranées et dans l'Atlantique nord-oriental (Portugal, Madère, Canaries, Açores). Pubbl. staz. Zool. Napoli, 40:516-545

ZIBROWIUS, H. & SALDANHA, L. 1976. Scléroractiniaires récoltés en plongée au Portugal et dans les archipels de Madère et des Açores. Bol. port. Cienc. nat., 16:91-114.

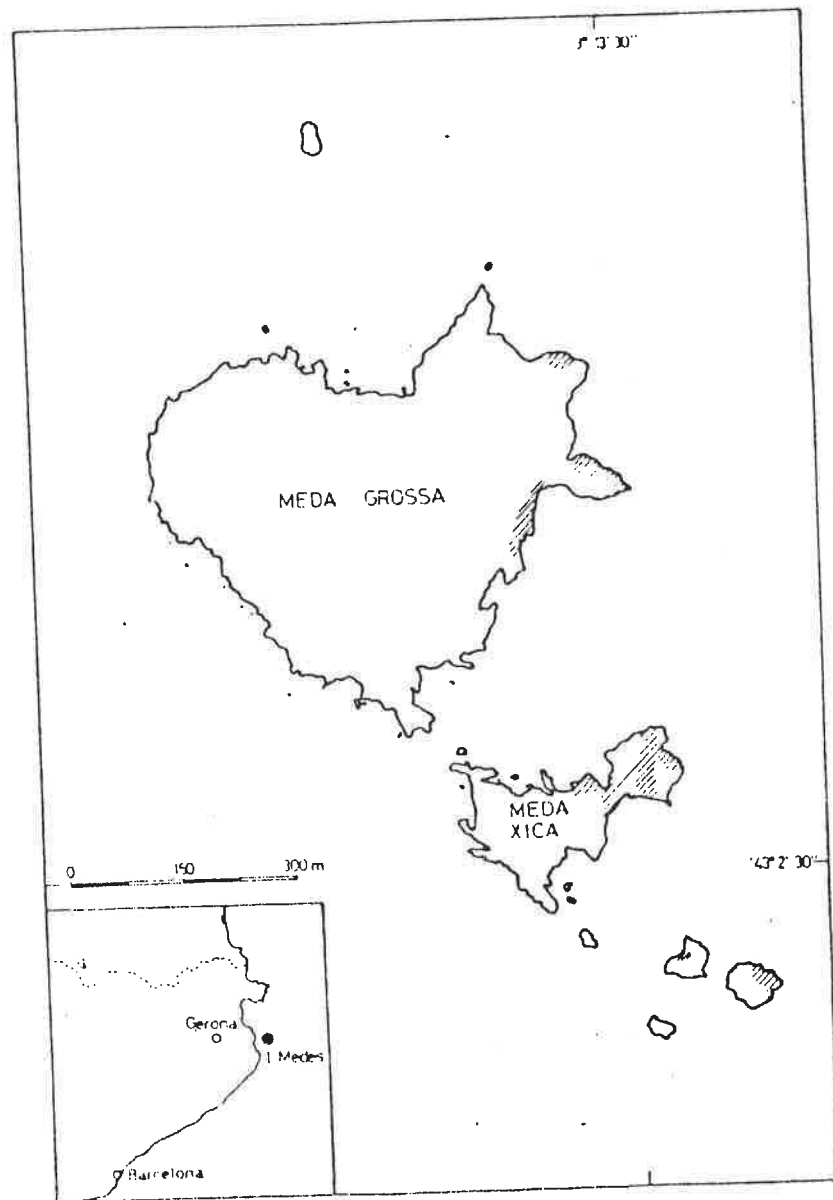


FIGURA 1.

Situación de las islas Medes y distribución de las zonas con abundancia de cavidades submarinas (el carst externo está más extendido). Para más detalles del archipiélago, véanse BALCELLS (1968) y OLIVELLA et al. (1979).

