



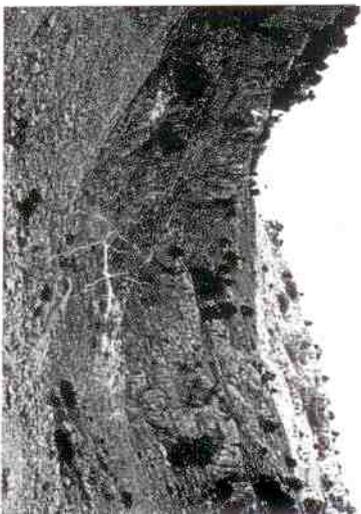
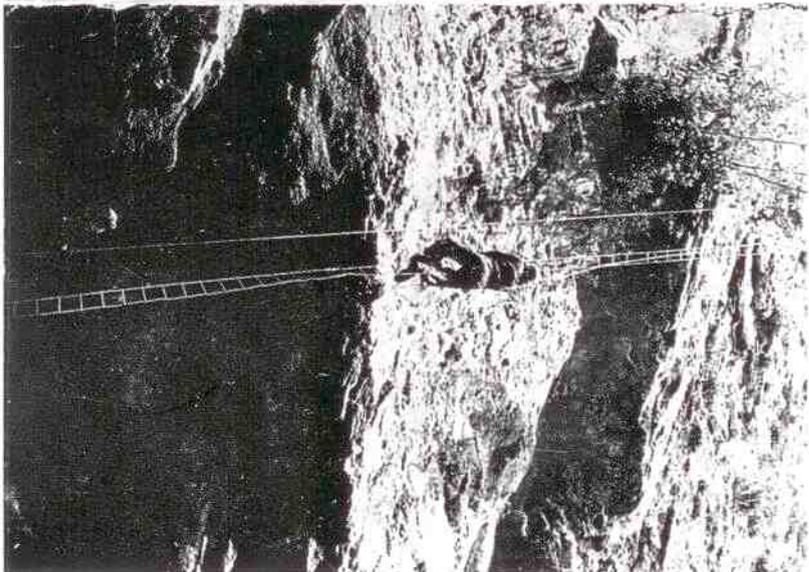
COMUNICACIONES SOBRE EL CARST EN LA PROVINCIA DE MURCIA

Vol. I
Nº 1

COMUNICACIONES SOBRE EL CARST
EN LA PROVINCIA DE MURCIA

Vol. I | núm. 1

1972
1973



SERVICIO DE EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES SUBTERRANEAS
DE LA EXCELENTISIMA DIPUTACION PROVINCIAL

COMUNICACIONES SOBRE EL CARST EN LA PROVINCIA DE MURCIA



1972
1973

INTRODUCCION

Primera parte

EL SECTOR CARSTICO DE LOS LOSARES, CIEZA (MURCIA)

| | |
|---|---|
| 1. Características geográficas de la zona de Los Losares (Cieza-Calasparra) | 3 |
| 1.1 Situación y localización | |
| 1.2 Las líneas del relieve | |
| 1.3 Análisis del clima | |
| 1.4 Población y habitat | |
| 1.5 Rasgos de la explotación agrícola | |
| 1.6 Bibliografía | |

2. Geología

| | |
|--------------------|--|
| 2.1 Generalidades | |
| 2.2 Estratigrafía | |
| 2.3 Tectónica | |
| 2.4 Paleogeografía | |
| 2.5 Bibliografía | |

3. Espeleocavidad

| | |
|-------------------------|--|
| 3.1 Cueva Río-Niño | |
| 3.2 Cueva de las Cabras | |
| 3.3 Sima Pequeña | |
| 3.4 Sima Grande | |
| 3.5 Sima Promoción | |

4. Microclima y corrosión

| | |
|-----------------------------|--|
| 4.1 Microclima de cavidades | |
| 4.2 Fenómenos de corrosión | |
| 4.3 Corrosión y litogénesis | |
| 4.4 Bibliografía | |

- 5.1 Morfología exocárstica
- 5.2 Morfología endocárstica
- 5.3 Cartogénesis
- 5.4 Bibliografía

6. Hidrología cársica

- 6.1 Características hidrogeológicas del carsi
- 6.2 Balance hídrico
- 6.3 Circulación cársica actual
- 6.4 Bibliografía

7. CONCLUSIONES GENERALES

Segunda parte

OTRAS COMUNICACIONES

HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS EN LA SIMA-CUEVA DE LA SERRERA (CERZA)

- 1. Localización de la cavidad
- 2. Descubrimiento de las pinturas
- 3. Las pinturas y sus medidas
- 4. Características y edad de las pinturas
- 5. Fragmentos de cerámica. Clasificación

LA SIMA CAVEJA (97 m) CARAVACA (MURCIA)

- 1. Introducción
- 2. Situación
- 3. Geología
- 4. Espeleología y topografía
- 5. Función hidroológica

PROSPECCIÓN DE SURGENCIAS SUBMARINAS

- a) Introducción
- b) Inmersión de adiestramiento y exploración de la zona
- c) Prospección en el acantilado de Cabo Tinoso
- d) Material utilizado por la sección subacuática

El Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas hace constar que las opiniones y los hechos consignados en sus publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de cada trabajo, no haciéndose responsable, en ningún caso, de los mismos.

El fondo bibliográfico de la Excmo. Diputación Provincial se enriquece hoy con la publicación de los trabajos realizados por su Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas.

Los objetivos fundacionales se concretaron en el estudio e investigación de las zonas calizas de extensas áreas de la provincia de Murcia, secularmente hieftas de este tipo de investigación científica en sus diversos aspectos geográficos, geológicos, hidrogeológicos y socio-económicos derivados de la acción del «carsi» y su fenomenología subterránea, generalmente.

Los resultados obtenidos en dos años de estudios cristalizan en estas primeras «Comunicaciones» que, además de difundir los descubrimientos, pueden servir de ejemplo de rigurosa metodología científica y aplicación de las más modernas técnicas investigadoras. Los trabajos en equipo que aquí se ofrecen han de aportar valiosos datos y en ellos, sin duda alguna, puede apoyarse toda futura acción política en problemas relacionados con circulación, reservas, explotación y disponibilidad de caudales de aguas subterráneas. De ahí la incidencia de la publicación sobre los problemas socio-económicos que tienen planteados ciertas zonas, deprimidas y estériles, de nuestra provincia.

Con esta edición la Diputación Provincial de Murcia deja constancia de un esfuerzo científico y abre un esperanzado camino—toda obra bien hecha ha de tener continuidad—, para nuevos y fecundas andanzas en el apasionante y misterioso mundo de la exploración e investigación subterráneas.

Juan Estremera Gómez
Diputado - Presidente de
la Comisión de Cultura

INTRODUCCION

En febrero de 1972 se crea en la Excma. Diputación Provincial de Murcia, un Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas, cuya misión expresa es la investigación científica de las calizas de la provincia, que permita el mejor conocimiento del subsuelo y cavidades naturales en ellas producidas por la fenomenología cárstica.

Es posiblemente el fin de una fase de estudios, realizados esporádica y aisladamente a nivel individual y el comienzo de otra a realizar a nivel de equipo: no ha sido tarea fácil llegar hasta aquí, ni lo va a ser continuarla, dada la peculiar formación que requiere el personal a este tipo de investigación dedicado. De una parte, la necesaria experiencia en la penetración de cavidades, cuyos obstáculos son bien conocidos; de otra, la indispensable formación científica y dominio de métodos que requiere una investigación relacionada con numerosos campos de estudio de la Geología. Difícilmente se unen ambas características en pocas personas, lo que ha sido una grave dificultad en el progreso de la Castro-Lorca.

En la provincia de Murcia se tiene constancia de una remota tradición investigadora del carst: en 1800, don Juan Sánchez Cisneros, vecino de Carrauca, visitó por primera vez de que se tenga constancia escrita la Cueva de la Barquilla, a unos 8 Km al NO de la ciudad, comunicando sus ingenuas observaciones a la Real Sociedad Española de Historia Natural; esta cavidad ya estaba unida íntimamente a la tradición y folklore de Carrauca.

En enero de 1954 se creó, también en Carrauca, el Grupo de Investigaciones Espeleológicas de cuyos trabajos de investigación del carst, tanto en calizas como en yesos quedó constancia en trabajos publicados en revistas especializadas y en el I Congreso Vasco Navarro de Espeleología (1955) y Jornadas de el derivadas en Pamplona (1957), Bilbao (1958) y en la expedición internacional Lavaia, 1960 en la zona de la Sima de San Martín. La colaboración de este Grupo a la difusión del estudio científico del carst, estuvo presente mediante conferencias dentro y fuera de la provincia, incluyendo en 1960 su partici-

pación en la Semana de Estudios Murcianos, organizada por la Academia Alfonso X el Sabio de la Excma. Diputación Provincial, siendo Presidente de la Corporación el Excmo. Sr. don Agustín Virgili Quintanilla.

Durante la década 1954-1964 se multiplican los Grupos de diversas entidades que intervienen en la exploración y localización de cavidades naturales en la provincia; destacan por su excelente labor de exploración y datos aportados por trabajos en publicaciones internas, la realizada en los últimos años por los Grupos de la ORGANIZACION JUVENIL ESPAÑOLA, en la que hay que citar por su trascendencia a G.E.C.A. de la O.J.E. de Cieza, cuyos trabajos de campo y de divulgación científica del carst merecen imitarse. Son conocidas las actividades de exploración del Grupo O.J.E. de Cartagena, Jumilla, Yecla y Murcia, y la muy notable colaboración de este último en las tareas del Servicio actualmente.

Es en 1968 cuando el Club Montañero de Murcia, por iniciativa del Delegado de Montañismo don Baldomero Brugarolas Munuera y su Presidente don Antonio Murcia, crea un Grupo de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas, con la dirección del Profesor don Arturo Valenzuela Moñino y cuyos trabajos más allá de la mera exploración, tuvieron notable trascendencia en el ámbito regional y provincial.

Siendo la carstología el estudio de fenómenos interrelacionados físicos, químicos y mecánicos, provocados por las aguas de precipitación en rocas de diferente solubilidad (calizas, dolomías, yesos, etc.) condicionados por la interacción de factores geológicos, su estudio no puede en modo alguno acbar en una exploración más o menos espectacular; de hecho, el estudio de un carst, sobre todo en lo que a las cavidades se refiere, no acaba nunca.

De otra parte, las conclusiones a que puede llegarse mediante el estudio científico del carst, son muy importantes en cuanto a su aprovechamiento se refiere, ya que las características de las zonas cársticas son tradicionalmente de economía deprimida, incluso en regiones de alta pluviosidad; la provincia de Murcia, con casi una tercera parte de su superficie formada por materiales carstificados y de climática altamente desfavorable, necesita urgentemente conocer sus recursos subterráneos. El

1) Sáenz, Cisneros, Juan, 1808: "Descripción de la Cueva de la Barquilla, en el término de Carrauca, Reyno de Murcia", ANALES DE CIENCIAS NATURALES, Tomo VI pp. 177-182, Madrid.

carst ha sido, sin duda, un vector de investigación hasta ahora descuidado, muy fundamentado por su notoria dificultad y por tratarse de un tema tan específico como complejo, por lo que rara vez se tiene en cuenta en trabajos de investigación geológica, suficientemente complejados.

Es a todas luces necesario encuzar estas investigaciones por otros conductos que los deportivos (Espeleología) como exige una mínima fidelidad científica que conduzca a resultados trascendentes y útiles; la investigación del carst, en que la exploración es parte importante, tiene entidad universitaria y así hay que realizarla, usando técnicas y métodos hoy suficientemente logrados en la Carsología.

Tal ocurre en países desarrollados en donde equipos de experimentados exploradores y científicos notables, trabajan en la investigación del carst con resultados no solo prometedores sino espectaculares; Francia, Italia, U.R.S.S., Turquía y particularmente Israel, han desarrollado la investigación carstica al más alto nivel. El costoso Laboratorio Subterráneo de MOULIS (Ardege) del C.N.R.S. (Francia) es bien conocido por la importancia de sus trabajos.

Correspondiente a la Excma. Diputación Provincial de Murcia, por iniciativa de su Diputación de Cultura en la persona de don Juan Estremera Gómez y la excepcional visión valorativa del proyecto que la Corporación en Pleno, presidida entonces por don Gaspar de la Peña Abellán y siendo

Vicepresidente don Cines Huertas Celdrán, la creación del Servicio Provincial de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas, dedicado al estudio del carst provincial con criterios científicos. Se incorpora así nuestra Institución Provincial a unas tareas que ya realizan largo tiempo sus hermanas de Pamplona, Valencia, Vizcaya, Santander, Burgos y otras.

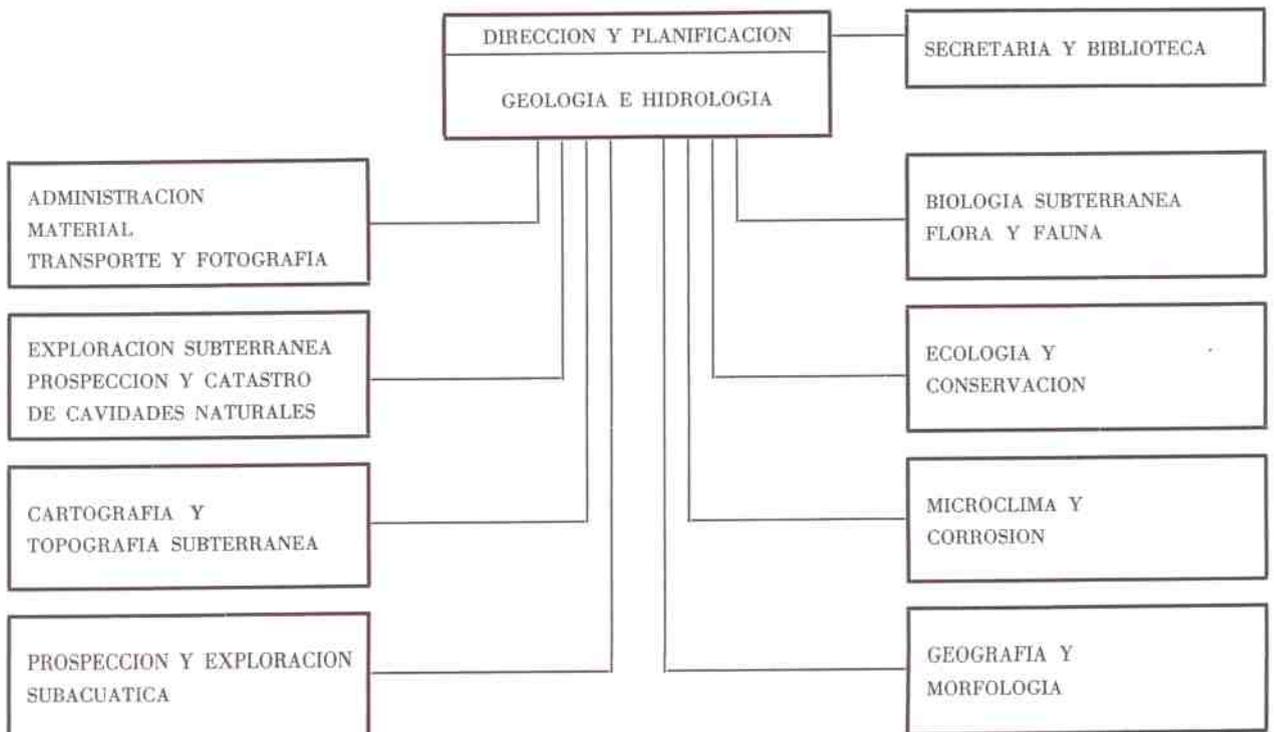
Los objetivos del Servicio son ambiciosos y sus vectores de investigación variados, como puede verse en el organigrama adjunto: queda mucho por hacer, especialmente la instalación del local adecuado para que el Servicio disponga de gabinete de trabajo y laboratorios, lo que ya está proyectado y sometido a estudio. La generosidad mostrada por la Excma. Diputación y la eficacia y agilidad con que todos los Departamentos de la misma actúan, son garantías de que podrán alcanzarse en un futuro próximo.

Sería ingrata omisión no aludir al factor más importante que impulsa al Servicio: el factor humano. El personal que integra las distintas Secciones ha sido cuidadosamente seleccionado por su experiencia, nivel y vocación, siendo su aportación completamente gratuita, ofreciendo el Servicio los medios de trabajo y gastos; comentar o valorar esta actitud en los tiempos que vivimos resultaría pobre y ocioso. En esta línea, el Servicio necesita la colaboración de universitarios y espeleólogos que deseen participar en esta empresa de descubrimiento y conocimiento científico de las entrañas de la provincia de Murcia.

SERVICIO DE EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES SUBTERRANEAS

EXCMA. DIPUTACION PROVINCIAL

MURCIA



PERSONAL DEL SERVICIO

RESUMEN

| | |
|---|----------------------------|
| DIRECCION GEOLOGIA E HIDROLOGIA | |
| Prof. D. Arturo Valenzuela Moñino | D. Mariano Falgas Martinez |
| Director, Jefe del Servicio | D. Manuel Balbrea Sanchez |
| D.ª Angela Muñoz Gárcía | |
| D. Mariano Pelegrín Garrido | |
| BIOLOGIA Y ECOLOGIA SUBTERRANEA | |
| Prof. D.ª Ascensión Criado Fernández | |
| Jefe de Sección | |
| D.ª Rosa Verdú | |
| D. Antonio Gómez Gensol | |
| MICROCLIMA Y CORROSION | |
| Prof. D. Miguel Cicoeres Hernández-Ros | |
| Jefe de Sección | |
| D. Javier González Alberdi | |
| GEOGRAFIA Y MORFOLOGIA | |
| Prof. D. José Sánchez Sanchez | |
| Jefe de Sección | |
| D.ª M.ª Dolores Sanchez Sanchez | |
| TRANSPORTE Y FOTOGRAFIA | |
| D. Juan José Alcañiz Martínez | |
| Jefe de Sección | |
| EXPLORACIONES SUBTERRANEAS, CATASTRO DE CAVIDADES NATURALES | |
| D. Angel Fernández Saura | |
| Jefe de Sección | |
| D. Manuel Alvaro Lopez de Ochoa Gómez | |
| D. Felipe José Capel Aguilá | |
| D. Manuel Martínez García | |
| D. Juan Manuel Jiménez Bozada | |
| TOPOGRAFIA SUBTERRANEA Y CARTOGRAFIA | |
| D. Jesús Alberto Gómez Tolosa | |
| Jefe de Sección | |
| D. Rafael Martínez Tarnel | |
| D. Juan Pérez García | |
| D. Francisco Torrano Mirete | |
| PROSPECCION Y EXPLORACION SUBACUATICA | |
| D. Luis Enrique Climent Belenguier | |
| Jefe de Sección | |
| D. Angel Luis Mirano Martínez | |
| SECRETARIA. BIBLIOTECA | |
| D.ª Mercedes Carrión Cambau | |

El presente volumen contiene los resultados obtenidos por las diferentes Secciones del Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas en la zona cárstica de Los Losares, Cieza, Murcia (España), durante los años 1972 y 1973, en su parte primera, en su segunda parte se adelantan resultados parciales de trabajos actualmente en estudio, en las zonas de Caravaca y el carst costero entre Mazarrón y Cartagena, actualmente en campo.

La primera parte, comprende los trabajos siguientes que coherentemente forman una monografía de la zona:

- 1.—Geografía física, humana y económica, donde se estudian los condicionamientos geográficos, climáticos, agrícolas, etc. y los posibles vectores de desarrollo económico en el caso de que se logren caudales para nuevos regadíos.
- 2.—Geología de la zona en sus aspectos litológico, estructural, tectónica regional y detalle, que permite conocer los condicionamientos del carst en superficie y en profundidad.
- 3.—En Espeleografía se sitúan, topográficamente y describen las diferentes cavidades de la red cárstica, en su parte accesible, aportando datos espeleológicos.
- 4.—Microclima y Corrosión estudia los diferen-

tes procesos climáticos que intervienen tanto en la litogénesis y fenómenos de corrosión observados, como en la evolución de las cavidades, relacionándolos con la climatología de la zona.

5.—La Hidrología del carst se establece en base de los resultados anteriores, se calcula el balance hídrico de la zona y se definen las características de la circulación actual subterránea, así como la existencia de una capa cárstica en el sinclinal de La Campaña, al Norte de Los Losares.

Las conclusiones generales y la bibliografía al final de cada trabajo, completa la primera parte.

En su segunda parte se comunican trabajos parciales realizados, como son los hallazgos arqueológicos en la Cueva-Sima La Serrita en la zona de Los Losares (Cieza), un estudio de la Sima Caneja en la región cárstica del Noroeste de la provincia (Caravaca) y las actividades de la Sección de Subacuática en su fase de preparación y la prospección de cavidades costeras desde Cabo Tiñoso a Mazarrón.

La documentación fotográfica al final de cada parte del volumen, completa la publicación de la que podría destacarse la conjunción de esfuerzos realizados en equipo por universidades, técnicos y espeleólogos en el estudio de zonas cársticas.

Ce volume, que voici, contient les résultats obtenus par les différentes Sections d'Exploration et de Recherches Souterraines dans la zone karstique de Los Losares, CIEZA (Murcie-Espagne), pendant les années 1972 et 1973, dans sa première partie. Dans sa deuxième partie où ne faut qu'avancer des résultats partiels des études faites sur les travaux actuellement en cours dans les zones karstiques de Caravaca et de la côte entre Mazarrón et Cartagena.

La première partie du volume comprend les travaux suivants, qui forment une monographie cohérente de la zone:

- 1) Géographie physique, humaine et économique, dans laquelle les conditionnements géographiques, climatiques, agricoles, etc., sont étudiés ainsi que les possibles secteurs de développement économique, si jamais on réussissait à avoir de nouveaux cours d'eau pour l'irrigation des terres.
- 2) Géologie de la zone dans ses aspects lithologique, stratigraphique, tectonique régional et détaille, qui permet de connaître les conditionnements du karst en surface et en profondeur.
- 3) Dans le chapitre de Spéléographie les différentes cavités du réseau karstique, dans leur partie accessible, sont situées, topographiquement et décrites en y apportant des données spéléologiques.

4) Dans ceux de Microclimat et corrosion sont étudiés les différents processus climatiques qui interviennent autant dans la lithogénèse et les phénomènes de corrosion, que dans l'évolution des cavités, en les mettant en rapport avec la climatique de la zone.

5) On établit l'hydrologie du karst à partir des résultats précédents, on calcule le bilan hydrologique de la zone on définit les caractéristiques de la circulation souterraine, ainsi que l'existence d'une concho karstique au synclinal de La Campana, au Nord de Los Losares.

Cette première partie achevée avec les conclusions générales et la bibliographie à la fin de chacun des travaux.

Dans sa deuxième partie, on fait un compte rendu des travaux partiels, tels que les trouvailles archéologiques de la grotte «La Serreta» dans la zone de Los Losares (Cieza); une étude du gouffre «Canejas» dans la région karstique NW de la province (Caravaca), et les activités de la Section Sous-aquatique dans leur phase de préparation et la prospection de cavités de la côte du Cabo Tinoso à Mazarrón. Les documents photographiques à la fin de chacune des parties, complètent cette publication. C'est à faire remarquer les efforts réalisés en équipe par des universitaires, des techniciens et des spéléologues dans l'étude de zones karstiques.

PRIMERA PARTE

LA ZONA CARSTICA DE LOS LOSARES
CIEZA (Murcia)

• JOSÉ SANCHEZ SANCHEZ •

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA
ALMADENES - LOS LOSARES (Cieza - Calasparra)

• Jefe de la Sección de Geografía del Servicio de Exploraciones e
Investigaciones Subterráneas de la Excmo. Diputación Provincial

1.1. SIERRAS Y LOCALIZACIONES

El área de Los Losares, objeto de nuestro estudio, ocupa una extensión de unos 20 Km cuadrados. Se extiende concretamente por los términos municipales de Cieza y Calasparra. Pertenecen a la comarca «Vega Alta del Segura», según la división comarcal del Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia (1968-69): « Dentro de la provincia de Murcia tiene una situación centro-septentrional como se detalla en el mapa de situación. (Fig. 1)

1.2. LAS LINEAS DE RELIEVO

Se encuentra esta zona dentro de la gran unidad fisiográfica provincial que, tradicionalmente se viene llamando «Sierras y Valles Interiores»; unidad diversa y heterogénea que yuxtapone las Sierras subbéticas y prebéticas a los valles fluviales y a las cuencas miocénicas. * Este haz de sierras interiores siguen una dirección común SW-NE.