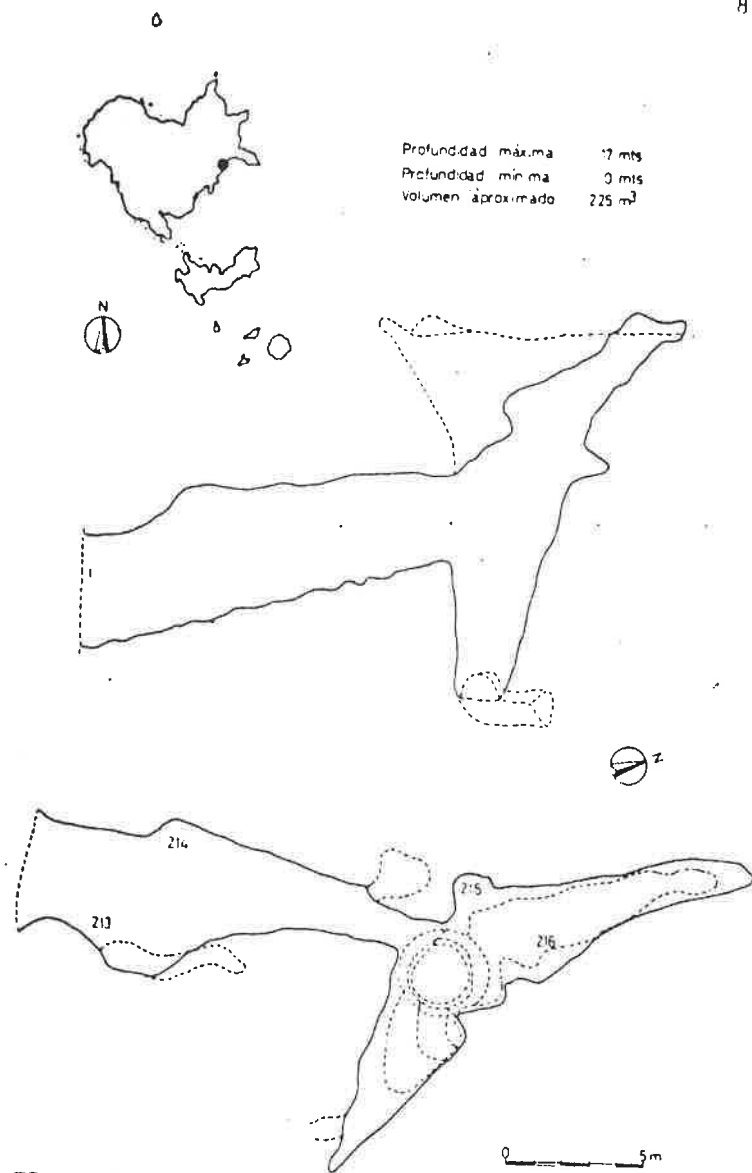
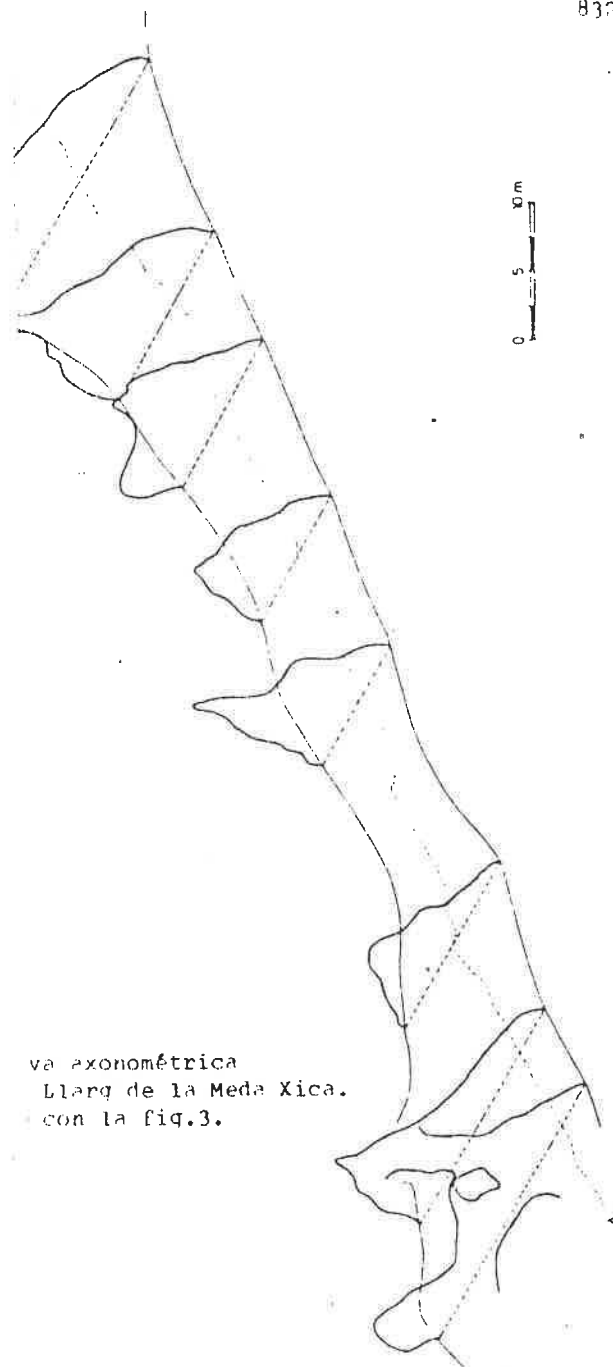


FIGURA 2.

Cova Petita de la Vaca. Situación y principales parámetros (arriba); sección longitudinal y planta de la cavidad (abajo). (Los números indican la situación aproximada de las muestras puntuales realizadas en la Cova; véase OLIVELLA et al., 1979).



va axonométrica
 Llarg de la Meda Xica.
 con la fig.3.

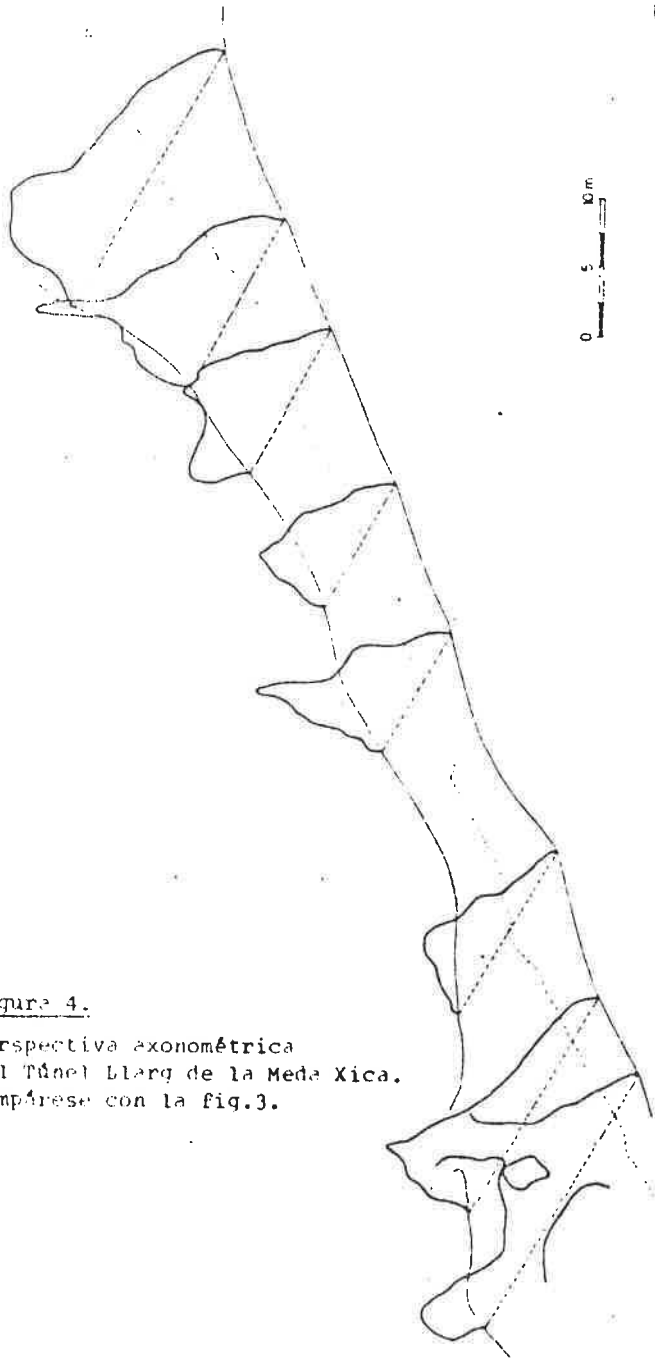


Figura 4.

Perspectiva axonométrica
del Túnel Llarg de la Meda Xica.
Compárese con la fig.3.