La zona de Los Losares es la vertiente NE de la Sierra de la Palera que, a su vez, forma parte de una alineación secundaria con dirección E-W, que puede arruicar en la Sierra de San Miguel (554 m), al O de Calasparra, sigue en la Sierra del Molino (826 m), continúa por la Palera (655 m) y el Almorochón (768 m) y se prolonga por cotas inferiores hasta la Atalaya de Cieza, con 598 m.

Estas Sierras, con alturas inferiores a las principales alineaciones, constituyen el flanco meridional del sinclinal de La Campana y se corresponden con las Sierras de Rotas (488 m), del Puerto (cota máxima, 639 m) y Cabeza del Asno (768 m) que forman parte de una alineación más septentrional, paralela al límite con la provincia de Albacete.

1) La Vega Alta del Segura comprende, además de Calasparra y Cieza, los municipios de Abarrán, Ritole, Blanca, Ojos, Ulea, Villanueva, Archena, Lorquí, Ceñil, Molina del Segura, Alguazas y Torres de Cotillas; o sea, toda la zona que tiene como eje al río Segura, hasta Murcia.

2) Rosendo VERA, F. Cayo GARCÍA-TORRES, F. López BERNHÉZ Y otros: "División comarcal de la provincia de Murcia". Papeles del Departamento de Geografía - 1: 1968-69. Universidad de Murcia. Pág. 9-77.

4) J. VILA VALENTI: "Murcia" en "Geografía de España y Portugal", T. IV-3, dirigi. por M. de Terán, Barcelona, 1967, pag. 9-79.

La alineación Sierra del Molino-Palera, se encuentra limitada al N por el valle del río Segura, encajado por sobreelevación y aprovechando las fracturas de una zona muy afectada por movimientos tectónicos. Sus afluentes, basando el nivel de base, han cortado normalmente, de S a N la alineación y han individualizado las diferentes Sierras. El Arjos (900 m) por Calasparra ha tajado el extremo occidental de la Sierra del Molino. El Quijpar lo ha hecho a 200 m entre esta Sierra y La Palera. La Palera queda, de esta forma, netamente delimitada al N por el río Segura; al O, por el río Quijpar, y al S y E por el Barranco de la Mota, al que sigue la carretera del Pantano de Alfonso XIII y que separa la Palera del Alto del Almorochón.

Presenta la Sierra una fuerte disimetría de las vertientes: la meridional, occidental y noroccidental caen, casi con pendiente perpendicular, sobre la base de los barrancos, del río Quijpar y del Segura, mientras se escalonan gradualmente las curvas de nivel en dirección E-NE formando una pendiente más suave que desciende hasta el Segura.

En esta vertiente nororiental, surcada por algunas ramblas y, en parte, cubierta por cultivo de cereales y arboreses, se localiza el área de Los Losares. De suelo rocoso y fuertemente carstificado, en ellas se ha formado una red de cavernas del máximo interés por los caracteres geológicos, hidrológicos, microclimáticos, morfológicos y de ecología subterránea que presenta.

1.3. ANÁLISIS DEL CLIMA

Uno de los factores fundamentales en el desarrollo del carst, junto con la fisuración y la textura de la roca, lo constituyen los caracteres climáticos de la zona: tipo y volumen de las precipitaciones, su distribución mensual, grado de concentración en un determinado número de días, temperatura, aridez, etc. Son elementos que influyen directamente en la formación de las cavernas, en la morfología cárstica y son imprescindibles a la hora de hacer un balance del volumen de infiltración en un estudio de hidrología subterránea.

La zona de Los Losares, dentro de la cuenca alta del Segura, está caracterizada por los rasgos típicos del clima del Sureste: escasa altura de las precipitaciones, fuerte concentración en pocos días, gran irregularidad, carácter torrencial de las pre-

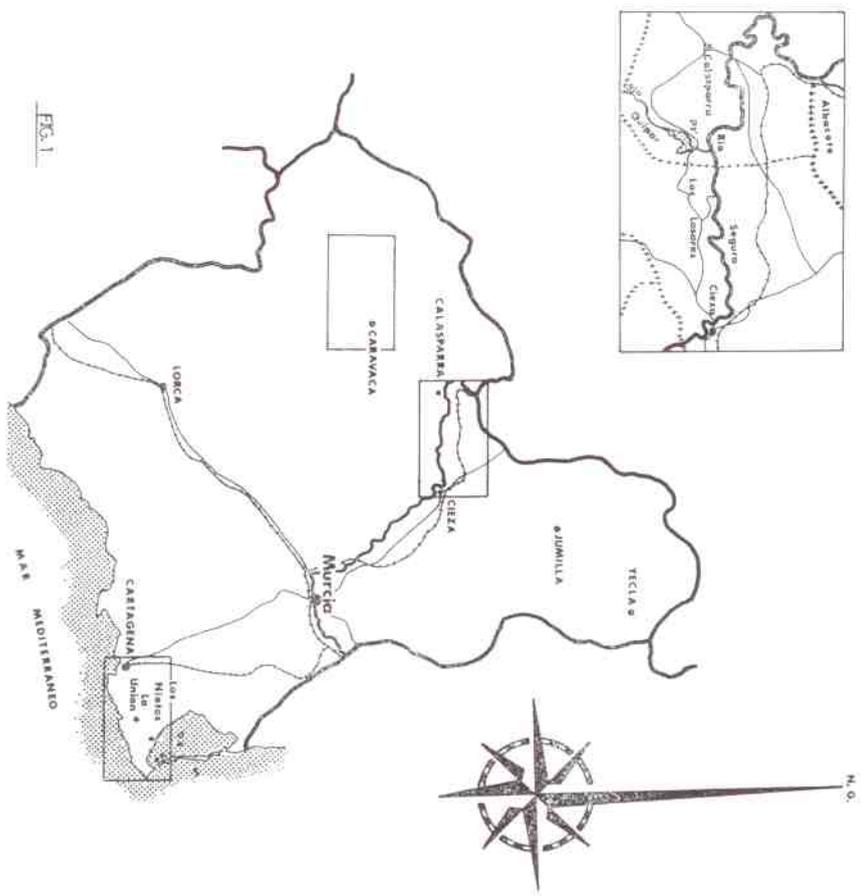


FIG. 1

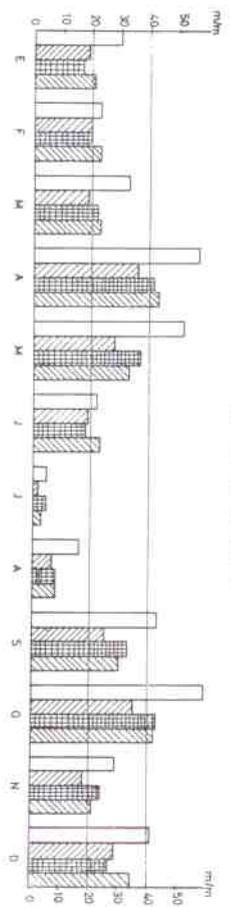


FIG. 2

ESPINOT
GÓMEZ Y LERANDIZ

epitaciones, temperaturas relativamente elevadas, gran aridez y alta evaporación.³

Centrándonos en la zona de estudio, vamos a dar las características fundamentales del clima, tomando como base los datos de las estaciones meteorológicas de Cieza, Calasparra, Pantano de Alfonso XIII y Los Almadenes (Cieza), en el periodo de treinta años, comprendido entre 1951 a 1970.⁶

1.3.1. Precipitación media anual

El área de Los Losares está enmarcada por los observatorios de Cieza, Pantano de Alfonso XIII y Almadenes. La precipitación media anual es semejante en Cieza (295,7 mm) y Pantano de Alfonso XIII (305 mm). Sin embargo, en Los Almadenes desciende a 257 mm. Calasparra, con una situación más occidental y a más altitud, registra una media anual de 411,2 mm.

Los Losares forman parte del sector más seco de la cuenca del Segura. De Calasparra hacia el Oeste se extiende la zona que López Bernámez califica de «transición» (400-800 mm), y sobre la cual empieza a influir el factor altitud. Las circunstancias locales determinan las diferencias del Pantano de Alfonso XIII y Cieza con Los Almadenes, a pesar de la proximidad. En las dos primeras estaciones los vientos predominantes son los del Sur, sobre todo en los días y los meses de máximas

5) Para el estudio climático de toda la cuenca alta del Segura, véase su más reciente y completo análisis en la tesis doctoral publicada por el Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia: F. López Bernámez: "La Vega Alta del Segura. Clima, Hidrología y Geomorfología", Murcia, 1973.

6) La estación de Los Almadenes solo registra datos desde 1966; sus valores medios han sido reducidos por el método de la proporcionalidad al periodo normal, por lo que hacemos constar su carácter de aproximación.

precipitaciones. Sin embargo, la Sierra de la Palera, con la distribución anteriormente explicada, ejerce la función de pantalla y aisla la estación de Los Almadenes, situada en la vertiente Norte y en el fondo del Valle del Segura.

Por lo tanto, si queremos determinar la pluviosidad media en la zona de Los Losares, para deducir el balance del agua infiltrada, debemos conocer un rango a los valores y situarlos entre la isoyeta de 250 mm y 300 mm, destacando la influencia del factor relieve: a más altura mayor pluviosidad. La variación interanual es muy acusada, como en toda la cuenca del Segura. Puede observarse en el siguiente cuadro:

| | Año más lluvioso | Año menos lluvioso |
|-----------------|------------------|--------------------|
| Cieza C.H. | 1951 (635,0 mm) | 1955 (83,6 mm) |
| Calasparra C.H. | 1951 (921,0 mm) | 1945 (133,7 mm) |
| Almadenes | 1972 (417,7 mm) | 1970 (137,0 mm) |

1.3.2. Distribución mensual y estacional de las lluvias

En la figura número 1, en la que se comparan las cuatro estaciones, se puede apreciar que en todos los meses destaca la pluviosidad de Calasparra sobre las demás estaciones; sólo en el mes de febrero y junio está igualada con la del Pantano de Alfonso XIII. Los Almadenes recibe más lluvia que Cieza en los meses de diciembre, enero, febrero y junio.

La precipitación media de Cieza es superior a la del Pantano de Alfonso XIII en los meses de mayo, septiembre, octubre y noviembre.

El mes más seco para todas las estaciones es julio (inferior a 5 mm). Por el contrario, el mes más lluvioso es abril para el Pantano de Alfonso XIII (43 mm) y Almadenes (36 mm); octubre para Calasparra (58,9 mm) y Cieza (42,9 mm) (Fig. 2).

La gráfica, pues, demuestra dos máximos (abril y octubre), casi iguales, y un mínimo muy acusado en julio que se prolonga en agosto; el mínimo secundario lo registra enero en Cieza, febrero en Calasparrá y noviembre en el Pantano de Alfonso XIII y Almadenes, aunque en este último mes también es notable en los dos primeros observatorios.

| | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | | TOTAL |
|-------------------------|----------|----|-----------|----|--------|----|-------|----|-------|
| | mm | % | mm | % | mm | % | mm | % | |
| Calasparrá | 94.2 | 23 | 142.6 | 35 | 42.7 | 10 | 131.7 | 32 | 411.2 |
| Pantano de Alfonso XIII | 79 | 26 | 99 | 34 | 34 | 11 | 93 | 31 | 305 |
| Almadenes | 68 | 26 | 83 | 32 | 28 | 11 | 78 | 31 | 257 |
| Cieza | 64.6 | 22 | 100.8 | 34 | 30.4 | 10 | 99.9 | 34 | 295.6 |

La primavera es la estación más lluviosa en todos los observatorios, aunque el otoño se aproxima mucho a ella, sobre todo en Cieza con 100.8 mm y 99.9 mm, respectivamente, que prácticamente dan en ambas épocas el 34% de la lluvia anual.⁷

7) F. López Benarroz cita estos observatorios con el máximo principal en otoño para veinte años de observación. Creemos que las diferencias entre los dos máximos son tan insignificantes que el hecho de ampliar el período de observación puede influir para variar la estación de máxima pluviosidad. El otoño y la primavera presentan, pues, dos máximos muy equilibrados, sin que destaque uno sobre otro de una manera permanente.

| | Calasparrá C.H. | Alfonso XIII | Almadenes | Cieza C.H. |
|-----------|-----------------|--------------|-----------|------------|
| Octubre | 59.9 mm | 42 mm | 35 mm | 42.9 mm |
| Noviembre | 29.1 mm | 21 mm | 18 mm | 24 mm |

El cuadro y las figuras números 3 y 4 muestran el reparto de las lluvias por estaciones:

El invierno concentra alrededor del 25% de la pluviosidad y el verano sólo el 10 o el 11% anual. El observatorio que presenta mayor número de meses secos (menos de 30 mm.) es el de Los Almadenes, con 10 meses. Le siguen Cieza con 8, Pantano de Alfonso XIII con 7 y Calasparrá con 5.

1.3.3. Concentración de las precipitaciones.

Para aproximarnos más a los caracteres reales de la pluviosidad de la zona, debemos ampliar en qué grado se concentran las precipitaciones, o sea, cuántos son los días de lluvia al año, cómo se repa-

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LUVIAS

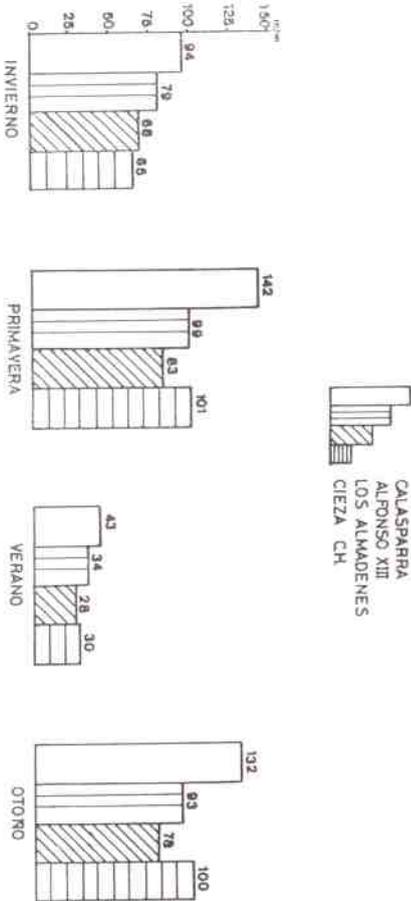


FIG. 3

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LUVIAS (EN PORCENTAJES)

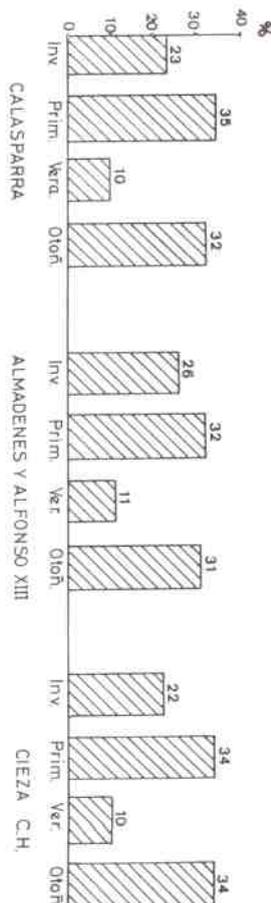


FIG. 4

ten a lo largo de los meses y qué importancia presentan, respecto al total, los días de máximas precipitaciones.⁸

La media anual del período observado es de 33,8 días de lluvia, que se reparten entre las cuatro estaciones de la siguiente manera: primavera, 11,2; verano, 3,6; otoño, 9,7; invierno, 9,3. El mes con mayor número de días de precipitación es abril, con una media de 4,5 días. El menor número de días lo registra julio, únicamente con 0,3 días.

Es evidente que las escasas lluvias caídas en la zona de estudio vienen concentradas en muy pocos días. La primavera es la estación con más días de lluvia, mientras el otoño presenta el mayor grado de concentración, con una media de 10,2 mm por día, frente a los 9 mm primaverales, 8,4 mm en verano y 6,9 mm en invierno. Resalta el verano por el número tan reducido de días de lluvia, pero con una media notablemente alta en relación con las otras estaciones.

Si valoramos ahora la lluvia caída en los días de máxima precipitación, podemos llegar a una imagen mucho más aproximada de la realidad. Gran número de veces, toda la lluvia registrada en un mes es la recibida en un solo día. Agrupándolos por estaciones resulta el siguiente cuadro:

| Total de precipitaciones | Por días Max. Prec. | | |
|--------------------------|---------------------|------|----|
| | mm. | mm. | % |
| Invierno | 64.6 | 41.0 | 63 |
| Primavera | 100.8 | 52.0 | 51 |
| Verano | 30.4 | 23.2 | 77 |
| Otoño | 99.9 | 60.6 | 80 |

8) Al carecer de datos suficientes en el observatorio de Los Almadenes, tomamos como base los registrados en la estación de Cieza (C.H.).

O sea, en tres días (los de máxima precipitación de cada mes) se registra el 77% del total de lluvia caída en verano y la tercera parte de la del otoño e invierno. La primavera, con lluvias más repartidas, en esos tres días concentra la mitad de las lluvias recibidas en toda la estación. Con respecto a las lluvias anuales, existen datos muy ilustrativos. Por ejemplo:

| Año | mm. | Med. | mm. | % del total |
|------|-------|-----------|-------|-------------|
| 1950 | 305.0 | octubre | 122.1 | 40% |
| 1964 | 109.6 | diciembre | 40.6 | 36% |
| 1965 | 119.7 | diciembre | 42.0 | 35% |

Si a ello añadimos que los fuertes aguaceros se concentran en muy pocas horas, podemos tener idea del alto grado de concentración que caracteriza a la pluviosidad de la zona y las consecuencias que de ello se derivan para las actividades agrícolas, para el balance hidrológico y, como apunta López Benarroz, sobre todo, por la poderosa acción modeladora que estas intensas precipitaciones ejercen sobre el relieve.⁹

1.3.4. Temperaturas¹⁰

Las temperaturas medias anuales que se registran en nuestra zona de estudio oscilan entre los 16° y 17°; estos valores la caracterizan como una de

9) Op. cit. págs. 21.
10) Para el estudio de las temperaturas nos hemos basado en los observatorios de Cieza C.H. y Calasparrá, en el período de 20 años de observación que comprenden desde 1951 a 1970. El área de Los Llanos está situada entre estos dos observatorios y en el mismo paralelo.

las áreas más cálidas de la Península y a la vez coinciden con las temperaturas medias del Valle del Segura.

En Cieza C.H. y Calasparra la media anual es prácticamente la misma, al contrario de lo que ocurre con las precipitaciones; esto nos indica que en toda la zona estudiada los valores térmicos son muy homogéneos, aunque se pueden presentar modificaciones muy localizadas, debidas a la orientación de las vertientes. Por ello, vamos a dar los rasgos más significativos anotando las ligeras diferencias que se pueden presentar entre ambos observatorios.

El ciclo anual de las temperaturas (Fig. 5) es semejante, pero mientras en Calasparra el mes más cálido es julio, en Cieza C.H. es agosto; el más frío es enero en Cieza C.H. y diciembre, con poca diferencia sobre enero, en Calasparra. En los meses de julio, agosto, septiembre, noviembre, diciembre y enero, Cieza presenta medias mensuales más elevadas y en los demás meses, lo hace Calasparra.

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES

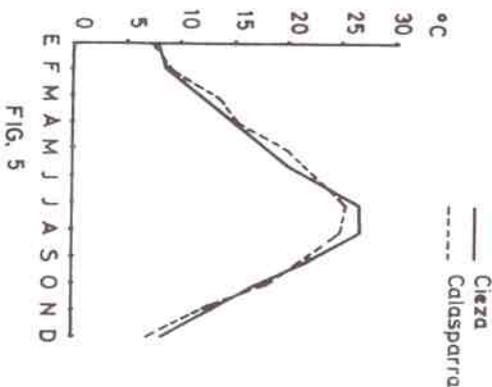


FIG. 5

En ambas estaciones la elevación de las temperaturas medias mensuales es más lenta que el descenso, en Calasparra, de febrero a marzo y de abril a mayo las temperaturas se aceleran y la caída más brusca ocurre de octubre a noviembre donde desciende 6,2°. En Cieza, la mayor elevación se registra de junio a julio (4,8°) y el descenso más fuerte de

septiembre a octubre (5,3°); este hecho determina que el verano sea más caluroso en Cieza que en Calasparra.

Una de las constantes térmicas es la disminución de la temperatura conforme aumenta la altitud; es el gradiente térmico, que López Bermejo ha calculado para algunas estaciones de la cuenca del Segura. Sin embargo, se puede observar que en el mes de enero, Cieza (188 m) tiene igual temperatura media (7,7°) que Calasparra (7,5°) con 340 m de altitud. Esto es debido a otro fenómeno muy característico en los valles y depresiones: la inversión térmica. El aire frío, más denso y pesado, se acumula en el fondo de los valles y produce temperaturas inferiores a otras zonas situadas a más altura.

La amplitud térmica anual, o sea la diferencia entre el mes más frío y el mes más cálido, es más acusada en Cieza C.H. (19,2°) que en Calasparra (18,3°). La explicación ya la hemos apuntado: en verano, el valle de Cieza se recalienta más, al encontrarse más cerrado; en invierno, las temperaturas bajan tanto como en Calasparra. El resultado es que sufre más la continentalidad, aunque la diferencia es débil y no llega a un grado.

La oscilación mensual y diaria registra sus valores máximos en los meses de verano, donde las temperaturas se presentan más contrastadas; después va descendiendo hasta diciembre y enero que registran las mínimas oscilaciones.

Las temperaturas máximas y mínimas tanto medias como absolutas coinciden, respectivamente, en julio y en enero en los dos observatorios; la media de las máximas es más elevada en Cieza C.H. (35,2°) que en Calasparra (34,6°), mientras la media de las mínimas es de 1,4° en ambas estaciones.

La máxima absoluta en Calasparra alcanzó 4° en julio de 1966; de los veinte años de observación, en diez, la máxima llegó o superó los 40°; en Cieza C.H., la máxima del período fue de 45° en julio de 1967 y en los veinte años (1951-70), dieciséis registraron máximas absolutas de 40° o más, en los dos observatorios, julio sigue superando a agosto en el conjunto de las máximas absolutas.

Respecto a la mínima absoluta, destaca como excepcional la conseguida en Calasparra en febrero de 1965, que descendió a -14°, aunque ningún otro año pasa de -9° (febrero de 1956); en Cieza, la mínima absoluta bajó a -8° en febrero de 1956 y en diciembre de 1970.

Temperaturas bajo cero, se registran en Cieza C.H. desde noviembre a abril y en Calasparra desde octubre a abril; por lo tanto el riesgo de heladas tiene una duración de seis meses en Cieza y siete en Calasparra; estos observatorios dan un promedio de 34,7 y 43,3 días de heladas, respectivamente.¹¹

11) Op. cit. pág. 42.
12) López Bernárdez. Op. cit. pág. 40 y 81.

1.3.5. La aridez

Por la complejidad del concepto, que el objetivo del trabajo nos impide explicar, y por haber sido ya estudiado extensamente por López Bermejo para la cuenca del Segura, nos limitamos a tomar de este estudio el número de meses áridos en nuestra zona, según los criterios más conocidos y remitiendo al mismo para una consulta más extensa.

Según las fórmulas de BRETHER y DRESCHE

$$\left(\frac{P}{T} \right) < 10, \text{ donde } P = \text{precipitación, } J = \text{días de lluvia, } T = \text{temperatura, de LAURENCHET } (P < 30 \text{ mm}) \text{ y de GAUSSEN } (P < 2T), \text{ es fácil determinar cuándo un mes es o no es seco. El resultado de las tres es el mismo: 9 meses secos en Cieza C.H. y 6 en Calasparra.}$$

Según el índice de MAUROISSIE, Cieza con 9,9 y Calasparra con 14,5, están clasificados como un país seco mediterráneo; por el índice de aridez de DARWIN y BRETHER, Calasparra (4,3) se clasifica como zona árida; Cieza (6,3) como zona subdesértica. De los cuatro sectores climáticos que López Bermejo incluyó en la cuenca del Segura, Cieza queda incluido en el sector árido y Calasparra en el semiarido.