TUNEL LLARG DE LA MEDA XICA

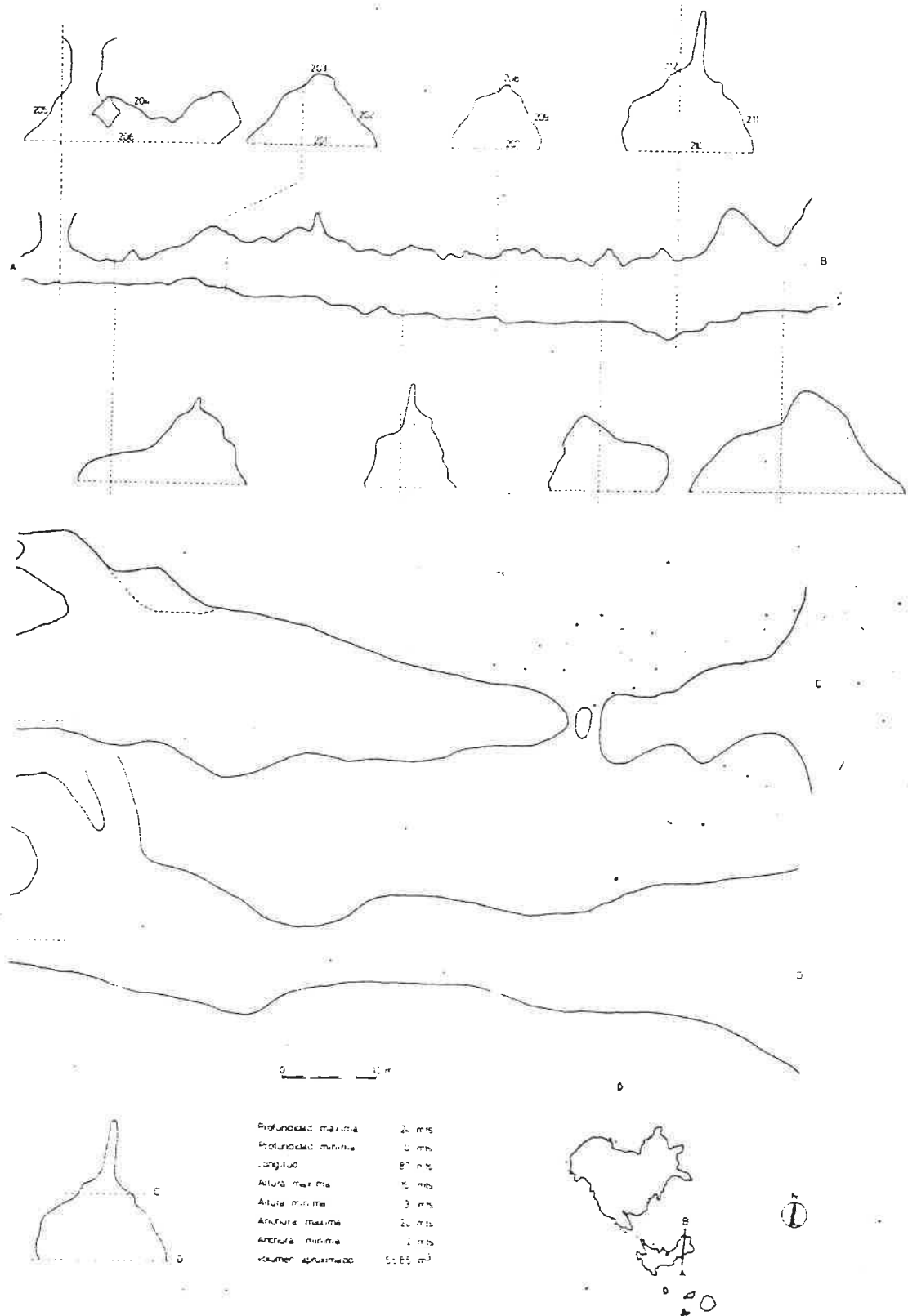


FIGURA 3.

Túnel Llarg de la Meda Xica. Situación y principales parámetros (abajo); sección longitudinal y perfiles de las ocho secciones transversales (arriba); plantas a lo largo del techo (C) y del suelo (D) del túnel. (Los números en las secciones transversales indican la situación aproximada de las 12 muestras puntuales realizadas en el Túnel; véase OLIVELLA et al., 1974).

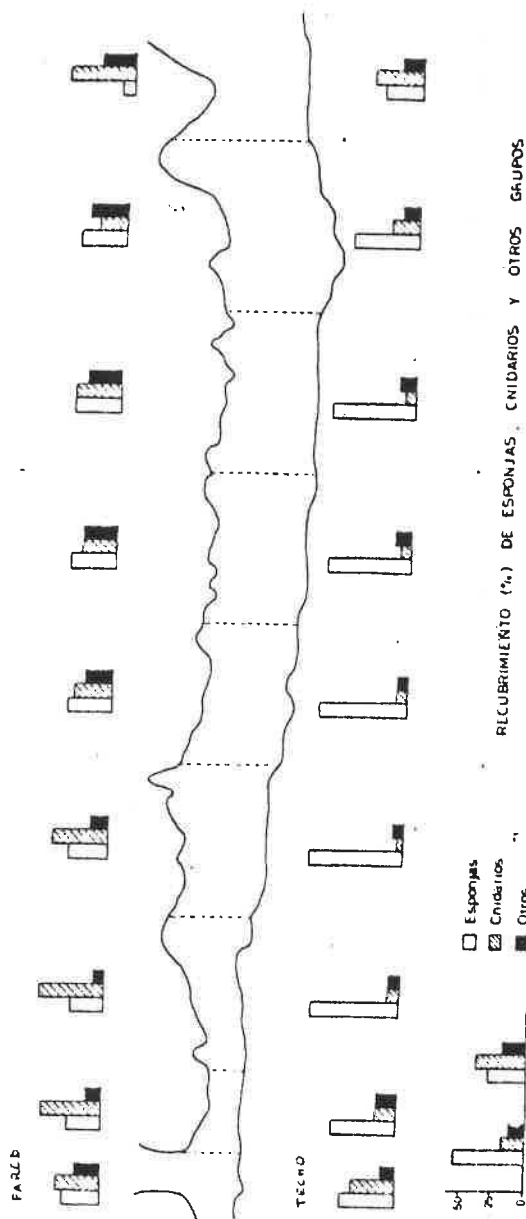


FIGURA 5.

Porcentaje de recubrimientos (a partir de muestreos visuales) sobre el techo y las paredes del Túnel Llargo, para esponjas, cnidarios y otros grupos. En el gráfico (abajo, izquierda), valores medios. Véase explicación en el texto.

FIGURA 6.

Número de individuos/m² de las nueve especies de cnidarios más abundantes en el Túnel Llarg (a partir de muestreos visuales). Se han considerado las cinco zonas descritas en el texto. M, madreporarios; H, hidrozoos. A, antozoos (alcionáceos + zoantarios). Véase explicación en el texto.