En resumen, esta serie de combinaciones de los elementos climáticos coinciden en detectar en nuestra zona de estudio los caracteres de aridez más altos de toda la cuenca del Segura, ya que el sector de Los Almadenes, como vimos, sobre todo por sus valores pluviométricos, y a pesar de su situación intermedia, es mucho más afín a la zona de Cieza que a la de Calasparra.

1.4. Población y HÁBITAT

Para completar la idea de conjunto y como base a unos posibles consecuentes prácticas (captura de aguas subterráneas, explotación turística de algunas cavidades), es necesario exponer los rasgos más importantes y característicos de la zona en que se encuentra el área de Los Losares.

Tomaremos como marco, para las referencias de los datos, los municipios de Cieza y Calasparra, atendiendo de una manera especial a la zona más próxima a la que nos ocupa.

Desde el punto de vista humano, el protagonista es el Valle del Segura. Es el eje vital tanto de las concentraciones de la población como de la riqueza agrícola.

La extensión total de los dos municipios es de 558,19 Km², que sostienen a una población de

13) Op. cit. pág. 65-66.
14) Op. cit. pág. 90-85.

33.648 habitantes, según el censo de 1970, y da una densidad de 60,2 habitantes por Km²; inferior a la provincial (73 hbs./Km²), aunque muy próxima a la media nacional (67 hbs./Km²); Calasparra: 193,06 Km², 8.289 hbs., y 42,9 hbs./Km²; Cieza: 365,13 Km² y 69,4 hbs./Km².

La evolución de los efectivos humanos marcó un aumento hasta 1940, estabilizándose en 1950, para sufrir un descenso en 1960. El siguiente cuadro muestra los datos:

| Censos | Calasparra | Cieza |
|--------|------------|--------|
| 1900 | 6.442 | 13.626 |
| 1930 | 8.071 | 17.889 |
| 1940 | 10.342 | 23.489 |
| 1950 | 10.371 | 23.489 |
| 1960 | 9.597 | 22.438 |
| 1970 | 8.289 | 25.359 |

Fuente: I.N.E.

Con respecto a 1960, los dos municipios se han comportado de manera diferente. Calasparra ha perdido 1.308 habitantes, o sea, el 13,6%, que le sitúa entre los cinco municipios con mayor disminución de población de toda la provincia; en Cieza, por el contrario, ha crecido el 13%, con 2.921 habitantes más que en 1960.

Esta población vive, en su mayoría, concentrada en los dos únicos núcleos censales. Calasparra-capitales absorbe el 87% de la población municipal, el resto se reparte entre 19 caseríos, pero sólo el 3,8% figura en el Nomenclador de 1970 como población diseminada. Cieza concentra en la capital el 90% del total municipal; el 10% restante vive en 14 caseríos. Únicamente el 4% lo ocupa el hábitat diseminado.

El mapa de repoblamiento nos da una imagen clara: dos grandes núcleos y un rosario de caseríos con viviendas diseminadas. Todos ellos entre los 350 y los 200 m de altitud (Fig. 6).

La zona de Los Losares está equidistante de Calasparra (15 Km hasta el Pantano de Alfonso XIII) y de Cieza (15 Km hasta Los Almadenes). Las entidades más próximas son Los Almadenes (Cieza) con 62 habitantes diseminados y Marcudo (Calasparra) con 161 habitantes, 40 familias, diseminados.

El caserío del Pantano de Alfonso XIII, queda en el desfiladero del Quipar sin posible acceso directo. Sólo ocho casas de labor se localizan en los secos de la ladera nororiental de La Palera.

Estos caseríos han sufrido el abandono de parte de su población de 1960.

15) Los otros cuatro municipios son: Moratala (-22,8%), Ojos (-22,0%), Cebegín (-17,6%) y Mote (-15,4%).

DISTRIBUCION DE LA POBLACION (Calasparrá-Cieza) 1970

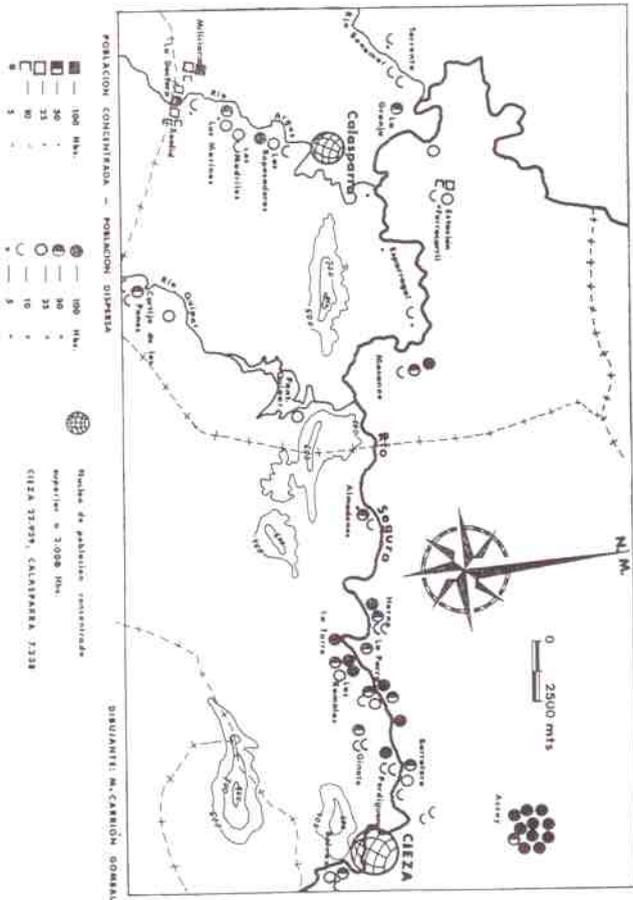


FIG. 6

| | Población de hecho | | Pérdidas | |
|---------------|--------------------|------|----------|----|
| | 1960 | 1970 | | % |
| Los Almudenas | 144 | 62 | 82 | 57 |
| Mecanoo | 233 | 161 | 72 | 31 |
| TOTAL | 377 | 223 | 154 | 41 |

Si a este 41% añadimos el lógico aumento natural del decenio, que no han experimentado, nos da una migración de casi el 50% de la población que tenían en 1960.

1.5. Rasgos de la explotación agrícola

Para completar las características geográficas de la zona estudiada, vamos a exponer los datos más significativos del aspecto agrícola.

El área estríca de Los Losares, o sea, la vertiente nororiental de la Sierra de la Palera, presenta escaso interés agrario, puesto que forma parte de una zona de monte y la superficie labrada sólo ocu-

pa la parte más baja y de menos pendiente. En ella predominan la tierra de labor, junto con recientes plantaciones de almendros. Los olivos forman manchas residuales en los bancales de las pequeñas hondonadas. Las áreas de bosques se ven ocupadas por monte bajo y matorrales, esparto y algunos pinos diseminados. Sólo a partir de la curva de nivel de 340 m, en todo el plano inclinado de los derribos, se puede apreciar una franja repoblada con pinos.

1.5.1. Distribución de la superficie en Cieza y Calasparrá

Los dos municipios, de los que forman parte Los Losares, presentan el inconveniente de la débil prorrata de tierra cultivada. Según datos de la Reserva Estadística de la provincia de Murcia (1962), sólo el 35,5% corresponde a tierra cultivada. Según el Censo Agrario de 1972, la proporción de tierras labradas es del 40,3% respecto a las censadas. Las cifras son las siguientes:

DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE CENSADA

| | Superficie censada (Ha) | | Superf. labrada | | Superf. no labrada | |
|------------|-------------------------|--------|-----------------|--------|--------------------|---|
| | Total Ha. | % | Total Ha. | % | Total Ha. | % |
| Calasparrá | 19.500 | 8,212 | 42,1 | 11.288 | 57,9 | |
| Cieza | 34.489 | 13,877 | 39,3 | 20.906 | 60,7 | |
| SUMA | 53.989 | 21.789 | 40,3 | 32.194 | 49,7 | |

Este aumento de la proporción, experimentado diez años después, puede explicarse por las nuevas superficies puestas en explotación agrícola en los últimos años y por la técnica más avanzada de elaboración del Censo.

Las 21.789 Ha labradas equivalen al 3,8% de todas las tierras labradas en la provincia de Murcia.

La distribución de la superficie cultivada entre regadío y secano encuentra la dificultad de responder a datos poco fiables, que desorientan a la hora de comentarlos. Así, contrastando las cifras del Censo de Riqueza Rústica 17 de elaboración más antigua, aunque puesta al día periódicamente, con los facilitados por la Hermandad de Labradores y Ganaderos 18 en su estadística anual, presentamos el siguiente cuadro:

SUPERFICIE REGADA RESPECTO A LA CULTIVADA (%)

| | Censo | Hermandad de L. y G |
|------------|-------|---------------------|
| Calasparrá | 25,0 | 35,2 |
| Cieza | 11,8 | 38,5 |

Podría pensarse en la ampliación de los regadíos producidos en los últimos años, pero la gran diferencia entre las dos fuentes, en el caso de Cieza, determina que tomemos estos datos con cierto reparo.

En todo caso, es fácil suponer, dado el carácter de aridez de la zona, la importancia económica de las áreas regadas, que en Calasparrá presentan la nota peculiar del cultivo del arroz, mientras en Cieza mantienen su preponderancia los árboles frutales. La superficie regada se extiende por las márgenes del Segura, del Argos y en áreas dispersas que aprovechan el agua de las fuentes y la subterránea.

1.5.2. Las explotaciones agrarias

El número total de explotaciones con tierra en 1962 era de 985 en Cieza y 1.019 en Calasparrá. Su estructura deficiente era patente en el cuadro que hemos elaborado, poniendo en relación el número de explotaciones de cada tamaño con el total de las hectáreas que comprenden. (Fig. 7)

CLASIFICACION DE LAS EXPLOTACIONES SEGUN SU TAMAÑO (%) 1962

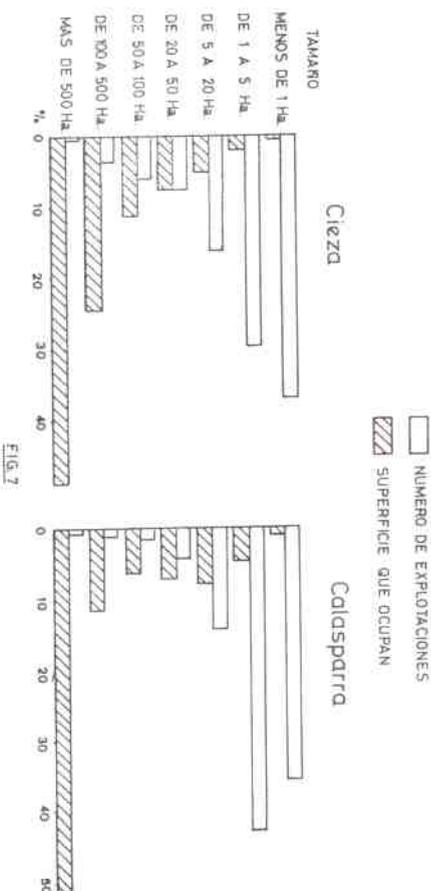


FIG. 7

DISTRIBUCION DE LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS, 1962

C I E Z A

| Tamaño de las explotaciones | Número | % del total | Ha. | % del total |
|-----------------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| de menos de 1 Ha | 388 | 36,9 | 170 | 0,5 |
| de 1 a 5 Ha | 222 | 29,3 | 646 | 1,9 |
| de 5 a 20 Ha | 159 | 15,3 | 1,674 | 5,1 |
| de 20 a 50 Ha | 75 | 7,6 | 2,491 | 7,5 |
| de 50 a 100 Ha | 58 | 5,8 | 3,714 | 11,3 |
| de 100 a 500 Ha | 38 | 3,8 | 8,035 | 24,4 |
| más de 500 Ha | 4 | 0,4 | 16,073 | 48,9 |
| TOTAL | 995 | 99,7 | 32,805 | 99,6 |

C A L A S P A R R A

| Tamaño de las explotaciones | Número | % del total | Ha. | % del total |
|-----------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| de menos de 1 Ha | 364 | 35,7 | 188 | 0,9 |
| de 1 a 5 Ha | 456 | 42,7 | 868 | 4,9 |
| de 5 a 20 Ha | 145 | 14,2 | 1,437 | 7,7 |
| de 20 a 50 Ha | 43 | 4,2 | 1,292 | 6,9 |
| de 50 a 100 Ha | 15 | 1,4 | 1,181 | 6,3 |
| de 100 a 500 Ha | 10 | 0,9 | 2,139 | 11,4 |
| más de 500 Ha | 6 | 0,5 | 11,576 | 62,0 |
| TOTAL | 1,019 | 99,8 | 18,661 | 99,8 |

Fuente: Censo Agrario, 1962 y elaboración personal.

En ambos municipios el número total de explotaciones es parecido (995 en Cieza y 1,019 en Calasparra), pero, al ser diferente la superficie censada, resulta que Cieza da una superficie media de explotación de 32,96 hectáreas y Calasparra de 18,31 hectáreas.

Nos aproximamos más a la realidad si observamos que la mayor parte de las explotaciones tienen menos de 5 hectáreas (66,2% en Cieza y 78,4% en Calasparra) pero no ocupan más del 2,4% y 5,5%, respectivamente, de la superficie censada en cada municipio. La pequeña explotación es predominante; las explotaciones que tienen menos de una hectárea representan el 36,9% en Cieza y el 35,7% en Calasparra, y sólo ocupan el 0,5% y el 0,9% de las tierras.

Por el contrario, el número de explotaciones con más de 100 hectáreas son 42 en Cieza (4,2%), que ocupan la extensión de 24.108 hectáreas (73,3%) y 16 en Calasparra (1,4%), con una extensión total de 13.714 hectáreas, o sea, 73,4%.

Las explotaciones entre 20 y 100 hectáreas sólo comprenden el 18,8% de la superficie censada en Cieza y el 13,1% en Calasparra. En este último municipio el porcentaje de las explotaciones: menores de 5 hectáreas es superior al de Cieza, lo que indica que allí la superficie cultivada está más distribuida. Por el contrario, el grupo de explotaciones mayores de 5 hectáreas presenta siempre una proporción mayor en Cieza. Pero, en ambos municipios, las explotaciones de tipo

medio (de 20 a 100 hectáreas) ocupan sólo una pequeña parte de las superficies municipales.

El Censo Agrario de 1972 da para Cieza un número total de explotaciones agrarias con tierra muy diferente al de 1962: las 995 del censo anterior se han convertido en 1,933. En Calasparra, el número no ha variado mucho: de 1,019 ha pasado a 1,104 explotaciones. Este cambio ha supuesto también una variación en el número total y en los porcentajes de cada uno de los tipos de explotación. El cuadro siguiente presenta el resumen de los datos:

EXPLOTACIONES AGRARIAS SEGUN SU TAMAÑO, 1972

| Tamaño de las explotaciones | Ceza | Calasparra |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| | Núm. Explot. % | Núm. Explot. % |
| menos de 5 Ha | 1,525 78,8 | 825 74,4 |
| menos de 20 Ha | 1,767 91,2 | 1,090 90,6 |
| de 20 a 100 Ha | 128 6,6 | 78 7,0 |
| más de 100 Ha | 41 2,2 | 29 2,4 |
| TOTAL | 1,933 100,0 | 1,104 100,0 |

Fuente: Censo Agrario y elaboración personal.

La pequeña explotación domina de una manera abrumadora en uno y otro municipio. Las menores de 5 hectáreas llegan o superan las tres cuartas partes del total, y las de tipo medio representan una proporción mucho menor que en 1962.

Esta desproporción refleja los fuertes contrastes agrarios entre un secano extensivo y de grandes explotaciones y un regadío muy productivo, pero tan fragmentado que en ocasiones llega al grado de abusivo.¹⁹

1.5.3. Parcelación

El número de parcelas por explotación era en 1962 de 2,5 en Cieza y 2,8 en Calasparra; en 1972 se ha reducido a 1,5 y 2,3, respectivamente. Sin embargo, el porcentaje de las pequeñas parcelas (menores de una hectárea) sigue superando el 50% del total, a pesar de la disminución experimentada en los últimos diez años, como muestra el cuadro siguiente (Fig. 8):

PARCELACION DE LAS EXPLOTACIONES

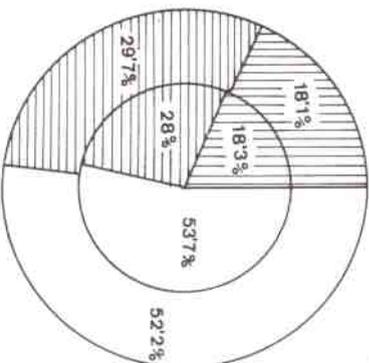
C I E Z A

| Tamaño de las parcelas | Núm. de parcelas | % del total |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| | 1962 | 1972 |
| menos de 1 Ha | 1,374 1,607 | 53,7 52,2 |
| de 1 a 5 Ha | 718 916 | 28,0 29,7 |
| más de 5 Ha | 469 557 | 18,3 18,1 |
| TOTAL | 2,669 3,080 | 100,0 100,0 |

19) En Calasparra, el 95% de la superficie regada está repartida entre propietarios de menos de 2 hectáreas.

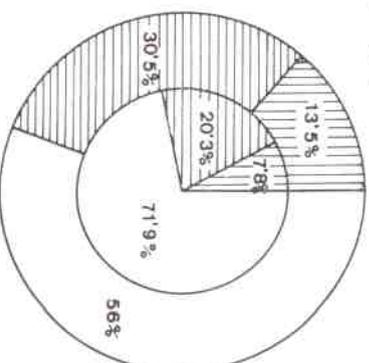
PARCELACION DE LAS EXPLOTACIONES

Cieza



CIRCULO INTERIOR - 1962
CIRCULO EXTERIOR - 1972

Calasparra



PARCELAS MENORES DE 1 Ha.
DE 1 A 5 Ha.
DE 5 Y MAS Ha.

FIG. 8

C A L A S P A R R A

| Tamaño de las parcelas | Núm. de parcelas | % del total |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| | 1962 | 1972 |
| menos de 1 Ha | 2,089 1,425 | 71,8 56,0 |
| de 1 a 5 Ha | 585 777 | 20,3 30,5 |
| más de 5 Ha | 224 343 | 8,9 13,5 |
| TOTAL | 2,878 2,545 | 100,0 100,0 |

Fuente: Censo Agrario 1962 y 1972 y elaboración personal.

En Cieza, la ampliación del número de explotaciones ha hecho que también aumente el número de parcelas de todos los tamaños aunque las proporciones casi no han variado. Sin embargo, Calasparra ha disminuido el número de parcelas menores de una hectárea cuya proporción, ha descendido de 71,8% en 1962 a 56,0% en 1972, aumentando paralelamente la proporción de los demás tamaños.

1.5.4. Sistemas de tenencia

Respecto al sistema de tenencia de la tierra, tanto bien se han experimentado algunos cambios de un censo a otro, como muestra el siguiente cuadro en porcentajes:

DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE SEGUN EL REGIMEN DE TENENCIA (%)

| Concepto | Cieza | Calasparra |
|-----------------|--------------|--------------|
| | 1962 | 1972 |
| Propiedad | 76,6 | 92,4 |
| Arrendamiento | 0,1 | 1,4 |
| Aparcería | 20,2 | 6,2 |
| Otros regimenes | 0,1 | — |
| TOTAL | 100,0 | 100,0 |

La tenencia en propiedad ha aumentado en ambos municipios, en 1972 el 92,4% de superficie censada en Cieza, con un total de 31.889 hectáreas, era explotado directamente por sus propietarios. En Calasparra, la proporción es de 86,1%, o sea, 16.781 hectáreas.

El sistema de arrendamiento ha aumentado igualmente en Cieza, pero ha disminuido en Calasparra, casi hasta su total desaparición. Sin embargo, la aparcería (más extendida que el arrendamiento) ha perdido extensión en ambos municipios, sobre todo en Cieza, donde ha pasado de 6.648 hectáreas (20,2%) en 1962 a 2.095 hectáreas (6,2%) en el Censo Agrario de 1972.

Otra nota diferencial entre los dos municipios es la proporción de empresarios de las explotaciones agrarias cuya ocupación principal no es agrícola. En Calasparra, con una población agraria del 90% respecto a la total activa,²⁰ sólo el 22% de los empresarios tiene una ocupación principal no agrícola. En Cieza, la población agraria representa el 52% de la activa²¹ y los empresarios con la ocupación principal no agrícola ascienden al 78%. O sea, Calasparra tiene un carácter marcadamente más agrícola tanto por la población activa ocupada en la agricultura como por la dedicación más completa al campo de los que dirigen las empresas agrarias.

1.5.5. *Mecanización*

El número de hectáreas labradas por tractor nos indica que Cieza tiene un índice de mecanización más elevado que Calasparra. Mientras en este municipio a cada tractor le corresponde labrar 152 hectáreas, como término medio, en Cieza son 96,7.²² Estos índices reflejan un grado de mecanización diferente, pero ambos son inferiores al provincial (89 hectáreas/tractor) y al índice medio de España (70 hectáreas/tractor).²³

Sin embargo, el número de hectáreas de cereal por cosechadora es en Cieza de 790 y en Calasparra de 220; la diferencia es grande y sorprende que Calasparra tenga una proporción inferior a la provincial (407 Ha. cer./cosech.) y a la nacional (235 Ha. cer./cosech.). La labor de recolección se complementa con la utilización de trilladoras; a cada

unidad le corresponde 1.054 hectáreas de cereal en Cieza y 220 en Calasparra, reflejando también una gran diferencia entre los dos municipios, aunque ambos están en una posición muy favorable respecto a la provincia de Murcia (3.009 hectáreas de cereal por trilladora). La media nacional es de 407 hectáreas por trilladora.

El índice de mecanización es, por lo tanto, desigual, aunque en los últimos años se está notando un sensible avance.

1.5.6. *Los cultivos*

Basándonos en los datos de la Hermandad de Labradores y Ganaderos, vamos a indicar las superficies de los cultivos más importantes en los municipios de Cieza y Calasparra.²⁴ (Fig. 9)

La superficie de secano está ocupada casi exclusivamente por los cereales que cubren sólo una parte de las tierras, dejando el resto en barbecho. Esta servidumbre del barbecho hace que anualmente el 26% de las tierras cultivadas en Calasparra y el 30% de las de Cieza no pueda ser productivo. La aridez de la zona impone a casi la mitad de la superficie de secano la necesidad de permanecer en descanso para que los suelos se recuperen.

La posibilidad de la tercera hoja dedicada a leguminosas, que entre en rotación con el cereal y el barbecho, no es factible, dadas las condiciones climáticas y el actual uso de fertilizantes. En Cieza, sólo 18 Ha. son ocupadas por leguminosas (judías y garbanzos); en Calasparra, 198 Ha., pero casi todas ellas en regadío.

Por lo tanto, es el cultivo de cereales el que domina los extensos secanos: en Cieza, 3.014 hectáreas y en Calasparra 1.543 hectáreas; ocupan, además, algunas otras zonas de regadío.

Entre los cereales de secano, la cebada y el trigo son los predominantes. En Calasparra, 1.000 hectáreas de trigo y 400 de cebada; en Cieza, 582 hectáreas de trigo y 2.020 de cebada. Mientras en este municipio la cebada ocupa el 47% y el trigo el 13,5% del secano puesto en producción (excluyendo el barbecho); en Calasparra esta proporción es de 13,2 y 48,2 por ciento, respectivamente, destacando ampliamente el trigo sobre la cebada, al contrario de lo que ocurre en Cieza.

El rendimiento medio de estos cereales es bajo, oscilando entre 5 Qm/Ha²⁵ y 15 Qm/Ha²⁶ según la pluviosidad y la oportunidad de las lluvias (se corresponden con los rendimientos medios españoles).

20) Comisión Provincial de Servicios Técnicos. Murcia, 1973.
 21) Censo Agrario, 1972.
 22) Hermandad de Labradores y Ganaderos. Cieza, 1973.
 23) La superficie labrada está tomada del censo agrario (1972) y el número de tractores de los datos facilitados por la Hermandad de Labradores y Ganaderos de Cieza (1973) y por el Servicio de Estadística de la Organización Sindical. Los de Calasparra se refieren a 1972.
 24) Ministerio de Agricultura; "Censo de maquinaria agrícola, 1971".

25) Los datos de Calasparra se refieren a la campaña de 1971-72, y los de Cieza a la de 1972-73.
 26) Comisión Provincial de Servicios Técnicos. Murcia, 1973.
 27) O. Carpena, A. Orturo, J. Gómez y F. L. Calvo. IOATS. Murcia, 1989.

DISTRIBUCION DE LAS SUPERFICIES DE CULTIVO

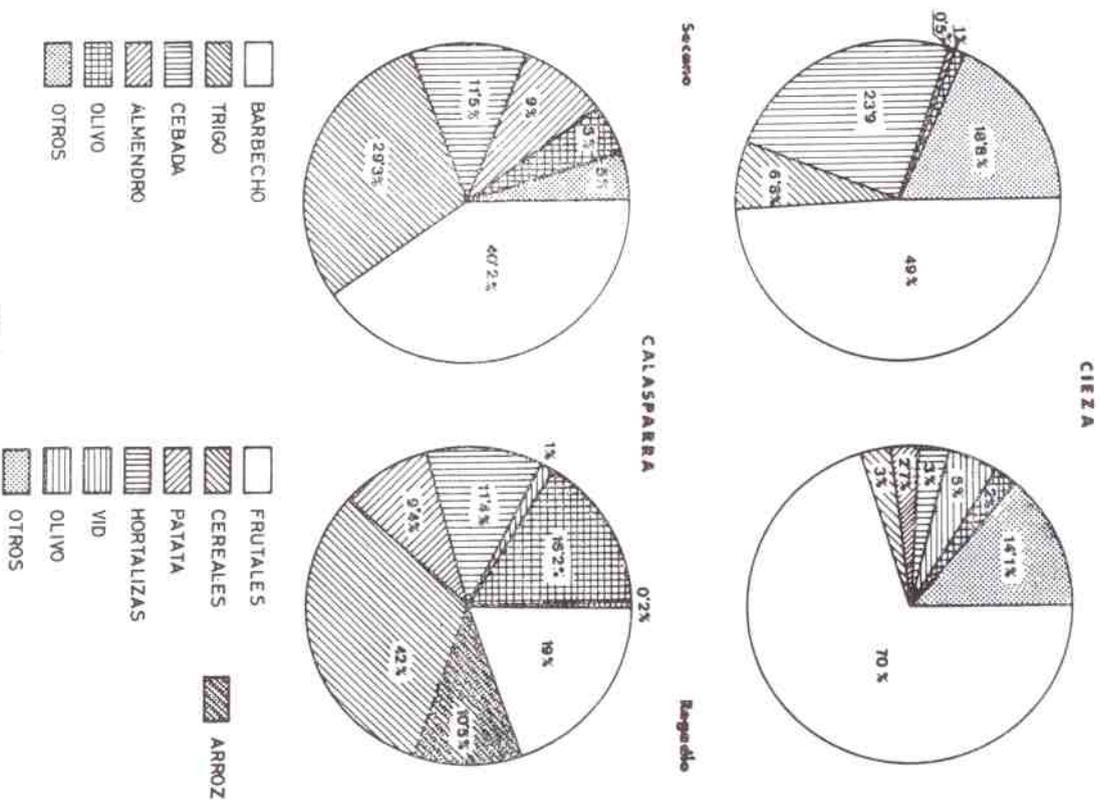


FIG. 9

La extensión del olivar de secano es más amplia en Calasparra (176 Ha) que en Cieza (85 Ha). Sin embargo, la mayor parte del olivar ocupa superficie de regadío (106 Ha en Cieza y 300 Ha en Calasparra). Las variedades más importantes son «Manzanilla», «Cordal» y «Carrasqueta». Es cultivo predominante en la zona del río Aygos, donde ocupa las colinas más altas y las laderas medias para protegerse de las heladas de primavera, ya que son sensibles a —7^o y —8^o. Es un cultivo regresivo y en Calasparra, por ejemplo, sólo hay cuatro hectáreas de olivar nuevo, que aún no produce.

El almendro cubre 312 hectáreas de secano en Calasparra y 48 en Cieza (según los datos disponibles) pero en este municipio ocupa 290 hectáreas regadas, mientras en Calasparra son 13 las hectáreas de almendro en regadío. Las variedades más importantes son «Marcona» y «Desmayo», que tienen la característica de ser más tardías. Se distribuye en pequeñas superficies y tiene como limitación las temperaturas bajo cero.

Dentro de la superficie regada, los cereales ocupan en Cieza una pequeña proporción (3%), donde la participación más importante corresponde al maíz (112 Ha de las 158 de cereal regado). En Calasparra llega al 40% del regadío, con 777 Ha, cuyos cultivos principales son: el trigo (300 Ha), el maíz (272 Ha) y el arroz (194 Ha). El coto arrocerío de Calasparra tiene 670 Ha, pero anualmente entran en cultivo unas 200 Ha, dedicándose el resto a trigo, maíz, cebollas, habas y judías.

La patata, con 143 Ha en Cieza y 173 en Calasparra es un cultivo indispensable en estas huertas, como las hortizas que, en pequeñas parcelas, ocupan 162 Ha en Cieza y 210 en Calasparra. De ellas, las más importantes en extensión son la cebolla, con 90 Ha en el término de Calasparra y 21 Ha en el de Cieza; el tomate, que ocupa 42 Ha y 23 Ha respectivamente; el pimiento con 24 Ha y 15 Ha, y las habas en verde, con 33 Ha en Cieza. Sin embargo, son los frutales los que verdaderamente predominan en el regadío, sobre todo en el término de Cieza. Aquí comprenden 3,713 Ha en total, y en Calasparra, 365 Ha que se reparten de la forma siguiente:

| Frutales | Cieza (1973) | Calasparra (1973) |
|---------------------|--------------|-------------------|
| Almendros (regadío) | 230 | 13 |
| Albaricoqueros | 1.415 | 196 |
| Ciruelos | 285 | 56 |
| Manzanos | 25 | 20 |

| | | |
|---------------|-------|-----|
| Mulocotoneros | 1.548 | 60 |
| Perales | 110 | 8 |
| No producen | — | 14 |
| TOTAL | 3.713 | 365 |

Fuente: Cieza.—Hermandad de Labradores y Ganaderos de Cieza, Calasparra.—Servicio de Estadística de la Organización Sindical.

El manzano y el peral son los de menor superficie, seguidos del almendro, que en Cieza llega a ocupar 230 Ha (frente a 48 Ha en secano) y el ciruelo.

Los que tienen mayor superficie son el albaricoquero y el mulocotonero. Este presenta la ventaja de tener la floración más tardía y el riesgo de helada es menor, pero su exigencia hídrica es mayor, por lo que en Calasparra no se ha desarrollado demasiado. El albaricoquero tiene más aceptación, aunque las heladas de últimos de mayo y abril afectan gravemente a la producción. La variedad «Bhúlda» es casi exclusiva, existiendo en Cieza algunas manchas de «Kallifino» y «Montaña». Su distribución no es en zonas específicas, sino que se encuentra entre otros frutales y plantas de ciclo anual.

Esta superficie de frutales es susceptible de ser ampliada a otros secanos ocupados por cereales, pero que presentan óptimas condiciones para estos frutales, siempre que se disponga de aguas suficientes.

Las hectáreas dedicadas a la vid son 285 en Cieza y 24 en Calasparra y, a excepción de 4 hectáreas de secano en este último municipio, el resto ocupa superficie regada. Se dedica a la producción de uva de mesa y en algunas áreas se procede a nuevas plantaciones.

En resumen, resaltan fuertes contrastes entre el secano y regadío, tanto en cultivos como en rendimientos. El cereal predomina en el secano y los frutales en el regadío. Cieza tiene mayor superficie de cebada que de trigo y, entre los frutales, los más importantes son el melocotonero y el albaricoquero. En Calasparra, el trigo supera en superficie a la cebada y, dentro del regadío, aparece el cultivo peculiar del arroz, que junto al albaricoquero y el olivo cubren la mayor parte de la superficie regada.

Un aumento de la capacidad de riego beneficiaría a muchas hectáreas ahora dedicadas a cultivos de secano poco productivos, pero con aptitud favorable a los frutales de hueso.

BIBLIOGRAFÍA

- O. CARRERA, A. ORTUNO, J. GOMEZ y F. L. CANOVAS.—«Cultivos murcianos tradicionales y su rentabilidad actual». Memoria 1967-68. I.O.A.T.S., Murcia 1969.
- Comisión Provincial de Servicios Técnicos.—«Comarca de Acción Especial del Noroeste. Estudio socio-económico». Murcia: Inédito. Excmo. Diputación Provincial de Murcia.
- I.N.E.: Censo de población. Años 1960 y 1970.
- I.N.E.: Censo Agrario. Años 1962 y 1972.
- I.N.E.: Reseña Estadística de la provincia de Murcia. 1962.
- LOPEZ BERMUDEZ F.: «La Vega Alta del Sagura. Clima, hidrología y morfología». Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia. Murcia 1973.
- ROSELLO VENGER, CALVO GARCIA-TORNBER, LOPEZ BERMUDEZ y otros: «División comarcal de la provincia de Murcia». Papeles del Departamento de Geografía-1. 1968-69. Universidad de Murcia.
- VILA VALENTI: «Murcia», en «Geografía de España y Portugal», dirigida por Manuel de Terán, t. IV-III. Barcelona, 1967.

• ARTURO VALENZUELA •

GEOLOGIA DEL AREA ALMADENES-LOS LOSARES

- 2. GEOLOGIA
- 2.1 Generalidades
- 2.2 Estratigrafía
- 2.3 Tectónica
- 2.4 Paleogeografía
- 2.5 Bibliografía

• Director-Jefe del Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas de la Excelentísima Diputación Provincial

2. Geología

Entre Galsparra y Cieza, la geología del frente Norte de la zona Subbética ha sido meticulosamente estudiada, por el profesor P. FALLOR (1931-94), (1943), (1945), DURAN DEUCA (1960) y DEPUY de LOME-MARIN de LA BARRERA (1962) en el mapa de la hoja n.º 890 con datos muy valiosos y López BERMUDEZ (1970) en cuanto a geomorfología y climatología del sector. Una información bibliográfica completa puede encontrarse en los trabajos de los autores referidos, en extensión y puesta al día.

Se incluyen en estos estudios el sector que hemos delimitado para el estudio del carst, cuyos fenómenos apenas son citados por los referidos investigadores y que están localizados en la vertiente Sur de la Sierra de la Patena y de La Palera, en el Sierra de la Patena se ubican un nivel de cavidades de notable interés, consecuencia del desarrollo de un carst que merece estudiarse.

Ha sido necesario realizar una geología de detalle en la parte Norte de La Patena, por cuanto la estratigrafía local y estructura detallada son indispensables para el conocimiento del carst y sus consecuencias morfológicas e hidrologías, ya que los datos de zonas proximales y generalizados no son suficientes aunque, como es natural, estén íntimamente relacionados.

2.1. CERRAMALDINES

El eje anticlinal del pliegue disimétrico de la Sierra del Molino se orienta de Oeste a Este con brusca inflexión hacia el Norte-Nordeste en la cisa del río Quipar y mantiene la primitiva dirección el anticlinal de la Sierra de la Palera, cuyos materiales son, a todas luces, continuación de los de la Sierra del Molino; los vértices del Molino (626 m), Palera (655 m) y La Moja (419 m), indican ya la tendencia al Este en la inclinación del eje de toda la alineación montañosa.

El sector estudiado comprende esta dirección del eje anticlinal de la Sierra de la Palera al Sur, cisa del río Quipar al Oeste, el río Segura al Norte y Los Almaderes y Los Losares al Este, totalizando un área aproximada de 20 Km², al Sur de La Palera quedan materiales eocenos plegados y triásicos del

Subbético y al Norte el amplio sinclinal de La Campaña alcanza la Sierra del Puerto a la que habrá que referirse; otras referencias se han dado anteriormente y a ellas nos remitimos.

Los materiales sedimentarios son predominantemente calizos; de Oeste a Este, dolomías y calizas claras cretácicas dominan el sector, soportando en transgresión calizas sabulosas y molasas seguritas de areniscas molásicas y margas miocenas. Al Norte la formación es cortada en sobrepresión por el río Segura que excava un cañón de más de 100 m en algunos lugares. Una red de torrentes colgados permite acceder, en algunos puntos, a los contactos de las dolomías y calizas cretácicas con el eoceno transgresivo.

2.2. ESTRATIGRAFÍA

La muralla dolomítica constituida por el eje anticlinal Oeste-Este de las Sierras Molino-Palera, establece el límite Norte del Subbético y el Prebético *s.s.*; contra el que se anulaban los empujes finales de la zona Subbética; la carretera al pantano del río Quipar es un límite muy aproximado entre ambas zonas. Entre los materiales triásicos y las dolomías de la Sierra del Molino y de La Palera, relazos de una serie terciaria fuertemente plegada, separan el contacto anormal del Subbético de las dolomías de La Palera (J. Paquer, 1969) que con la Sierra del Molino constituyen los materiales Prebéticos más meridionales del sector.

Hacia el Norte, las dolomías y calizas bazau sucesivamente y desaparecen bajo materiales terciarios coronados, en el sinclinal de La Campaña por margas vimbobonenses; no hemos visto allí accidente que permita establecer una estratigrafía clara en profundidad ni dispusimos de datos de sondeo en todo el sector. El cambio del río Segura desde la confluencia del río Quipar a Los Almaderes y los barrancos excavados por torrentes en la inmediación de Los Losares hasta el Segura, cortan los materiales transgresivos poco espesos en su trayecto, permitiendo establecer una columna estratigráfica del sector muy aproximada.

En lugares inmediatos P. FALLOR (1945) y J. PAQUER (1969) establecen una estratigrafía bastante precisa que conviene citar: (Fig. 10)

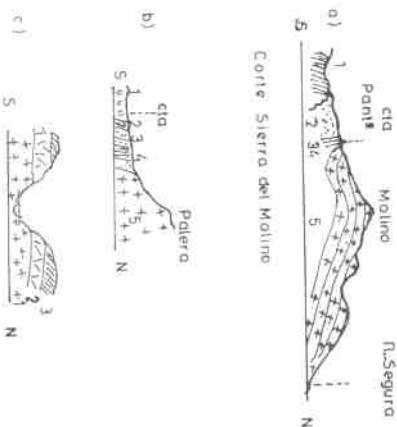


FIG. 10. Cortes geológicos según P. Fallot (1945).

Sierra del Molino. Según P. Fallot (1945).

- Fig. 10 a. De Sur a Norte:
- 1.—Margas cretáceas; Cretáceo Superior.
 - 2.—Margas triadas con yeso; Triásico.
 - 3.—Margas blancas; Nummulítico.
 - 4.—Areniscas.
 - 5.—Dolomías claras.

Chusa del Quipar cortando el anticlinal Molino-Palera descubre los materiales al Sur del mismo (Fig. 10 b):

- 1.—Trias triado.
 - 2.—Margas luteocenas.
 - 3.—Calizas luteocenas con alveolinas.
 - 4.—Margas con nummulites y areniscas.
 - 5.—Dolomías de La Palera.
- Corte próximo a la central eléctrica de Los Almádenes (Fig. 10 c):
- 1.—Dolomías.
 - 2.—Calizas luteocenas.
 - 3.—Neógeno transgresivo.

J. Paquer (1983), (1969) aporta un meticuloso estudio geológico de esta parte Norte de la zona Subbética; determina con precisión que las calizas dolomíticas de las Sierras del Molino y Palera son del Cretáceo superior, comparables a la de un nivel de la Sierra del Puerto (donde existen fenómenos de carstificación muy evolucionados) y fija el límite de la zona Subbética y el Prebético s.s. Dado el caso de que la edad de estas dolomías y calizas quedaba confusa hasta entonces, su datación ha sido de gran interés y remitimos a los notables trabajos del citado autor para el mejor conocimiento del problema; es necesario tener en cuenta algunos de sus aportaciones por cuanto tienen relación con la estratigrafía y tectónica del sector cártico.

Así, el límite Norte del Subbético queda definido por el flanco Sur del anticlinal Molino-Palera; en la Sierra del Molino se establece la siguiente estratigrafía:

- Cretáceo Medio: 1.—Arcilla sabulosa continental; Albense.
- 2.—Dolomías grises, pátina oscura; Albense Superior; Cenomanense Inferior.
- Cretáceo Superior: 3.—Calizas compactas blancas azoicas; Maestrichtense.
- Eoceno Medio: 4.—Calizas nummulíticas titerculación de areniscas y conglomerados transgresivos; Lutecense.

Oligoceno: 5.—Caliza arenosa (40-50 m) alterando con margas blancas y caliza molástica.

Al Norte de la Sierra del Molino, en la depresión sinclinal, margas blancas sobre caliza arenosa, margas sabulosas y margas grises; Tortonense.

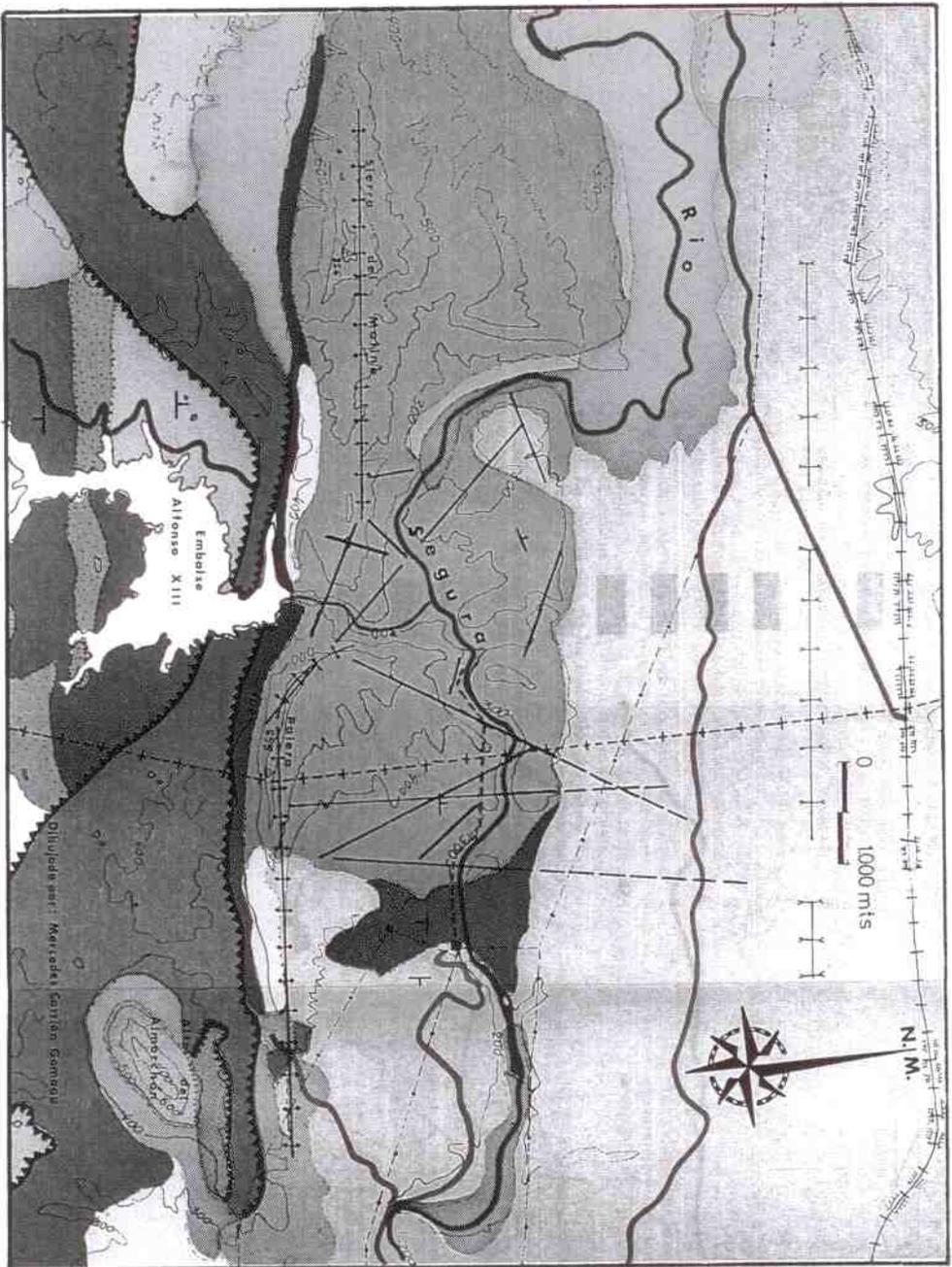
En la Sierra de la Palera (Fig. 11) presenta un corte que relaciona el Prebético s.s. y el límite Norte del Subbético, fallando la disposición de los materiales sedimentarios del flanco Norte del plegue.

La distribución de los materiales del flanco Sur del Molino y La Palera no pueden, en el terreno, cotejarse con los del flanco Norte al quedar tapados por las margas del sinclinal de La Campaña y hacia el Este, la cobertura eocena disminuye de potencia; desde Los Almádenes hasta la chusa del río Quipar, en dirección Este-Oeste, pueden seguirse los materiales terciarios en transgresión sobre las dolomías y las calizas claras de La Palera, con irregularidades de afloramiento y espesor y fuertemente erosionados. La figura 12 representa un corte aproximando a la altura de Los Almádenes.

Los materiales miocenos y eocenos aparecen alternativamente en superficie según la acción de la erosión epigénica, en una estrecha faja a la altura de la cota 300 m, hasta quedar al descubierto las calizas carboníferas; la estratigrafía del sector presenta una disminución de potencia hacia el Oeste, que en Los Almádenes-Los Losaures son:

- 1.—Margas sabulosas con intercalaciones de margas caliza, 80 m.
- 2.—Areniscas molásticas, 20-25 m.
- 3.—Caliza con grandes foraminíferos, 15 m.
- 4.—Caliza sabulosa, 25 m.
- 5.—Caliza clara, al muro.

Los materiales que constituyen la cobertura terciaria de las dolomías, han sido desmantelados por la erosión por lo que el techo es diferente según el lugar de observación; puede notarse una semejanza con los materiales y niveles de la Sierra del Molino. El nivel (1) corresponde a depósitos miocenos post-tortonenses; el (2) se puede identificar como aglutinante (oligoceno); el nivel (3) correspondería a



MAPA GEOLOGICO. LEYENDA

- Ple de monte, aluviones y limos del Cuaternario.
- Margas arenosas grises y amarillentas del Tortonense y Pontiene.
- Margas blancas y calizas arenosas del Burdigaliense.
- Areniscas molásticas Eoceno-Oligoceno.
- Margas y calizas del Eoceno Medio.
- Calizas claras compactas del Cretáceo Superior.
- Margas y margocalizas del Cretáceo Superior.
- Margas blancas del Aptense-Albense.
- Calizas blancas del Lias Inferior-Medio.
- Dolomías grises del Lias Inferior.
- Arcillas abigarradas con yesos del Keuper.
- Arenisca y arcillas arenosas del Buntsandstein.
- Falla.
- Falla supuesta.
- Manto de corrimiento.
- Contacto discordante.
- Contacto normal.
- Anticlinal.
- Sinclinal.
- Buzamiento.