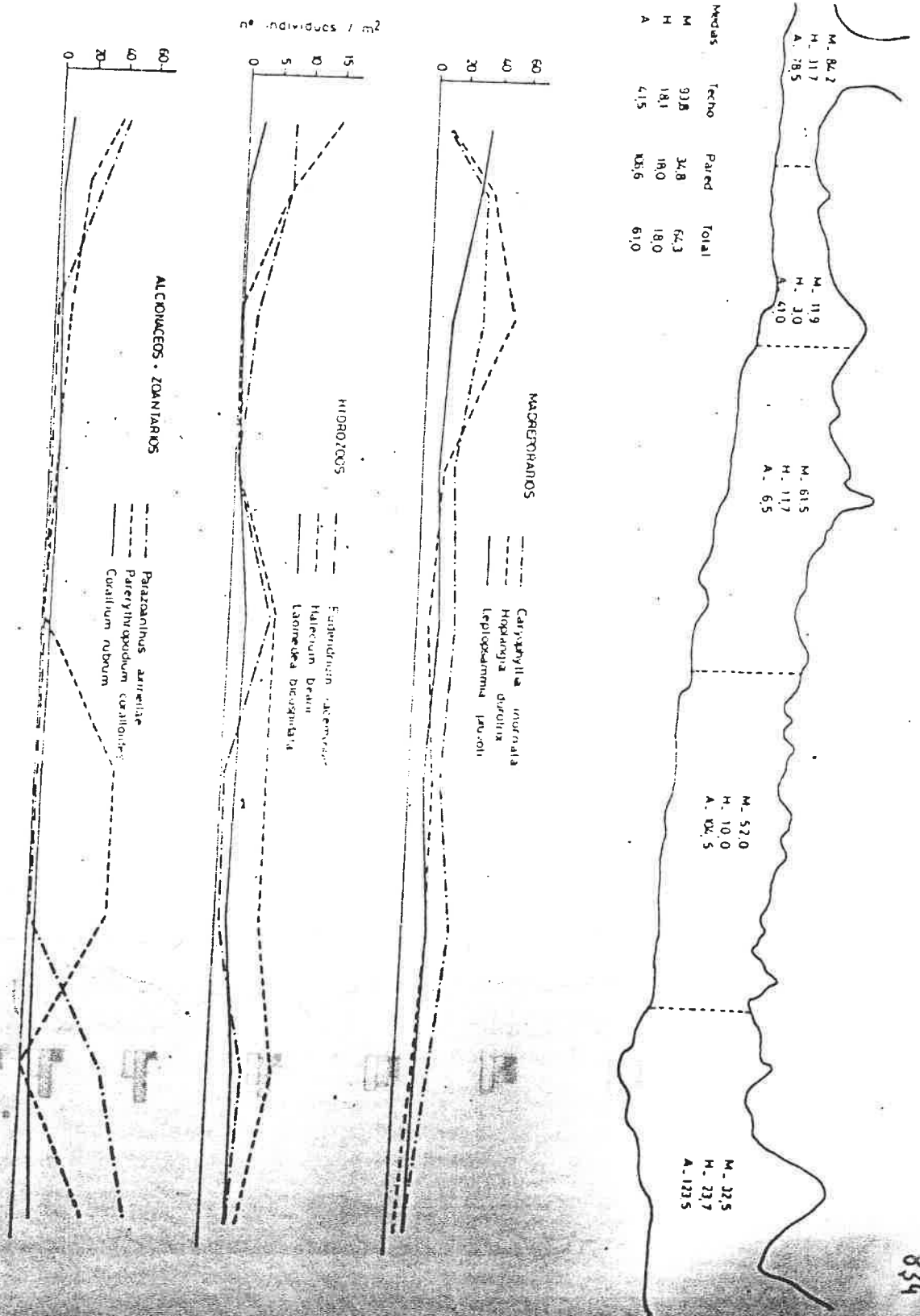


Tabla 1. Especies reconocidas en los inventarios de la zona del Túnel Largo de la Redonda Xica.

Algae

Pseudolithothothyllus sp.

Fungi

Clathrina coriacea
Plakinidae n. 1.
Chondrosia reniformis
Cilona viridis
Acanthella acuta
Agelas oroides
Hemimycale oculumella
Isidiera rosea
Petrosia faciformis
Ircinia variabilis
Verongia aerophoba

Oscarella lobulata
Tetractinellid n. 1.
Spirastrella sp.
Acanella darwinii
Crabea crabea
Hymeniacion sp.
Reniera crater
Pellina senilis
Ircinia fasciculata
Ircinia muscorum
Pleraplysilla spinifera

Cnidaria

Eudendrium racemosum
Halecium beardi
Aglaophenia pluma
Piumularia setacea
Laomedea bicuspidata
Rolandia rosea
Parerythropodium corallipides
Parazanthus axinellae
Eunicella singularis
Leptopsammia pruvoti
Madracis pharensis
Caryophyllia smithi
Paracyathus pulchellus

Eudendrium sp.
Synthecium sp.
Aglaophenia sp.
Nerertesia sp.
Laomedea dichotoma
Clavularia ochracea
Corynaotis viridis
Corallium rubrum
Paramuricea clavata
Hoplargia durvillae
Polycyathus muhlenbergii
Caryophyllia sp.

Annelida

Hydroides norvegica
Protula tubularis

Protula sp.

Crustacea

Eriphia spinifrons
Maja verrucosa
Scyllarus arctus

Maja squinado
Palinurus sp.

Mollusca

Gastropoda n. 1.
Calliostoma sp.
Peltodiscus stromaculata

Spondylus sp.
Flabellina sp.

Ectoprocta

Diporula verrucosa
Myriapora truncata
Sertella septentrionalis
Porella cervicornis

Parasittina sp.
Schisonovella auriculata
Adonovella calveti
Calarea baryi

Polychaeta

Ophiotrix fragilis
Tylosalis
Didemnum candidum
Melocorymbia papillosa

Holothuria sp.
Didemnum variabilis