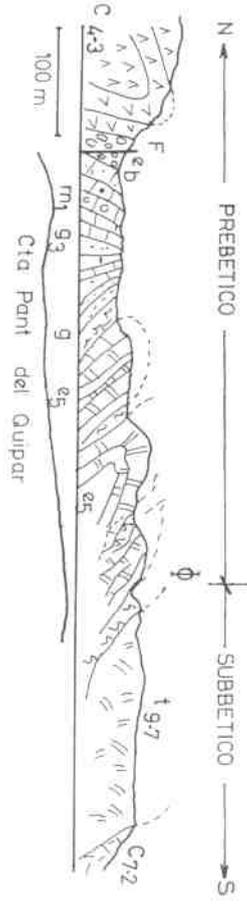


FIG. 11.—Según J. Paquet (1969)

Fig. 11.—El Prebético frente a la capa Subbética, al nivel del Pantano del Quippar. Según J. PAQUET (1969). Subbético: C7.2; Keuper: C7.2; Cretáceo Sup. margoso: contacto anómalo frontal del Subbético. Prebético: C4.3; Cretáceo Sup. dolomítico: ca Lutetense; g oligoceno continental; m2: molasa aquita; niene F: falla vertical; db: derriles.

las calizas lutecienses del sector y (4) a un ecoceno transgresivo directamente depositado sobre la caliza clara (5) del cretáceo Superior.

Al Oeste de Los Almadenes desaparecen las margas casi por completo a partir del Norte y Oeste de Los Losares, donde molasas y calizas sabulosas con buzamientos de 30°E, cubren a las calizas y desaparecen a partir de la cota 350 m.

El dominio de las calizas en sus variadas litologías es evidente en el sector, tanto en superficie como en profundidad; un análisis de porcentajes pone de relieve esta dominancia de facies según muestra la figura 13, aun siendo dudosos los valores en profundidad para la caliza cretácica y dolomítica del sector.

Queda por definir cuáles son los materiales sedimentarios que constituyen el sustrato de las calizas cretácicas, por cuanto su interés hidrogeológico es obvio; en la Sierra de la Palera en su flanco Norte no aparece afloramiento alguno del sustrato dolomítico, por lo que hay que referirse a lugares altos como en la Sierra del Molino (FALLOR, 1945) y Sierra del Puerto, al Oeste y Norte, respectivamente (Paquet, 1969) donde aparece un nivel de margas del Cretáceo inferior y otro de arcillas del Albienense. Adhiriendo que se mantenga la distribución geométrica de los materiales en alguno de estos casos con los de la Sierra de la Palera, un nivel margoso o arcilloso queda en definitiva como muy probable sustrato de las dolomías y calizas cretácicas; la afinidad entre las calizas de uno de los niveles de la Sierra del Puerto con las de La Palera, y el afloramiento de arcilla sabulosa en El Carguán, son indicios de gran interés.

2.3. TECTÓNICA

Los problemas estructurales de la zona se presentan muy complejos, tanto a nivel regional como local; de nuevo hay que referirse a los trabajos de P. FALLOR (1931), (1934), (1945) y Paquet (1963-69) que clarifican tan importante cuestión.

FIG. 12

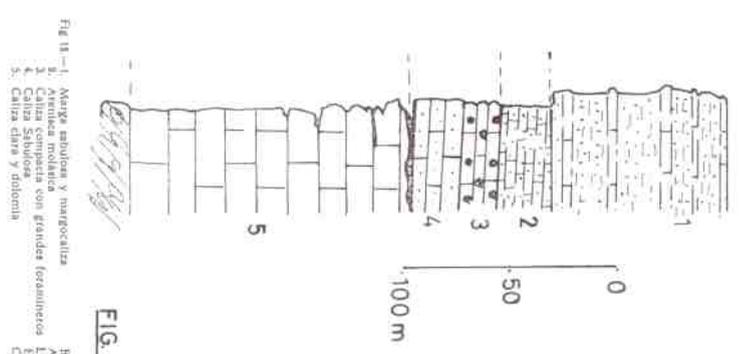


FIG. 12.—1. Marga esbuesa y margocaliza
2. Arenisca molasica
3. Molasa con grandes fosforinosos
4. Caliza Sabulosa
5. Caliza clara y dolomia

Burdigaliense
Aquitaniense
Eoceno
Cretáceo Sup.

AREA DE LOS LOSABES (Cuzco)

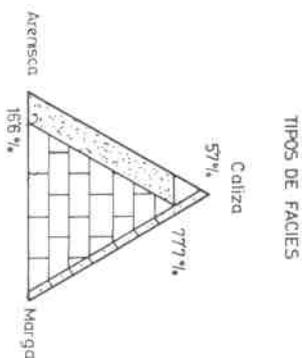
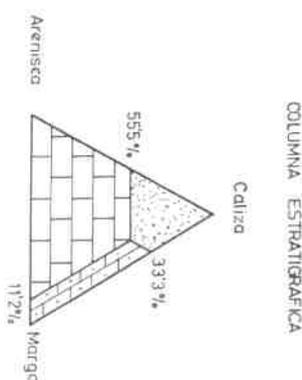


FIG. 13



COLUMNA ESTRATIGRAFICA

En el sector que nos interesa nos encontramos con que la capa Subbética se termina contra el paleorelieve cretáceo dolomítico de las Sierras de La Palera y Molino; los materiales terciarios Prebéticos del Sur de la Sierra de la Palera quedan fuertemente plegados por el empuje contra la muralla dolomítica sin que estos esfuerzos alcancen, a nuestro entender, al flanco Norte, al menos con aparente intensidad.

Las fracturas de gran estilo quedan señaladas en el mapeo geológico de la zona en forma esquemática y generalizada, por lo que a nuestro objeto conviene estudiar la estructura de detalle por cuanto es determinante de los condicionamientos del cursi. Fracturas importantes cuartejan las dolomías y calizas y en algunos lugares los materiales eocenos son aparentes en la fotografía aérea y donde ha sido posible confirmadas en el terreno. Son de notable longitud algunas de ellas (ver mapa hidrogeológico) y las medidas quedan referidas al NM en grados sexagesimales, para las diaclasas y NG y grados sexagesimales para las fallas.

Fracturan principalmente a las dolomías y calizas cretáceas de las Sierras del Molino y La Palera, especialmente en el flanco Norte; son verticales y subverticales, lo que permite pensar en que dovden las calizas en profundidad. Sobre los materiales nummulíticos se aprecian fracturas al Norte del río Segura cuya convexidad Sur corta las calizas, aparece una fractura de orientación Sur-Norte cuyo lado Este lo forma un material conglomerado heterométrico y el Oeste son calizas cretáceas; creemos se trata del labio levantado de una fractura anterior contra el que se ha depositado material más reciente, probablemente de aluvionamiento de un paleocauce neógeno.

SIERRA DEL MOLINO

SIERRA DE LA PALERA

| Rumbo | Eje anticlinal | Rumbo | Distancia |
|-------|----------------|-------|-----------|
| E-W | Sistema | E-W | 3,000 m |
| N5W | Principal | N60E | Aspa A2 |
| N20E | A2 | N80W | Principal |
| N50E | A1 | N20W | A1 |
| N45W | A1 | N5E | Principal |
| N80E | Principal | N30E | A1 |

Las fracturas Este-Oeste y Norte-Sur (con variaciones de 5°) forman el sistema principal y parecen ser fallas de desgarre de las de Este-Oeste de La Palera y Molino, paralelas y separadas unos 3,000 m, tanto por su orientación respecto al estriero principal como por su trazado rectilíneo; en tal caso, debe tratarse de fracturas profundas con toda probabilidad. Lleguen al sustrato margoso o arcilloso de la formación dolomítico-caliza. La profundidad que alcanzan estas fracturas no es determinable; sin embargo, se han localizado brechas de falla en el interior de la Sima Grande y la de La Promoción a lo largo de la cual se abre la conducción de agua en la segunda citada, a una profundidad de 20 m. La brecha está formada por cemento calizo marino y cantos soldados heterométricos, apreciándose nítidamente el skintido del espejo de falla en la pared.

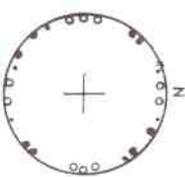
Otras fracturas menores en longitud constituyen el sistema en raspa A1 A2 (ver Fig. 5) y deben corresponder a las fracturas satélites de las principales; en general, estas fracturas están menos visibles al Norte del río Segura.

2.3.2. Diaclasas

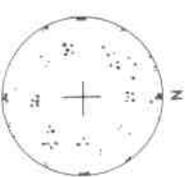
Por trazados hidrogeológicos merecen un detallado estudio las diaclasas, particularmente en el flanco Norte de la Sierra de la Palera; ofrecen variaciones de dirección respecto a las fallas de 5° a 10°, no se han determinado diaclasas de dirección N80W probablemente porque las variaciones citadas las sitúan en dirección E-W que son numerosas, un 15%.

| Rumbo | Densidad | Sistema | Buzamiento |
|-------------|----------|-----------------------|------------|
| N60W | 20% | Aspa (A1) | Vertical |
| N60E | 5% | Aspa (A1) | * |
| N20E y N20W | 15% | Aspa (A1) | * |
| N5E | 5% | Aspa (A2) | 30° |
| N45W | 5% | Aspa (A2) | 30° |
| N40E | 5% | Aspa (A2) | 30° |
| N60E | 5% | Aspa (A3) | Vertical |
| E-W | 15% | Principal | Vertical |
| N-S | 20% | * (Variaciones de 5°) | Vertical |

Hay que resaltar que las fracturas presentan labios cerrados, casi siempre son verticales y de trazado recto generalmente, las del sistema principal, siendo abundantes las de trazado sinuoso, lo que hace pensar en que las primeras sean diaclasas de cizalla y las segundas de compresión (Beronosov, 1971); (De Strasser, 1962). La figura 14 presenta la representación estereográfica de diaclasas.



FALLAS: o sistema principal ● aspa



DIACLASAS: • sistema principal; < aspa

FIG. 14 Estereogramas de fracturas

De otra forma, las diaclasas de dirección E-W y N-S son diaclasas de tensión y las de dirección N60E, N45E, N45W y N30E, N60W, de cizalla.

Queda por saber cuáles esfuerzos pudieron originar estas fracturas, problema muy complejo de difícil solución, al menos para las diaclasas de compresión; se puede señalar como posible hipótesis que, con independencia de los esfuerzos aportados por la orogénesis alpina, que probablemente originaron la tectónica estructural de las calizas de todo el sector, el que el río Segura excavara un cañón anterior al actual en el paleorelieve calizo, relleno durante el terciario y vuelto a excavar por sobreimpresión, hace pensar en la posibilidad de una edificación de compresión en los materiales por pérdida de volumen que haya colaborado en la formación de las fracturas.

2.3.3. Microfracturas

Son observables en superficie en las proximidades de las diaclasas y muy abundantes en general; son las conocidas fisuras llamadas «epiroclasis» de corta longitud y de labios muy cerrados, dándose en todas direcciones; su importancia en la iniciación y desarrollo de la catástrofe es indudable.

Las calizas claris compactas en que se instala el cursi, presentan una emicrofracturación en todas direcciones y de enorme densidad, unos 2 a 5 cm entre fisuras, formando ángulos de 30°-45°, estableciendo una nutrida red de fisuras selladas cuyo papel en el desarrollo del cursi es de gran importancia.

2.4. PALEOGRAFIA

Siendo la formación calizo-dolomítica de la Sierra de la Palera-Molino, la frontera entre el Prebético al Norte y el Subbético extenso al Sur, la paleogeografía a ambos lados del eje es diferente, ya que la parte Norte no participó o lo hizo en escasa medida de intensidad y tiempo, en la construcción del edificio Subbético.

El Subbético al Sur de la alineación Molino-Palera, intensamente afectado por los esfuerzos orogénicos desde el Eoceno al Mioceno Superior (con los mayores desplazamientos del Subbético en el Burdigalense-Helveciense) con fase terminal de reajuste en el postvindhoniense (PAGERT, 1969) contrasta con la escasa participación de los materiales cretáceos, dolomítico-calizas, durante esta fase tectónica del flanco Norte de la misma formación.

Durante el Luteciense, una cuenca sedimentaria recubrió los materiales de deposición desde el Luteciense hasta el Burdigalense, siendo al final del Helveciense cuando los materiales calizo-dolomíticos de las Sierras Molino-Palera se oponen al estriero máximo del edificio Subbético.

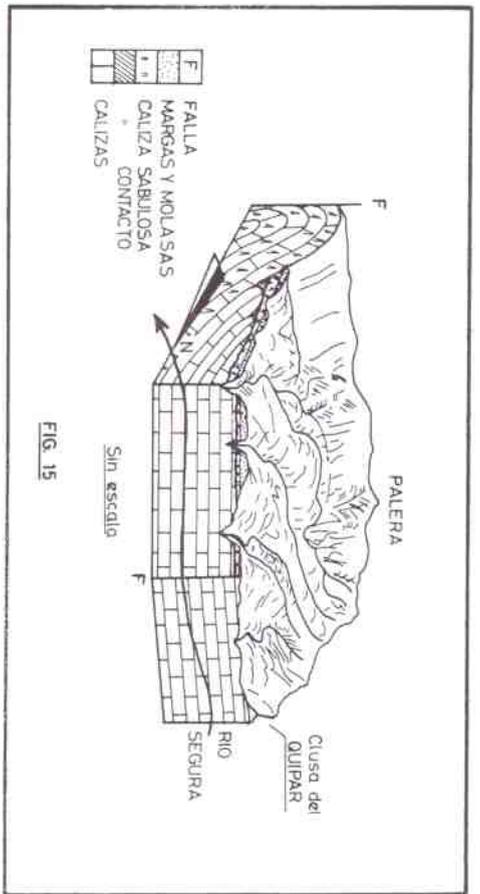


FIG. 15

Al Norte del anticlinal Molino-Palera queda la cuenca miocena en calma, depositándose los sedimentos margosos y produciéndose una intensa erosión en los relieves recientemente formados; los materiales helvéticos transgresivos que rodean las dolomías y calizas cretáceas, quedan al descubierto en algunos lugares como Los Losares, exhaustados por la erosión miocena.

A nuestro modo de ver, el área Norte de las Sierras Molino-Palera ha presenciado la construcción del edificio Subbético en relativa calma hasta el Helvético, en el que se levantan los materiales del Sur del anticlinal Molino-Palera contra esta formación cretácea, afectando con menor intensidad los depósitos del flanco Norte y generando en la parte periférica en los materiales luteocenos depositados sobre el paleorelieve cretáceo. El empuje final del Subbético fue también percibido en los bordes de la cuenca de La Campana, como muestran los depósitos burdigalenses y helvéticos-piagados, exhaustados por la erosión en el flanco Sur de la Sierra del Puerto.

Se podría establecer, probablemente, las siguientes fases paleogeográficas, a partir del paleorelieve cretáceo:

- 1.—Eoceno inferior. No localizado en el área probablemente desmantelado por la erosión post-cretácea.
- 2.—Eoceno medio (luteoceno). Cuenca sedimentaria marina, calizas nummulíticas y arenosas depositadas directamente sobre el cretáceo superior en discordancia erosiva. Cañón del Segura y Oeste de Los Losares.

3.—Eoceno superior. No determinado en el área; probable laguna sedimentaria a erosiva.

4.—Oligoceno. Continuo en el área, siendo probable que perteneciera a esta edad la caliza rubifugada con tubícolas y grandes nummulites corroides indistinguibles, al Norte-Nordeste de Los Losares; probable sedimentación de litoral y ambiente oxidado posterior.

5.—Mioceno. Sedimentación marina margosa y detritica. Los Almadenes, Campana. Este de Los Losares. Intensa erosión y encajamiento definitivo de la red hidrográfica del área Molino-Palera.

6.—Plioceno. Reexcavación del cañón del Segura y de la cusa del Quipar, que prosiguen su acción durante todo el cuaternario. (Figs. 16-18)

Si nuestras observaciones son válidas, el mar mioceno no cubrió el cauce del Segura al menos en esta área limitada, por lo que debió quedar un cañón residual en las calizas cretáceas durante el Paleogeno, estando la costa entonces al Norte de la formación cretácea La Serreta, quedando cubierto el paleocauce del Segura durante el Luteoceno, que depositó sedimentos detriticos y conglomeráticos en algunos lugares como Los Almadenes y entrada del cañón del río, reexcavando su cauce por *sobremposición* durante el Pontense (FALLOT, 1945), o antes.

Ello explicaría la discordancia erosiva del Luteoceno sobre calizas cretáceas observadas en el cañón del Segura al Sur de la Serreta y los conglomerados gruesos cortados por el río a la entrada del cañón que ya citó FALLOT. Esta reexcavación de su cauce que pudo iniciarse en el tortoniense (fin del

viñobonense) permitió al río instalarse rápidamente por *sobremposición* cortando materiales luteocenos y calizas e incluso pontenses a la salida del cañón (Los Almadenes) en más de 100 m de profundidad en algunos lugares.

La progresión en profundidad del río Segura ocasiona una erosión epigea brutal que, desmantelando los materiales eocenos poco espesos, encaja la red hidrográfica del Norte de La Palera y exhausta las calizas cretáceas del área Norte-Nordeste de la formación, acción que condiciona la evolución del cauce; pero ello es cuestión que veremos en otro lugar.

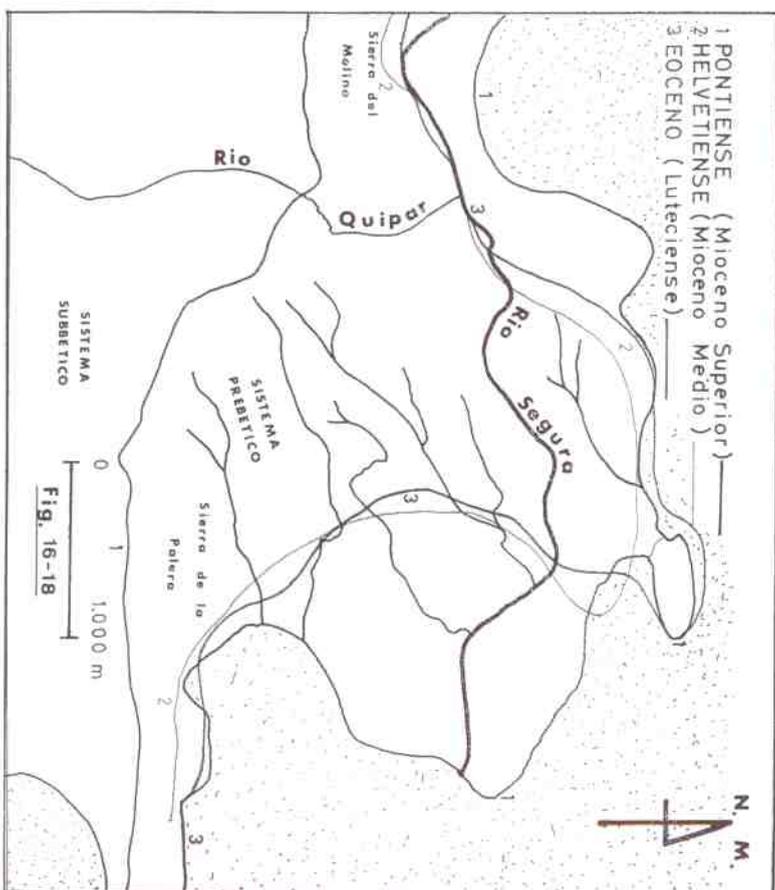


Fig. 16-18

BIBLIOGRAFIA

- BELOUSSOV, V. V. (1971): «Problemas básicos de geotectónica». Ed. Omega, Barcelona.
- DEPUY DE LOME, E-MARIN DE LA BARCENA (1962): Mapa y Hoja Expl. Geol. Esp. 1:50.000. Inst. Geol. Min. Madrid.
- DUMBAR, C. O. y ROGER, J. (1963): «Principios de Estratigrafía». C.* Ed. Cont. México.
- DEBRIJAU, M. (1966): «Geomorfología». Ed. Ariel, Barcelona.
- FALLOT, P. (1931-34): «Essais sur la repartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpes espagnoles». Ass. Et. Méditer. Occ.; vol. IV, 2.* par. n.º 1. Barcelona.
- (1943): «El sistema Cretáceo en las cordilleras Béticas». C.S.I.C. Madrid.
- (1945): «Est. Geol. en la Zona Subbética entre Alcañta y el río Guadlana Menor». C.S.I.C. Madrid. Ver bibliografía, muy importante en esta obra.
- GOGUEL, J. (1952): «Traité de Tectonique». Masson C*, Paris.
- KRUMBEN, N. C. y SLOSS, L. L. (1969): «Estratigrafía y Sedimentación». UTHEA, México.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1970): «El sector del Pantano del Oulpar: estudio geomorfológico». Publ. Univ. Murcia.
- PAQUET, J. (1963): «Observations sur le Subbétique au Sud de Calasparra (Murcia)». Soc. Geol. France; t. V, Paris.
- (1963): «Le contact frontal du Subbétique au Sud du río Segura (Est. de Calasparra, prov. de Murcia, Espagne)». C. R. Act. Sc. t. 256, Paris.
- (1963): «Etude géologique de l'Ouest de la Prov. de Murcia (Espagne)». Mem. Geol. France. Nouv. Sér. t. XLVIII. Mem. n.º III, Paris. Ver bibliografía muy completa.
- SITTER DE, L. U. (1962): «Geología Estructural». Ed. Omega, Barcelona.

JESUS ALBERTO GOMEZ TOLOSA
 JUAN PEREZ GARCIA
 RAFAEL MARTINEZ TERUEL

ESPELEOGRAFIA

3. ESPELEOGRAFIA
 - 3.1 Cueva Rio-Niño
 - 3.2 Cueva de las Cabras
 - 3.3 Sima Pequeña
 - 3.4 Sima Grande
 - 3.5 Sima Promoción

3. ESPALDORAVÍA

Dadas las características de las distintas cavidades de la zona de Los Losares (Cieza), las técnicas topográficas empleadas han sido generalmente de coordenadas para galerías en desarrollo longitudinal, utilizando ocasionalmente el método de radiaciones para salas y alturas de mayor tamaño, debido a su eficacia y rapidez; las curvas de nivel indican, según su distancia las diferentes pendientes, indicando las flechas el sentido descendente de las mismas. Al mismo tiempo, se han ido anotando los elementos geomorfológicos, tales como coladas, formaciones homogénicas, bloques, arcillas, etc., lo que queda suficientemente reflejado en los respectivos planos; también han sido incluídos en éstos las distintas temperaturas y humedades relativas que se obtuvieron en diferentes puntos de las cavidades, así como el sentido de circulación de aire, datos facilitados por la Sección de Microclima y Corrosión dirigida por don Miguel Cáceres Hernández-Ríos.

Queremos agradecer la colaboración prestada para la realización de la topografía de cavidades a la Sra. María Mercedes Carrión, Concha y don Francisco Toriano Mirre, así como al resto de los miembros del Servicio, que en algún momento colaboraron en este trabajo.

3.1. CURVA-SIMA, RÍO-NIÑO

Coordenadas Mapa S.C.E. 25-35 (890) —

— Longitud 1° 34' 15"

— Latitud 38° 14' 00"

Cota 360 m (Río)

Signatura MTU-3415/1400

S.G.E. 25-35 (890) I:50.000

La cavidad se abre en dirección N60°W sobre un suelo constituido por materiales chistosos de pequeño tamaño y cubiertos por arcilla (secciones A-A', C-C' y D-D'), con una pendiente descendente de 15° hasta unos 10 m aproximadamente y hasta los 17 m que es la longitud total de la galería la pendiente de 15° es ascendente; en la intersección B-B' y E-E' existe una chimenea que comunica con el exterior, de forma casi cónica con dimensiones que varían entre 0,30 m y 2 m (sección B-B'). Al W y NW la cavidad se cierra en esas direcciones, continuando

por una galería que parte del punto de intersección de las secciones B-B' y E-E' con dirección SN y una longitud total de 14 m; en los primeros metros presenta una pendiente descendente de 30° formada por materiales chistosos de pequeño y mediano tamaño así como gran cantidad de arcilla, existiendo un sumidero al final de esta pendiente. El techo presenta gran cantidad de cuencos de corrosión, siendo su altura máxima de 5 m (sección E-E').

En el punto de intersección de las secciones E-E' y F-F' la galería de dirección SN cambia a N60°E con una longitud de 16 m, presentando un suelo cubierto por gran cantidad de «tierra rossa», el techo está formado por bovedas cubiertas por cuencos de corrosión en avanzado estado de decalcificación, siendo su altura máxima 5 m (sección F-F'). La pared N de esta galería está cubierta por una gran colada estalagmítica de 4 m de altura con formaciones homogénicas. Sobre esta colada, en C', se abre una boca de dirección SN de la que más adelante nos ocuparemos.

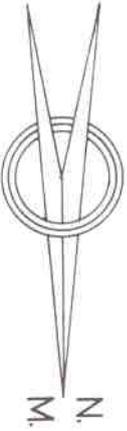
Tomando como referencia el punto de intersección de F-F' y G-G', se abre una nueva galería de dirección S22°E, con una longitud total de 19,50 m, presentando un suelo en los primeros metros cubierto de «tierra rossa», quedando más adelante tapizado por una colada estalagmítica hasta el pozo existente al final de la galería con una profundidad total de 8 m (sección G-G'). Las paredes de este pozo están formadas por bloques cementados por coladas estalagmíticas, existiendo un sumidero en su base cubierto por bloques sueltos y arcilla; por la pared S del pozo y a través de un paso un tanto angosto, se penetra por la colada a una sala de dirección N45°W presentando un suelo cubierto por una gran cantidad de «tierra rossa». Desde el pozo y en dirección WE se abre una tubería de erosión de diez metros de longitud, terminando la parte de la cavidad, denominada «Ríos».

Regresando al punto C', situado en la colada de la galería N60°E, se penetra a una galería de dirección SN con una longitud de 20 m, con unas anchuras que oscilan entre 1 y 6 m siendo su altura de 0,30 m aproximadamente (sección H-H') presentando un suelo cubierto en su totalidad por gran cantidad de arcilla, cambiando de dirección N50°W introduciéndose a través de un paso de anchura máxima de 1 m y 2 m de largo, al final del cual y en dirección EW, se sigue a través de una serie de pasos estrechos hasta una sala que tiene su longi-



TOPOGRAFIA
 Jesús Alberto Gómez, Toledo
 María Mercedes Cortizo, Gombou
 Juan Pérez García
 Francisco Toranzo Muela
 Rafael Martínez Teruel

NOTA: LOS PENDIENTES SEVEN COMO REFERENCIA
 de horizonte sola línea



Murcia, Mayo 1973



| | | | |
|---|------------------------|--------------------------------------|--|
| SERVICIO DE EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES SUBTERRANAS | | DIPUTACION PROVINCIAL MURCIA | |
| ESCALA 1.200 | | ESCALA 1.200 | |
| Cueva-Sima: RIO NINO | | | |
| ZONA: LOS TOSARES | TERMINO: CIEZA | COORDENADAS: p 34° 15' - 38° 12' 00" | |
| PROVINCIA: MURCIA | HODAS: SGE 25 35 (890) | SIC: MUR 34 8/1400 SGE 25 35 | |
| | | RECORRIDO: 294 mts | |
| | | DESNIVEL: 19 | |

Jesús A. Gómez - Rafael Martínez T.

tud máxima en la dirección S-N; todos los pasos antes descritos presentan un suelo cubierto por bloques y gran cantidad de «tierra rossa», no sobrepasando los 2,50 m de altura máxima.

En la nueva sala de dirección S-N existe en la pared S una colada en la que se observan pequeños agujeros, algunos de los cuales contienen agua. Toda la sala está cubierta por gran cantidad de arcilla, siendo la altura de la misma de 3,20 m; en la pared N existe una abertura que da paso a otra nueva galería de dirección N30°E con una longitud de 25,30 m (sección N-N'). Presenta esta galería un suelo cubierto en su mayor parte por colada estalagmítica observándose el cauce de una corriente de agua; la altura máxima es de 5 m, estando el techo cubierto por formaciones litogénicas. La pared E de la galería está cubierta por una gran colada estalagmítica con una anchura de 5,80 m (sección K-K') con formaciones litogénicas. En el punto de intersección de las secciones K-K' y J-J' se abre una galería de dirección S78°W con una longitud de 12 m, estando el suelo cubierto por colada, siendo la altura máxima de 2 m (sección J-J') existiendo al final de la misma un pozo de 4 m de profundidad; el cual da a una pequeña sala de reducidas dimensiones.

Tomando como punto de referencia la intersección de las secciones N-N' y M-M' y en dirección S45°E, se abre una sala de longitud total de 17,50 m; esta sala tiene un suelo con una pendiente que oscila entre los 10° y 22°, estando cubierto en los primeros metros por colada estalagmítica y en los últimos por grandes bloques. Esta sala queda dividida en varias por columnas de roca madre; en el lado N de la sala es casi imposible su penetración por ser el techo de altura no superior a 0,20 m, dando paso a una galería de dirección S50°E de reducidas dimensiones la cual acaba en un sumidero. En la pared S de la sala existen aberturas que comunican con la galería de dirección S-N y sobre la que se efectuó la sección H-H'; la altura de esta sala es de 3 m, existiendo una columna estalagmítica al final de la misma.

Tomando como referencia esta columna y en dirección S-N se abre una nueva galería de 23,50 m de longitud, existiendo en la misma dirección una abertura que comunica con el exterior a través de una pequeña chimenea de 3 m de diámetro (sección N-N'), siendo esta la entrada denominada «Niño»; la galería queda cubierta por colada estalagmítica en los primeros y últimos metros de su recorrido, estando el resto relleno de bloques y «tierra rossa»; el techo está cubierto por cuencos de corrosión en avanzado estado de decalcificación, siendo su altura máxima de 3 m. Al final de la galería existe un pozo de 10 m de profundidad, quedando las paredes de éste cubierto por colada estalagmítica con formaciones litogénicas y a 3 m de altura sobre la base del pozo y en dirección S72°E, se abre un tubo circular con una pendiente ascen-

dente de 25°, una longitud máxima de 10 m y un diámetro de 0,50 m.

Epistometría

Recorrido total: 308 m.
 Altura máxima: 11 m.
 Anchura máxima: 14 m.
 Desnivel máximo: —19,60 m.
 Superficie aproximada: 1020 m².

3.2. CUEVA DE LAS CABRAS

Coordenadas: Longitud: 1° 34' 16"
 Latitud: 38° 13' 58"

Signatura: MU-3416/1358.
 S.C.E.: 25-35 (890) 1:50.000

Cota: 360.
 Situación: a 26 m de la cueva «Río» en dirección S5°W

Descripción

La entrada a la cavidad se encuentra orientada en dirección S-N, presentando una pendiente descendente con gran cantidad de pequeños bloques formados por la voladura de la misma para su aprovechamiento como cantera; bajando la pendiente y a 7 m de la entrada, se llega a una sala de forma casi circular, donde el techo presenta una serie de cuencos, siendo la altura máxima en esta zona de 3 m. En esta sala se abren dos nuevas bocas, una con dirección N30°W y la otra con dirección WE (sección A-A').

Entrando por la de orientación N30°W, se descende a un pequeño pozo con una profundidad de 3,80 m, pero que en realidad es un sumidero, recubierto por bloques y arcillas; la altura máxima en este tramo es de 7,30 m (secciones E-E' y F-F'). En dirección N80°E, y subiendo por una colada estalagmítica de una altura de 4,40 m, se presenta un techo y suelo con formaciones litogénicas; el suelo está cubierto de «tierra rossa» siendo la altura máxima en esta parte de la galería de 3 m y a los 6 m del comienzo de ésta, queda casi obstruida por una gran formación estalagmítica, debiendo de continuar la penetración a través de ella por una abertura de 0,70 m de altura. En todo este tramo las paredes quedan cubiertas en su totalidad por coladas estalagmíticas; la longitud total de esta galería es de 19 m, cambiando levemente en F' en dirección N32°E y presentando el suelo en los últimos metros una gran cantidad de arcilla.

Volviendo a la sala casi circular situada a la entrada e introduciéndose por la boca de dirección WE, hay una galería de 4,5 m de anchura por 11 m de longitud, presentando una pendiente de unos 25° en sentido descendente; el suelo de esta galería está formado por bloques cementados por coladas (sección B-B'); el techo, que alcanza una altura máxima de 2,90 m está formado por grandes cuencos en avanzado estado de decalcificación.

En el punto de intersección de las secciones B-B' y C-C' una galería de 21 m se desarrolla en la dirección S15°W, donde los 3 primeros metros presentan un suelo formado por bloques cubiertos por colada estalagmítica en una pendiente de 30° en cuyo final existe un sumidero cubierto por gran cantidad de bloques; la altura máxima del techo es de 5 m, apareciendo en la bóveda cuencos de corrosión.

A partir de estos 8 m, el suelo tiene una pendiente ascendente de 50° formada por grandes bloques cementados por coladas, presentando en la parte superior una formación estalagmítica; desde esta formación la pendiente es descendente con una inclinación de 40°, una longitud de 11 metros y un desnivel de 8 m; todo el suelo de esta galería está cubierto por gran cantidad de «murelanguina», debido a la existencia de varias columnas de quítopos; la altura máxima es de 7,50 m.

A pesar de los diferentes desniveles, forma una sola sala de 21,30 m de longitud, con relleno clásico; observando el corte C-C', el cono que existe en el centro es debido a un desprendimiento, por lo cual esta sala ha quedado casi dividida en dos cubierros por una colada estalagmítica. Al final de la pendiente, y a los 5 m del punto C, se abre una sendogalería con dirección S-N.

Continuando por una nueva galería de dirección S60°E y al llegar al punto J-J' se estrecha en su base hasta una altura de 4,80 m desde donde se ensancha en dirección S24°W. En dirección S-N se abre (en D) otra de pequeñas dimensiones, a cuyo término se llega después de atravesar un estrecho y angosto paso; en toda esta galería se aprecian tanto en las paredes como en el techo una brecha de falla de cantos heterométricos, siendo la altura máxima de esta galería de 3 m y anchura de 2 m. Al final se han encontrado restos óseos, probablemente de una cabra, que ha dado origen al nombre de la cueva.

Epistometría

Recorrido total: 119 m.
 Altura máxima: 10,50 m.
 Anchura máxima: 7,30 m.
 Desnivel máximo: 17,50 m.
 Superficie aproximada: 360 m².

3.3. SMA PEQUEÑA

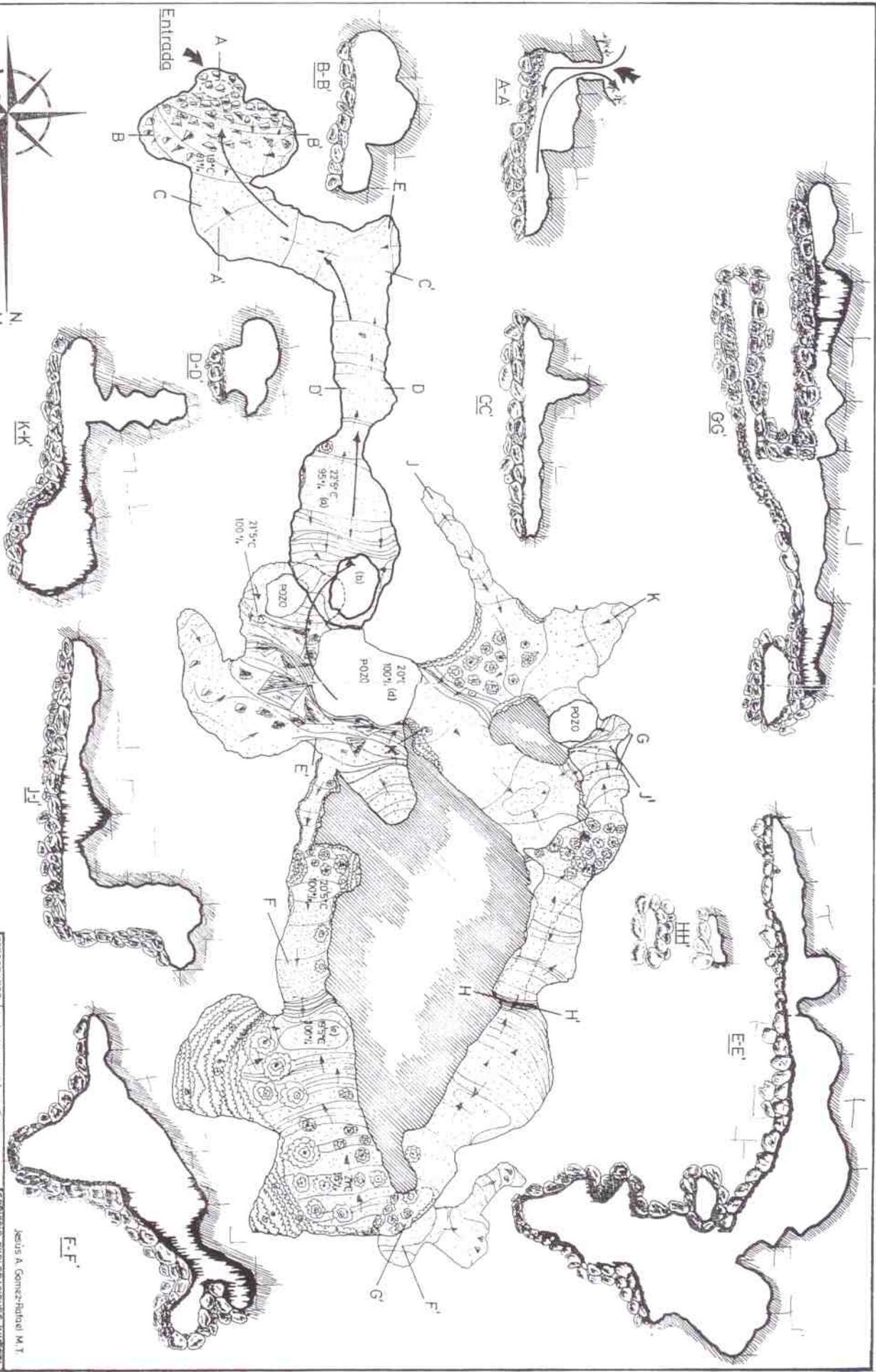
Coordenadas: Longitud 1° 34' 17"
 Latitud: 38° 13' 55"

Signatura: MU-3417/1355
 S.C.E.: 25-35 (890) 1:50.000

Situación: a 56 m de la cueva Río en dirección S10°W.
 Cota: 350.

Descripción.—La entrada a la sima tiene unas dimensiones de 0,60 m de ancho por 1,30 m de largo con una profundidad hasta el vértice del cono de derrubios de 2,50 m, dando paso a una sala de forma casi circular con un diámetro que oscila entre 5 m y 6 m y una altura de 2,50 m (sección A-A' y B-B'), siendo el techo de forma cóncava, apreciándose en él cuencos de corrosión. El suelo presenta gran cantidad de bloques y arcilla. Al N de esta sala se sigue por una abertura que da paso a un túnel de dirección N70°W de 8,70 m de longitud con unas alturas que oscilan entre 0,60 m y 2,50 m (sección C-C'); el suelo de este tramo está cubierto por gran cantidad de «tierra rossa».

En el punto de intersección de las secciones C-C' y E-E' la galería cambia de la dirección N70°W a la dirección S-N, con una longitud de 16,50 m y unas anchuras que oscilan entre 1 m y 4,50 m, presentando un suelo cubierto con «tierra rossa», pequeños bloques y una colada estalagmítica; el techo está formado por una serie de bóvedas, apareciendo en éstas cuencos de corrosión, siendo la altura máxima de 3,50 m (sección E-E'). En el punto situado a 12 m de la intersección de C-C' con E-E', se encuentra una abertura en el suelo por la que se penetra a una poza de gran tamaño, en el que las paredes S, E y N están formadas por bloques cementados por colada estalagmítica en avanzado estado de decalcificación. En la pared N y a una altura de 6 m del suelo, se abre una galería de 10 m de longitud con una anchura máxima de 3 m y una altura de 1 m, con gran cantidad de formaciones estalagmíticas dificultando la penetración; el suelo tiene una pendiente descendente de 6° en dirección S-N, estando cubierto por una capa de colada sobre la cual existe gran cantidad de fango formado por «tierra rossa» y excrementos de quítopros. Al final de esta galería se abre una sala en la misma dirección de una longitud de 9 m y una anchura máxima de 7,50 m; desde la entrada a esta sala, el suelo tiene una pendiente descendente de 48°, al final de la cual existe un sumidero, siendo la altura máxima en este punto de 6 m y a partir del sumidero la pendiente se hace ascendente (60°) hasta el final de la sala; el suelo está formado por grandes bloques cubiertos por coladas y formaciones litogénicas, en dirección Este-Oeste se abren dos bocas, una superior y otra inferior; esta última es una sendogalería de dimensiones reducidas.



Murcia, Agosto 1973

Simá PEQUEÑA

| | | |
|-------------------|---|---|
| TOPOGRAFICOS | Jesús Alberto Gómez, Rosoa, Juan V | SERVICIO EXPLORACIONES INVERSI- GACIONES SUBTERRANEAS-MURCIA |
| DIBUJANTES | Pérez García, Francisco Terano Mirete, Rafael; Moriles, Teruel | ESCALA: 1:100 |
| ZONA: LOS LOSAPES | TERMINO: CIEZA | CORDENDOS: |
| PROVINCIA: MURCIA | HOJA: S.G.E. 25 35 (890) | W 31 7' - 30" 13 55" |
| | | SIGNATURA |
| | | MU-3417/1355 S.G.E. 25-35 |
| | | RECORRIDO: 133 mts |
| | | DESNIVEL: 14 mts. |

Jesús A. Gomez-Rafael M.T.

A la galería superior se penetra con bastante dificultad por entorpecer el paso las numerosas formaciones litogénicas existentes, siendo su dirección S25°W y su longitud total de 22 m. El suelo está formado por bloques cubiertos en parte por coladas y arcillas; la altura máxima es de 7 m con una anchura máxima de 3,60 m, existiendo al final en el suelo y en el techo gran cantidad de formaciones litogénicas siendo el paso dificultoso, terminando en un pozo de 4 m de profundidad y 2 de diámetro, por el cual se comunica a la parte inferior de la cavidad.

Bajando por el pozo de 4 m se abre una sala de orientación N45°E con una longitud de 12 m y una anchura máxima de 7,5 m; en dirección W-E esta sala se comunica con otra de dirección paralela a ella, con una longitud de 8 m y una anchura máxima de 4 m, y en dirección N45°E, la sala se comunica con el pozo de gran tamaño citado.

Espeleometría

Recorrido total: 123 m.
 Altura máxima: 9,70 m.
 Desnivel máximo: -14 m.
 Anchura máxima: 7,50 m.
 Superficie aproximada: 330 m².

3.4. SIMA GRANDE

Coordenadas: Longitud: 1° 34' 20"
 Latitud: 38° 13' 50"

Signatura: MU-3429/1330

S.G.E. 25-35 (890) 1: 50.000
 Cota: 358 m

Descripción

La entrada a la sima tiene unas dimensiones de 2 × 1,50 m y una profundidad de 8,50 m hasta el vértice del cono de derrubios, que presenta un espesor de 5 m aproximadamente. Situados en el vértice del cono de derrubios y en dirección S-N, se desciende por los bloques cuya pendiente es de 35°. Llegándose a la «Sala de la columna» que presenta unas dimensiones de 9,30 × 12,70 m; en el centro de esta sala existe una columna de 1,40 por 1 m siendo su altura máxima de 3,10. Toda la sala presenta un suelo cubierto de pequeños y grandes bloques y gran cantidad de «terra rossa», teniendo una inclinación de 4° en dirección W-E; el techo presenta una serie de bóvedas en las cuales se observan «encuenas de corrosión», siendo su altura máxima de 8 m.

Tomando por referencia la columna de esta sala y a 6 m en dirección E-W se encuentra otra sala a 3,70 m de altura a la que hay que llegar a través de un conductor de brecha de falla, con una anchura de 0,30 m.

Esta nueva sala lleva la dirección N7°E con una longitud de 11,40 m; presenta un suelo cubierto en su totalidad de «terra rossa», entre la que sobresalen algunos bloques. Las paredes y techo están en un avanzado estado de decalcificación; su altura máxima es de 2 m; el suelo lleva una inclinación de 10° durante 9 m y, a continuación, la pendiente se hace más pronunciada hasta el final y desde este punto, y en la misma dirección, se penetra a través de unos pasos bastante angostos en la sala de la «Gran Duchasa». Esta nueva sala tiene suelo inclinado en dirección W-E, que está cubierto de coladas con bastantes formaciones estalagmíticas. La altura es de 1,10 m y a lo largo de la pared E transcurre una diclusa de anchura 0,60 m la cual se pierde en la pared N a través de una abertura circular de 0,20 m de diámetro, cuya penetración es imposible.

Volviendo a la vertical de la misma y en dirección N-S, a 3,50 m y 7,80 m se abren dos nuevas bocas; la situada a 3,50 m con dirección E-W y la situada a los 7,80 m con dirección S90°E.

Penetrando por la boca de dirección E-W que tiene una longitud de 6,80 m se sube por una pendiente de inclinación 16°, todo el suelo está cubierto por coladas estalagmíticas al igual que sus paredes, siendo la altura máxima de 1,80 m. Al final de la pendiente y en dirección N-S se abren dos nuevas galerías casi paralelas, de 18 m de longitud, existiendo cuatro comunicaciones entre ellas de dirección W-E.

Estas galerías tienen forma circular con unas alturas que oscilan entre los 0,40 m y 1,20 m y unas anchuras de 0,70 m a 2 m, con fuerte decalcificación en todas ellas; al final de la galería existe una concentración de formaciones litogénicas, denominada «La Capilla». Desde este punto y en dirección W-E se baja por una pendiente de 48° penetrando a una galería de 0,28 m de altura por 0,78 m de anchura, la cual da paso a una galería de orientación N-S, siendo imposible su penetración en ambas direcciones. En dirección Sur, un laminador de 1 m de ancho por 0,2 m de altura impenetrable, debe conectar el aparato con la surgencia que en dirección N-S se abre en el torrente situado a 42 m de la boca de la sima en dirección Sur, con un nivel respecto al del torrente de unos 4,5 m.

Volviendo a la abertura situada a 7,80 m de la vertical de la sima y de dirección S90°E, se penetra en una galería con anchuras que varían de 0,70 m a 2 m y una altura máxima de 1,90 m; el suelo está cubierto de «terra rossa» y el techo está formado por pequeñas bóvedas y «encuenas de corrosión». La longitud de esta galería se desconoce, ya que se hace imposible la penetración a causa de su altura que no sobrepasa los 0,20 m. En la pared E de esta galería se abre un laminador de dirección S90°E de las mismas características que la anterior.

Espeleometría

Recorrido total: 126 m.
 Altura máxima: 8,72 m.
 Anchura máxima: 12,70 m.
 Desnivel máximo: -13,50 m.
 Superficie aproximada: 312 m².

3.5. SIMA PROMOCIÓN

Coordenadas: Longitud: 1° 34' 25"
 Latitud: 38° 14' 22"

Signatura: MU-3425/1422
 S.G.E. 25-35 (890) 1: 50.000
 Cota 280 m.

Descripción

En las proximidades del cañón del río Segura y próxima a una dolina de vertiente se abre la boca, casi circular, de la sima, de diámetro 2,80 m; se desciende por una vertical de 7,50 m sobre un cono de derrubios procedentes del hundimiento de la dolina generadora, con bloques heterométricos y abundante arcilla de decalcificación. La sima en forma de campana, tiene techos y paredes muy decalcificados, con abundantes y bien desarrollados «encuenas de corrosión». El fondo de la sima, casi totalmente ocupado por el cono de derrubios, tiene forma elíptica de dimensiones 10 × 8 m y tanto en las paredes como en la bóveda se aprecia fuerte acción corrosiva y exudaciones de agua. Tres bocas permiten penetrar en la cavidad en distintas direcciones; según la E-W conduce a una sala de desarrollo longitudinal Sur-Norte (Corte C-C') y dimensiones de 20 × 5 m, con un entrante hacia el Oeste que conduce a una salita circular de 4 m de diámetro, mediante una galería de poco más de 0,5 m de altura.

Volviendo al pie de entrada a la sima y en dirección Norte-Sur (corte E-E') una galería de suelo casi horizontal de 11 m de longitud y 5 m de anchura máxima, gira 90° en dirección W-E con un trayecto de 22 m, aumentando su anchura gradualmente de 3 a 6 m en la parte final; la pared Norte de esta galería tiene una fuerte colada estalagmítica cementando bloques de hundimiento lateral, con dos grandes columnas que inician el paso a un estrechamiento de fuerte pendiente a ambos lados, por estar obstruida por bloques cementados por coladas. Aquí, un sumidero relleno por algunos bloques y gran cantidad de «terra rossa», casi circular, de 4 m de diámetro, ocupa el centro de una sala que, en realidad, está formada por tuberías de arcosina con un enorme relleno elástico de aproximadamente 15 m de espesor que pueda medirse (sección M-M'). Una pendiente en dirección al sumidero indica el sentido del escurrimiento del agua de infiltración actual; esta sala, incluyendo la galería en pendiente citada, tiene una longitud de 12 m por 8 m de anchura y una altura desde el fondo del sumidero hasta el techo de unos 14 m. En direc-

ción E-W una sala de pequeñas dimensiones conduce mediante angosta abertura casi circular de aproximadamente 1 m de diámetro a una sala por la que se vuelve al pie de la sima; las dimensiones de esta sala son las mayores medidas en la cueva, 7 m, 12 m y 6 m de altura (corte L-L').

Retorcediendo a la galería por donde penetramos en la sala L-L' y en dirección N39°E, una tubería de 1 m de diámetro y 5 m de longitud nos lleva a una pequeña expansión cerrada por una colada en la dirección N45°W donde una pequeña abertura en la pared Oeste permite pasar con dificultad saliendo dos pendientes opuestas a otra sala semicircular de longitud 5 m y 6 m de ancho, mediante un estrechamiento se pasa a otra galería de dirección Este-Oeste, de 20 m de longitud y 5 m en su parte más ancha, 3 m en su parte media y 1,5 m en su parte más estrecha.

Resaltamos de nuevo un mayor desarrollo en dirección E-W y el hecho interesante de que la pared Norte de esta sala está formada por roca brechosa con cantos heterométricos entre 3 y 5 cm, con cemento muy sahnado; sin duda se trata de una brecha de falla, como las vistas en la Sima Grande y en Sima Pequeña.

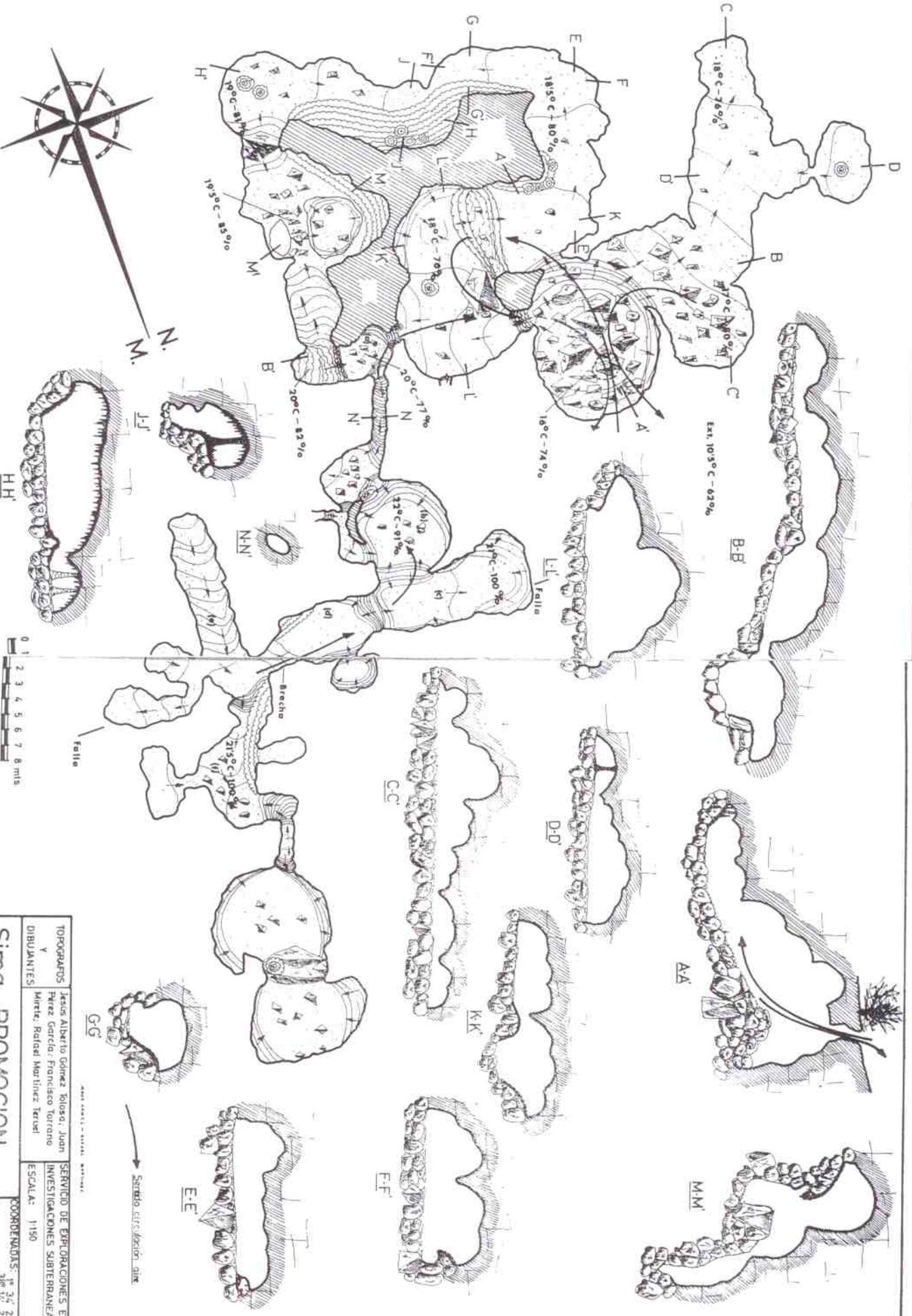
Desde el punto N-N' (ver plano), el suelo tiene un predominio de sedimento arcilloso y mucilaginoso de uno a cinco centímetros de espesor, que hace el suelo resbaladizo e inestable de andar, si bien la altura de techos pasados la tubería N-N' alcanza los 5 m en varios puntos; desde aquí, predominan techos con grandes «encuenas de corrosión» y tuberías circulares o elípticas, desarrollándose la cavidad desde el final de la sala última, en dirección SE-NW y E-W, de pequeño desarrollo y relleno de «terra rossa».

Una tubería de fuertes pendientes opuestas y unos 1,20 y 0,80 m de diámetro, bisecada por un enorme bloque sobre el que se instalaba una gran columna, funciona como Gran Sumidero, con abundante arcilla de decalcificación relleno toda la sala; su dirección general es Sur-Norte, con 12 m de longitud y 6 m de anchura media. Aquí se debtiene la prospección por falta de vías de penetración.

Desde el punto N-N' la humedad de la cavidad va en aumento, y las paredes se encuentran húmedas y con formas litogénicas en algunos puntos, algunas fuertemente corroídas y, si bien los suelos se observan con predominio de arcilla a veces muy húmeda, debajo se advierte la existencia de masas elásticas constituyendo un relleno de notable potencia.

Espeleometría

Recorrido total: 310 m.
 Altura máxima: 12,5 m.
 Anchura máxima: 8,30 m.
 Desnivel máximo: -33 m.
 Superficie aproximada: 860 m².



Murcia, Diciembre de 1973

0 1 2 3 4 5 6 7 8 miles
 ESCALA GRAFICA

| | | | |
|---|--|--|--|
| Sima PROMOCION | | SERVICIO DE EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES SUBTERRANEAS | |
| DIBUJANTES: Mere; Rafael Martinez Teruel | | ESCALA: 1:150 | |
| TERRAZO: CIEZA | | COORDENADAS: 1° 34' 25" W, 30° 14' 22" N | |
| ZONA: LOS DOSABES | | RECORRIDO: 310 mts | |
| PROVINCIA: MURCIA | | DESNIVEL: -33 mts | |
| AUTORES: Jesus Alberto Gomez Tolosa; Juan Perez Garcia; Francisco Torrono | | SIGNATURA: MU-3425/1422 | |

MIGUEL CACERES HERNANDEZ-ROS *

MICROCLIMA Y CORROSION
en el sector cársico de Los Losares (Cieza)

* Jefe de la Sección de Microclima y Corrosión del Servicio de Exploraciones
e Investigaciones Subterráneas de la Excelentísimo Diputación Provincial

4. Microclima y corrosión

En este trabajo pretendemos dar un avance del comportamiento físico-químico del sistema de cavidades que forman el complejo de Los Losares, pues no disponemos de datos suficientes para un estudio más completo.

No hemos podido realizar análisis de aguas, ya que no encontramos la cantidad necesaria para ello. Por tanto, no se han determinado las concentraciones de Ca^{++} , Mg^{++} y CO_2 combinado y libre (equilibrante y agresivo), lo que nos impide calcular la presión parcial de CO_2 en el aire hipógeo y su influencia en la importante corrosión que se observa en todas las cavidades.

Sin embargo, hemos realizado tomas de temperaturas, humedades relativas y sentido de las corrientes del aire, el pH del agua de degoteo y suelo y hemos analizado diversos efectos de corrosión que creemos interesantes. Exponemos, en primer lugar, las observaciones sobre el microclima para

explicar después los factores y fenómenos de corrosión.

4.1. Microclima de cavidades Circulación del aire

Las cavidades fueron estudiadas en las siguientes fechas:

Cueva-sima de Río-Niño: 7-X-73.
Cueva de las Cabras: parte Sur, 28-X-73; parte Norte, 9-XII-73.
Sima Grande: 4-XI-73.
Sima Promoción: 2-XII-73.

Los valores de las temperaturas, pH y humedades relativas de cada cavidad, así como la dirección y sentido de las corrientes de aire, se indican en las tablas y en los planos topográficos respectivos, en los lugares en que fueron tomados. Las corrientes de aire se indican con flechas de trazo continuo en los lugares en que fueron observadas.

| Lugar | SIMA PROMOCION | | | |
|----------|----------------|-------|------|---------|
| | Ta °C | Th °C | Hr % | pH |
| Exterior | 10'5 | 7'5 | 65 | |
| A' | 16 | 13'5 | 74 | |
| C' | 17 | 15 | 80 | |
| C | 18 | 15'5 | 76 | |
| K' | 18 | 15'5 | 76 | Techo 7 |
| E | 18'5 | 16'5 | 80 | |
| H' | 19 | 17 | 81 | |
| M' | 19'5 | 18 | 85 | |
| B' | 20 | 18 | 82 | |
| a | 20 | 17'5 | 77 | |
| b | 22 | 21 | 91 | |
| c | 21 | 21 | 100 | |
| f | 21'5 | 21'5 | 100 | |

| SIMA PEQUEÑA | | 18 diciembre de 1973 | | |
|--------------|---------|----------------------|--------|--------------------|
| Lugar | Ts (°C) | Th (°C) | Hr (%) | P H |
| Exterior | 10 | 9.5 | 93 | |
| A | 19 | 17 | 81 | |
| a | 22.5 | 22 | 95 | |
| c | 21.5 | 21.5 | 100 | Techo 6.5 |
| d | 20 | 20 | 100 | Techo 6 Techo 7 |
| F | 20.5 | 20.5 | 100 | |
| e | 19.5 | 19.5 | 100 | |
| G' | 21 | 20.5 | 95 | |

| SIMA GRANDE | | 4 noviembre de 1973 | | |
|-------------|---------|---------------------|--------|------------|
| Lugar | Ts (°C) | Th (°C) | Hr (%) | P H |
| Exterior | 15 | 12 | 67 | |
| b | 20 | 19 | 90 | |
| a | | | | Estilo 7.5 |
| B | 20 | 18 | 82 | |
| D' | 19 | 18 | 90 | |
| A' | | | | Estilo 7.5 |
| d | 19.5 | 17.5 | 81 | |
| D | 19.5 | 17.5 | 81 | |
| E' | 20 | 18 | 82 | |
| e | 20 | 18 | 82 | |
| f | 20 | 18 | 82 | |
| c | 22 | 21 | 91 | |
| F' | 23 | 21 | 91 | |

| CUEVA DE LAS CABRAS (Parte Sur) | | 28 octubre de 1973 | | |
|------------------------------------|---------|--------------------|--------|---------|
| Lugar | Ts (°C) | Th (°C) | Hr (%) | P H |
| Exterior | 12.5 | 9 | 58 | |
| A' | 16.5 | 13.5 | 69.5 | |
| C' | 17 | 14 | 70 | Suelo 7 |
| a | 21 | 19.5 | 86 | |
| J' | 19.5 | 19 | 95 | |

| CUEVA DE LAS CABRAS (Parte Norte) | | 9 diciembre de 1973 | | |
|--------------------------------------|---------|---------------------|--------|-----|
| Lugar | Ts (°C) | Th (°C) | Hr (%) | P H |
| Exterior | 9.5 | 7 | 68 | |
| A' | 13 | 10 | 65 | |
| E' | 15 | 11.5 | 62 | |
| b | 20 | 18.5 | 85 | |
| G | 20 | 19 | 90 | |
| F | 20.5 | 20.5 | 100 | |

| Cueva Sima "Rio Niño" | | 7 octubre de 1973 | | |
|-----------------------|---------|-------------------|--------|-----------------------|
| Lugar | Ts (°C) | Th (°C) | Hr (%) | P H |
| Ext. (9 h.) | 14 | 10.5 | 61 | |
| Ext. (13 h.) | 21 | 15 | 49 | |
| N' | 21.5 | 19 | 78 | |
| N | 21 | 19.5 | 86 | |
| d | 21 | 19 | 82 | |
| e | 21 | 20.5 | 95 | |
| f | 21 | 18.5 | 78 | |
| L | 19 | 18 | 90 | Suelo 6.5 |
| K | 22 | 21.5 | 95 | Suelo 7 |
| g | 19 | 18.5 | 95 | Suelo 7 estilo 6.7 |
| h | 20.5 | 18.5 | 82 | |
| H | 21 | 18 | 73 | |
| F | 18 | 15 | 71 | |
| G' | 18 | 15.5 | 76 | estilo 7 |
| G | 18.5 | 16 | 76 | |
| P' | 18.5 | 17 | 85 | |

Como se puede apreciar en estas tablas, la temperatura es bastante uniforme entre las distintas cuevas, mostrándose algo más fría la cueva de las Cabras, parte Norte, frente a las simas Grande y Pequena y la cueva-sima Río-Niño, que tienen temperaturas más altas y con menos variación. La sima Pronoción, lo mismo que la parte Norte de la cueva de las Cabras, presentan la máxima diferencia de temperatura entre la entrada y la parte profunda, de 16° a 22°C y de 13° a 20.5°C respectivamente.

En la cueva-sima Río-Niño se aprecia una gradación de temperaturas desde la boca de entrada de la cueva del Río (18°C) hasta la boca de la cueva del Niño (21°C), motivado por el sentido de la circulación del aire, como después veremos.

Se observa, en general, que las temperaturas más altas de cada cavidad corresponden a las zonas más alejadas de la entrada, oscilando entre 23°C en la sima Grande y 20°C en la parte Norte de la cueva de las Cabras. Por el contrario, las temperaturas más bajas se registran en las entradas y se ven más influidas por la temperatura exterior.

La circulación del aire en las simas Grande, Pequena y Pronoción, como se indica en los planos, se produce desde el interior hacia la entrada de la cavidad; no hemos detectado corrientes en sentido contrario, excepto en la sala de entrada, en la que penetra el aire por la boca cuando se produce viento exterior, que no se percibe en el resto de la cavidad.

En la sima Pronoción, la corriente de aire que procede del exterior pasa por E' hacia L', saliendo de nuevo con la corriente de aire que asciende por N-N' desde la zona profunda.

Podemos deducir de estos datos que la circulación de aire en las tres simas corresponde al tipo de las denominadas por Mowbray (1951) *barocirculación*, ya que, si bien su profundidad es pequeña en todas ellas, su desarrollo en conductos y galerías es importante, y poseen una sala comunicada con el exterior de reducidas dimensiones, como se puede comprobar en los planos de las cavidades. En la sala primera se produce una perturbación debida a la acción del viento exterior cuando incide sobre la entrada de la cavidad.

En la cueva de las Cabras se ha observado la existencia de corrientes suaves de aire de fuera hacia dentro en las capus inferiores y de dentro hacia fuera en las superiores. Esto ocurre en las dos galerías en las que se divide la cavidad a la entrada; ambas actúan independientemente con respecto a la circulación y se comportan como cavidades del tipo *temocirculación en estado de aires*.

En la parte Sur se ha comprobado la existencia de las dos corrientes en la zona señalada por el corte B-B'. En la parte Norte de la cavidad se realizó la comprobación en la estrecha abertura que da al fondo de la entrada.

probable que, durante el invierno, solamente sea afectado por la circulación el pozo que queda por debajo del nivel de la entrada; el resto de la cavidad, por encontrarse más alta y por estar constituida, en parte, por conductos de menores dimensiones, con formaciones litológicas que dificultan la circulación, debe corresponder a la bolsa de aire caliente que se forma en invierno, mientras que en verano, con temperatura exterior superior a la hipogea, esa será la zona de circulación de aire, formándose en el pozo la bolsa de aire frío (Fig. 19.)

En la sima-cueva Río-Niño se hicieron observaciones sobre la circulación los días 11 de marzo, 1 de abril y 7 de octubre de 1973. Encontramos que, en los conductos comprendidos entre las dos entradas, aproximadamente sobre la misma cota, existe una corriente de aire suave e intermitente en el sentido de las bocas Río-Niño. Es perfectamente perceptible en la tubería que comunica las dos cuevas, debido a su pequeña sección (corte H-H'), y en la entrada de la cueva del Niño, por la que sale al exterior aire templado. Excepcionalmente se invierte el sentido de la corriente.

Se ha comprobado que la dirección del viento exterior es predominantemente SE-NW, incidendo sobre la entrada de la cueva del Río que se orienta al SE; a veces, varía la dirección del viento, incliniendo sobre la boca de la cueva del Niño, lo que explica el cambio de sentido en la circulación del aire hipogeo. Esta cavidad pertenece al tipo de *anemocirculación*.

En los puntos indicados por «a», «b» y «c» (ver plano) se ha comprobado la existencia de una corriente de aire muy suave que pasa de «a» → «b» por debajo, y de «b» → «c» por arriba.

También se observan en auge dos corrientes de aire muy suaves, una que procede de «a», y otra que procede de un conducto de pequeño diámetro por el que desciende el agua en deslizamiento lento, que alimenta a los microgoteros; estas dos corrientes salen hacia «a». En el resto de la cueva no se han observado desplazamientos de aire.

4.2. Corrosión

4.2.1. Factores de corrosión

En la red de cavernas de «Los Losares» hemos podido comprobar la existencia de una acción corrosiva intensa y generalizada.

Entre los determinantes de la acidez del agua destaca la presencia de nitrócloruro en todas las cavidades. Aparece cubriendo tanto el suelo como las formaciones litológicas. Es muy abundante en la cueva de las Cabras a partir del punto «a» hasta el fondo, y en la sima Pronoción en la zona comprendida entre los puntos F', H, a, b, c, d y f.

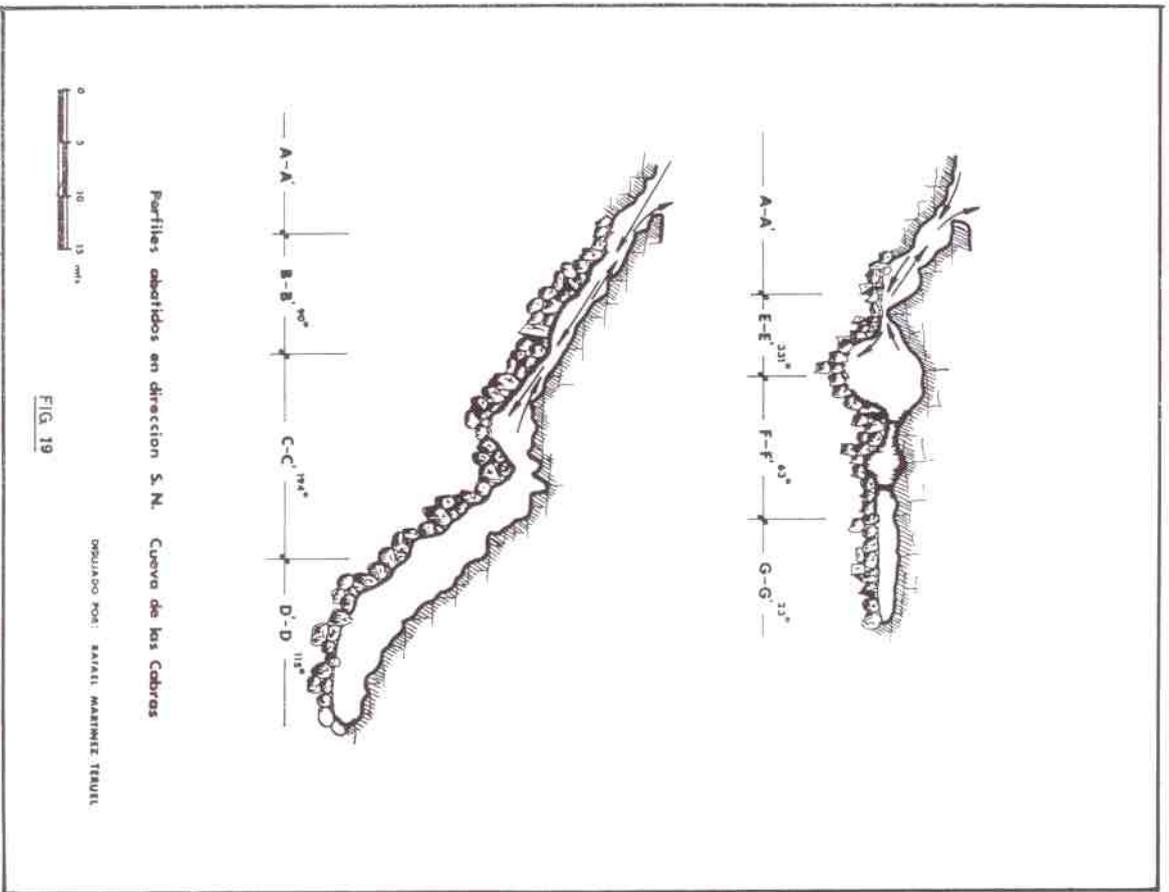


FIG. 19

DISEÑADO POR: RAFAEL MARTINEZ TEJUAL

También influye en la agresividad del agua la vegetación de la superficie exterior cuya respiración aporta CO_2 . Sus raíces penetran por las fisuras de las calizas, apareciendo en algunos casos en el techo de las cuevas —lo que indica cierta proximidad de la superficie, como en el punto «K» de la cueva-síma Río-Niño y en «D» de la síma Pequeña— y los ácidos que segregan junto con los humicos aumentan el grado de acidez del agua infiltrada.

En cuanto a la influencia del aire hipogeo en la corrosión, debemos indicar que desconocemos los valores de la presión parcial de CO_2 , pero debido a la suavidad de las corrientes observadas, que no afectan a toda la cavidad, y a que se trata de cavidades ascendentes poco comunicadas con el exterior, nos hace suponer que la concentración de CO_2 en el aire debe ser lo suficientemente importante como para influir en la intensa corrosión existente en todas las cavidades.

La humedad es intensa en todas las cuevas, por ejemplo a partir del punto «B» en la síma Promoción (ver plano), en las zonas g. L, J, K, I, f, d y e de la cueva-síma Río-Niño y en la síma Pequeña a partir de «B» en el primer pozo. El degoteo es abundante y el deslizamiento de agua por las paredes y suelo se hace muy patente en estas zonas, aunque también se produce en otras partes de las cavidades.

Se determinó el pH del agua del techo y suelo en distintos puntos, utilizando papel indicador universal pH 1-10 Merck; algunos de los valores obtenidos se indican en la tabla adjunta. Nos encontramos con que en el agua de degoteo, que corresponde a superficies de corrosión, el pH tiene valores comprendidos entre 6 y 6,5, mientras que en las gotas de agua que se desprenden del extremo de «mancarneses» en formación, produciendo litogenésis. Los valores del pH oscilan entre 7 y 7,5, lo que nos indica que no posee CO_2 agresivo. En el suelo es 7 el valor del pH, lo que induce a pensar que el agua que cae del techo con pH 6-6,5 es todavía agresiva y que actúa sobre la colada, decalcificándola, como efectivamente sucede en todas las cavidades.

En algunos puntos de estas cavidades, como en la sala «E» de la cueva-síma Río-Niño, en un techo bastante decalcificado y con agua de degoteo con pH 6, aparecen algunos «mancarneses» en formación de cuyo extremo caen gotas con pH 7.

Nos llama la atención esta diferencia de pH en el agua de infiltración del techo, que podemos explicar del siguiente modo: el agua agresiva debe su acidez a factores biogénicos por infiltrarse a través de las perforaciones cilindroides (véase morfología) que alojan abundante vegetación, mientras que el agua no agresiva que origina los «mancarneses», deben proceder de infiltraciones que se realizan a través de diaclasas, fisuras o perforaciones cilindroides sin vegetación.

4.2.2. Fenómenos de corrosión

La corrosión es muy intensa en general en todas las cuevas estudiadas, afectando no sólo a la superficie de la roca caliza sino también a las formaciones litogénicas existentes.

Entre las distintas formas originadas por la acción química del agua debemos destacar los «ecos de corrosión», muy abundantes, algunos de ellos sobre columnas, cuyas superficies aparecen profundamente decalcificadas, por ejemplo, en la entrada de la cueva del Niño. Estos ecos se observan tanto en las entradas como en las galerías interiores.

Otro de los fenómenos apreciados fue el desprendimiento de capas externas de cristalización en estalactitas, como en el pozo final de la síma Pequeña; se trata de la corrosión diferencial sobre algunas superficies. Puede ser que cuando se inicia la fase corrosiva en el sistema de cavidades, el agua que hasta ahora había formado las estalactitas al hacerse más ácida actúa agresivamente sobre las superficies de cristalización.

La decalcificación se presenta tanto en la superficie exterior como en las capas concéntricas interiores. En la muestra tomada en la última sala de la síma Pequeña el conducto central se encuentra cegado por cristales de calcaíta, lo cual nos indica que el punto por donde sale el agua que originó la estalactita se encuentra sellado. Esto determina que el agua circule por lepidoclasas próximas al punto cegado y que pueda penetrar por las superficies de cristalización de las capas concéntricas, actuando intensamente hasta provocar la separación y caída por gravedad de la capa exterior. El proceso se puede seguir en el esquema de la figura 20.

CORROSIÓN DIFERENCIAL SOBRE PLANOS DE CRISTALIZACIÓN

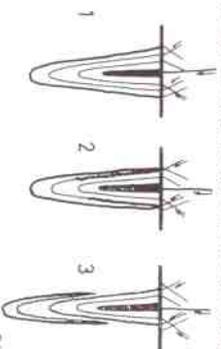


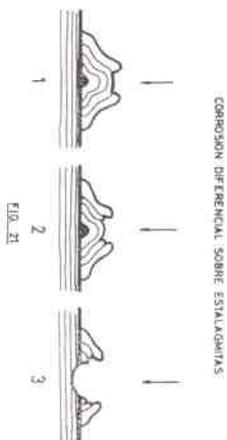
FIG. 20

La acción de agua agresiva se prolonga sobre las estalagmitas originando una disolución fundamentalmente en el ápice llegando incluso a afectar a gran parte de ellas. Si el proceso continúa durante tiempo suficiente, puede provocar la desaparición de la estalagmita y dar lugar a una perforación más o menos circular en la colada.

En los casos observados se trata de estalagmitas perfectamente formadas con un diámetro de unos 10 a 20 cm, por ejemplo en el punto alto de la cueva-sima Río-Niño, en el punto alto de la cueva de las Cabras y en el «ca» de la sima Promoción.

Esto puede explicarse porque las gotas de agua agresiva que caen sobre la estalagmita inciden sobre su ápice, donde la corrosión es más intensa, desliziándose después por la superficie que es menos atacada, puesto que la concentración de CO_2 agresivo va disminuyendo gradualmente conforme esta desciende. Como consecuencia se formará primero un «pocillo» en el extremo superior que irá aumentando en profundidad; al cortar capas de la estalagmita el agua acumulada actuará con más intensidad sobre las superficies de cristalización, de tal manera que el «pocillo» cada vez se hace más ancho y pro-

fundo. Esto puede culminar con la desaparición de la estalagmita llegando a producir la perforación de la colada. La figura 21 muestra el esquema de este proceso.



CONCLUSIONES

Es necesario disponer de más datos que hagan posible un estudio físico-químico de la corrosión de estas cavidades, tanto en número como en tiempo; pero pueden adelantarse algunas conclusiones provisionales, como son:

- 1.—Los fenómenos de corrosión se han verificando en dos fases diferentes: la primera, en la génesis de la cavidad y otra, procedente de una reactivación posterior de las aguas en infiltración lenta, ocasionada posiblemente por acción bioquímica.
- 2.—En la formación de los grandes «cuencos» de corrosión, tanto en la entrada de las cavernas como en el interior, ha colaborado también una circulación de aire cargado de CO_2 y agua agresiva de infiltración lenta a través de leptoclusas, lo que puede resultar una interesante variante en nuestros conocimientos actuales del problema de la génesis de estas formas de corrosión.
- 3.—La segunda fase corrosiva alcanza también a las formaciones litológicas, exteriormente y en las superficies de cristalización, previamente formadas.
- 4.—Parece lícito pensar en una influencia del clima de la zona como determinante de una acción corrosiva típica de un carst de clima cálido y seco, ya que ha sido el fenómeno observado, por nosotros en otras cavidades de similares condiciones climáticas y de cota aproximada (cueva de La Almagra, Fortuna, 1970), aunque en materiales diferentes.
- 5.—Las leyes que puedan controlar estos fenómenos, no observados (al menos con tal intensidad, que sepamos) en cavidades de mayor altitud y clima húmedo, quedan por estudiar por rigurosos métodos físico-químicos; ello puede resultar un trabajo de investigación de notable interés.

BIBLIOGRAFIA

- CATALAN LAFUENTE, J. (1969): «Química del agua». Ed. Blume, Madrid.
- ERASO, A. (1964): «Anotaciones sobre la climatología de Larra». Sima San Martín, Grupo Espeleológico de la Institución «Príncipe de Viana». Diputación Foral de Navarra, Pamplona.
- ERASO, A. (1971): «La corrosión climática en las cavernas». Cuadernos de Espeleología, núm. 5-6. Santander.
- LLORIS LLADO, N. (1970): «Fundamentos de Hidrogeología cástica». Ed. Blume, Madrid.
- MONTORIOL PONS, J. (1951): «Meteorología hipogea». Utrera, núm. 228. Tarragona.
- MONTORIOL PONS, J. (1959): «La distribución térmica en las formaciones hipogea y sus consecuencias en cuanto a la dinámica del aire». Memorias de la Asamblea organizada por el G.E.V. de la Excma. Diputación Provincial de Vizcaya. Bilbao.
- RENAULT, PH. (1971): «La formación de las cavernas». Ed. Oikos-hau, S. A. Barcelona.
- TROMBE, F. (1952): «Traité de Spéléologie». Payot, Paris.

ARTURO VALENZUELA MONINO*
JOSE SANCHEZ SANCHEZ**

MORFOLOGIA Y SPELEOGENESIS

- 5.1 Morfología exocástica
- 5.2 Morfología endocástica
- 5.3 Carstogénesis
- 5.4 Bibliografía

* Director-Jefe del Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas de la Excelentísima Diputación Provincial

** Jefe de la Sección de Geografía del Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas de la Excmo. Diputación Provincial

5. Morfología y Espeleokénesis

La morfología del carsi presenta una serie de rasgos peculiares y una diversidad de formaciones típicas, cuya génesis se halla determinada por la acción conjunta de los factores bioclimáticos sobre las rocas calizas.

La aridez, las oscilaciones térmicas, las lluvias esporádicas pero intensas y la actividad biogéomorfológica de las especies vegetales son los agentes fundamentales que actúan en la morfología de nuestra zona. El paquete de calizas claras cretácicas, intensamente cuarteadas y fisuradas, con un intervalo medio en diaclasas de aproximadamente cinco metros y una densidad de leproclistas muy difusas, de intervalo aproximado a 1-3 cm, en todas las direcciones, es el material adecuado sobre el cual se modelan las formas, unas aparecen en la superficie exterior, *exomorfología*, y otras se dibujan en el interior de las cavernas, *endomorfología*.

Estudiaremos en primer lugar las formaciones exteriores para describir después y analizar la morfogénesis de las formas subterráneas.

5.1. Morfología exocárstica

Al situar la zona de Los Losares, ya expusimos que constituía la vertiente Nororiental de la Sierra de la Palera; al Oeste del río Quipar, la alineación se prolonga por la Sierra del Molino. La morfología de todo este sector, en torno al Pantano de Alfonso XIII, ha sido ya estudiada en su conjunto por López Barahútz.

En síntesis, destaca la importante acción torrencial, el gran cono de deyección (Norte de la Sierra del Molino), la intensidad del «bad-land» y los profundos cañones del Segura (Almadenes) y del Quipar; son las formas más espectaculars. Los taludes, desprendidos de las paredes rocosas, abundan en la vertiente meridional de las Sierras del Molino y La Palera; aquí, todavía sin estabilizarse. Las glaciés de acumulación al pie de los relieves son formas muy características de la zona; mucho menos frecuente es el lapiaz, pero su presencia caracteriza a la zona de Los Losares.

1) López Barahútz: "El sector del Pantano del Quipar". Estudio geomorfológico". Universidad de Murcia, 1970. Pp. 131-156.

Centrando la atención en nuestra área de estudio, analizaremos las formaciones más típicas: los barrancos, el lapiaz, las perforaciones cilíndricas, las dolinas, simas y cavernas. Es una morfología de detalle, pero no deja de ser importante sobre todo teniendo en cuenta que sus formaciones son muy actuales y están en plena actividad.

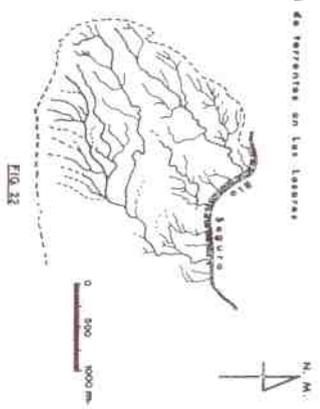
5.1.1. Los torrentes

5.1.1.1. La red de barrancos

Al observar la fotografía aérea, sorprende el número tan extraordinario de torrentes que surcan la superficie, todos ellos bien entallados, sobre todo en su tramo alto.

Su trazado (Fig. 22) es de tipo dendrítico o ramificado y paralelo, pero no muy jerarquizado. La disposición estructural de las calizas impone a los torrentes sus direcciones predominantes: SO-NE, S-N y SE-NO.

Red de torrentes en Los Losares



Aparecen dos cauces fundamentales cuyos cuencas ocupan la mayor parte de la zona. El más occidental (2,5 Km) sigue la dirección SO-NE¹⁾, pero con algunos cordos bruscos que rompen su continuidad; recibe por la izquierda el mayor número de sus afluentes. El torrente más oriental es el de recorrido más largo (3,8 Km) y su trazado más variado, siguiendo direcciones diferentes en sus cuatro tramos. Una vez formado, desciende en dirección SO-NE; cambia después al Este, para tomar de nuevo

la dirección NE y dirigirse finalmente hacia el Norte; tiene un gran aflente por la derecha que evanca con sus numerosos subafluentes toda la zona más alta de La Palena.

Entre estos dos torrentes, varios cauces menos desarrollados drenan el sector centro-septentrional de la zona, con un índice de torrencialidad mucho más bajo.

Hay que destacar el gran número de cauces elementales, o sea, que no reciben otro aflente (55 contabilizados), teniendo en cuenta la naturaleza dura de la roca de superficie. Dan un total de 12,5 Km de longitud y una media de 223 metros por torrente elemental; la longitud total de todos los cauces del área la estimamos en 31,7 Km, que para una superficie de 8 Km² nos da una densidad de drenaje de 3,9.²

Toda la red hidrográfica queda colgada sobre el cañón del Segura que ha hundido su cauce a más de 150 m. Esta gran profundidad de nivel de base obliga a los «talweg» a tener activa una violenta erosión lineal en todo su recorrido. Hay que pensar en períodos más lluviosos para el inicio del trazado, sobre todo en sus líneas principales; pero el factor fundamental de su desarrollo reside en la estructura, extraordinariamente fisurada, de las calizas de este área. Ello ha determinado que en el período actual, con pocas lluvias pero concentradas, continen ampliándose las ramificaciones en todo el sector, cual si se tratara de un «band-land» gigantesco y de formación más lenta.

5.1.1.2. El sistema de erosión

Tres son los frentes de ataque torrencial contra las rocas: la cabecera, el fondo y las vertientes.

El primero se alarga por la cola; prácticamente, todo el sector es cuenca de recepción, pues lo que constituye la cuenca del torrente principal está situado densamente por gran número de cauces, igualmente encajados, que ejercen su propia e individual acción erosiva.

En la parte alta y más oriental del sector, pequeños barrancos han disecado los taludes, ya establecidos, que se extienden al pie de los escarpes de las dolomitas que dominan la cima, e inician el ataque a la roca dura. Es el sistema de sobreimpresión que debieron seguir en un principio la mayoría de estos torrentes.

Resultado de esta erosión remanente son las

2) Lopez Banañez estudia la densidad de drenaje en rocas blandas, «hard-land» y para la rambla Chicoiro, no lejos de nuestra área da un valor de 8,1. «La Vega Alta del Segura. Clima, hidrología y geomorfología». Dep. Geog. Univ. de Murcia, 1973. Página 191.

«ensilladuras»: en un punto determinado, el interfluvio se rebaja dibujando la forma de una silla de caballo; no llegan a darse capturas por el predominio del trazado paralelo.

El segundo frente es la erosión en profundidad del lecho. En los tramos altos, éste no tiene más de dos o tres metros de anchura, pero la presencia de un fondo de roca lisa y de potentes bloques sueltos muestran la evidencia del ataque, que explica los cuarenta o cincuenta metros de profundidad, respecto a las lomas de los interfluvios. La brusquedad de los codos da idea de la fuerza con que las diaclasses imponen la dirección.

La disposición de la caliza en estratos facilita la ruptura de los mismos, formándose un perfil escalonado; el retroceso de estos escalones va produciendo, en continua erosión remanente, la hendidura cada vez más profunda del «talweg».

Otra forma muy característica de la erosión lineal son las marmitas; unas veces, en cascadas, salvando el escalón; otras, en rosario, con canales de rebosadero muy perfectos; a veces, parecen aisladas. La gran profundidad (incluso más de 50 cm) de estas concavidades talladas en la roca, descubren la violencia de las aguas torrenciales y la capacidad corrosiva de las estancadas.³ En los tramos bajos, el lecho está relleno de material arrastrado donde se ha instalado la vegetación arbustiva.

Existen en la red pequeños cauces colgados sobre los ejes principales. Ello es debido, por una parte, a la facilidad que presenta la fractura de la roca, y por otra, a que la capacidad de erosión lineal está en relación a la cantidad de agua evacuada, o sea, el torrente que dreña una cuenca mayor se encaja con más rapidez que aquel otro cuyo cauce desagua una superficie menor, ya que el agua superficial es el principal agente y su eficacia depende del volumen y fuerza; esto mismo ocurre en las desembocaduras más o menos entalladas sobre el mismo borde del cañón del río Segura.

Por último, la erosión de las vertientes en gran parte del recorrido dibuja una «V» muy cerrada, presentando a veces una vertiente perpendicular, cortada a plomo. En los tramos más bajos la profundidad disminuye y el perfil es asimétrico; esta asimetría aparece sobre todo cuando el torrente penetra en el dominio de las areniscas en el sector más oriental. Las vertientes escarpadas corresponden a la margen derecha donde el bizamiento es contrario al sentido del escurrimiento, y, a su vez, la vertiente más suave coincide con el sentido del bizamiento y es la margen izquierda.

En los planos inclinados y perpendiculares de las vertientes aparecen relieves estructurales; las

3) El pH del agua, medido en algunos pozos, es de 6, valor que indica agresividad debida a factores bioquímicos.

erosión actúa de acuerdo con la estructura, ya que la roca está íntegramente cuartada por multitud de fracturas, diaclasses, fallas y leptoclases (peñosos pedruzcos de tensión a 1,5 y 2,8 m de distancia y leptoclases a escala de centímetros); al cruzarse con el plano de los estratos calizos engendran una superficie reticulada, individualizando bloques que terminan por caer debido a la acción de la gravedad por pérdida de volumen; la corrosión y la acción del agua son los agentes que motivan estos desprendimientos. El cauce cada vez es más profundo y el plano de las vertientes más inclinado, lo que facilita la caída de los bloques y el ensanchamiento de la «V», en un continuo deslizarse del manto de cauces y derrubios sueltos, que cubren el suelo donde la pendiente lo permite.

Unas formas erosivas, que aparecen con frecuencia en las laderas, son las bocas de desague de la circulación subterránea. Estos agüeyeros van ensanchando sus perfiles hasta conseguir profundas concavidades, siguiendo el nivel de un estrato impermeable; esta forma de horadar las vertientes facilita también los desprendimientos.

Allí donde la roca es resistente y en áreas próximas al lecho se encuentran marmitas en formación y, en todas partes, el suelo muy caracterizado presenta las formas de erosión diferencial. Hemos de aludir también a unas formaciones que, a pesar de estar modeladas en las areniscas (tramo inferior del torrente más importante), son erosiones de vertiente y muestran con gran claridad su morfogenia. Una morfogenia actual y continua que puede aportar ideas a la teoría de la formación de los cuencos, que son las formas más importantes de la morfología subterránea de esta zona.

Se trata de una pared o escalón de perfil cóncavo desarrollado sobre todo en la margen izquierda del torrente y que, a primera vista, puede parecer un antiguo cauce fosilizado a unos 5 ó 10 m por encima del nivel del lecho actual. Sin embargo, aparecen en otros sitios que de ninguna manera pueden ser antiguos cauces formados por las aguas torrenciales. En su formación podemos establecer las siguientes fases:

- Aparición de orificios alineados sobre un plano de estratificación, originados por la circulación laminar del agua infiltrada, según estos planos de estratificación.
- Estos orificios, de sección más o menos ovalada, van ampliando gradualmente su diámetro y su profundidad, debido no ya a la erosión laminar del agua, sino a la acción mecánica de la combinación humedad-sequedad de la roca. El alto grado de evaporación seca la superficie del orificio que, al contraerse, se convierte en un sistema de escamas que terminan por desprenderse, bien por su propio peso, bien por el aire o por el agua, que exuda la pared.

c) Mientras esta acción va formando una amplia concavidad en la pared, continúa la penetración del orificio siguiendo el eje del conducto capilar, cuya exudación favorece el proceso que ahora ataca a toda la pared.

d) Paralelamente va quedando una cornisa que se demora poco a poco y, a veces, se desprende, de esta forma, la pared va retrocediendo progresivamente.

e) Estas formas se desarrollan, sobre todo, en la margen izquierda del torrente, porque el bizamiento en los estratos favorece la circulación del agua subterránea en este sentido, humedeciendo así la superficie de los orificios y de la pared.

Esta es la diversidad de formas y de sistemas que aparecen en el dominio del «talweg»; pero entre los «talweg» están los interfluvios, que presentan otras formas y otros sistemas.

En conjunto, estos interfluvios son bastante redondeados. En el sector alto son estrechos, por el gran número de torrentes paralelos, y aparecen algunas «ensilladuras», debido a la acción remanente del «talweg», como anteriormente expusimos.

5.1.2. El lapiaz. Las perforaciones cilíndricas

En este tipo de formación cárstica tiene preponderancia el proceso de disolución de la masa caliza, donde los factores fundamentales son, por una parte, el grado de fisuración de la roca y la proporción variable de carbonato cálcico (soluble) y carbonato magnésico (insoluble), que condicionan la rapidez de la disolución; por otra, la acidez del agua cástica y el efecto de los ácidos húmicos del suelo, que provocan las reacciones químicas de disolución.

En el área de Los Losares el lapiaz se presenta en dos tipos de microformas: las chineladuras y las perforaciones cilíndricas.

Las primeras son pequeñas acanaladuras que semejan arañazos sobre la roca; se forman sobre suelos en pendiente y las produce el agua de arroyamiento que corre hacia los «talweg» o a los puntos de absorción. Aquí se combina la acción mecánica y la química que, a la vez, erosiona y corrige. Se instalan sobre leptoclases y diaclasses, siendo en estas últimas donde los canales de corrosión alcanzan mayores dimensiones, dibujando formas dentadas.

Los canales del microlapiaz forman también alineaciones reticuladas con angulación y densidad diferente. Se asientan sobre la red de leptoclases y producen el efecto de un microhervero abarrotado, cuyas hendiduras siguen las líneas de mínima resistencia, con profundidad de hasta ocho centímetros y anchura de cinco, aunque la profundidad normal es de 0,5 a 2,5 cm, según que las microestruras sigan o no la dirección de la pendiente de escurrimiento del agua.

No es uniforme la ionización de la zona en cuanto a la distribución de las formas; la corrosión exocéntrica actúa con mayor intensidad a lo largo de diaclasas y fallas, aislando pequeños relieves fuertemente microlaminados. Así el microclapaz queda en zonas limitadas por diaclasas del sistema principal en aspas, no siempre bien definidas.

El segundo tipo de formas son las perforaciones cilindricas, ⁴ «Se refiere a unos pequeños pozos cilíndricos abiertos en la roca, cuyos diámetros y profundidad alcanzan algunas decenas de centímetros a lo sumo». Corresponden a la erosión aerolar propia de los interfluvios.

Son relativamente abundantes en toda el área cástica, agrupándose a veces tres o cuatro de ellas en donde varían diaclasas interfluvios, constituyendo formas de variado contorno: cilíndricas, elipsoidales y asimétricas (MORROW, 1954). Es, en todo caso, un proceso de evolución de formas de diferente dirección, según los elementos estructurales sobre los que se instalan, que, en el caso de microfisuras, irregulan su contorno.

Las perforaciones irregulares están rellenas de tierra rosas y chistos heterométricos en una proporción aproximada de nueve a uno, en donde se instala una población vegetal bien de liquenes u otras especies como romero, tomillo, enebro, etc., que humedean la tierra rosas dándole una tonalidad oscura típica del humus; se asegura así un suministro de ácidos húmicos y CO₂ que favorece notablemente la agresividad del agua infiltrada. Estas formas constituyen una auténtica red de conductos que colabora en la acción cástica (VALENZUELA, 1960) en profundidad.

Algunas de estas formas, cilindricas y elipsoidales han progresado en profundidad, por corrosión y hundimiento, pero sus dimensiones las hacen impenetrables aunque, desde luego, comunican con la red cástica hipogea.

En nuestra zona existen gran variedad de tamaños, desde las diminutas con uno o dos centímetros de diámetro, en áreas que parecen «picorredas» (por el gran número existente), hasta las que tienen dos metros de profundidad por uno y medio de diámetro, con perimetro circular. Las primeras se forman cuando la roca está cubierta de una delgada capa y al dejar la troca desnuda, el agua, que corre libre, las va uniendo en hilera y forma acanaladuras. Las segundas son casos excepcionales de un

evolución más avanzada en profundidad. Pero las más frecuentes son las de tamaño intermedio.

Ullastre Martorell, ha tipificado en el Pla de Basses (Macizo de Garraf) dos modalidades, que llama alveolares y fistulares; tienen génesis y características diferentes.

La proporción entre la profundidad y el diámetro medio es la siguiente:

| | |
|------------------|-------------|
| Alveolares | Profundidad |
| | D M |
| | < 1 |
| Fistulares | Profundidad |
| | D M |
| | > 1 |

Las primeras se desarrollan a partir de una depresión de las rocas sin intervención de microfisuras; suelen ser anchas (10-15 cm de diámetro medio), poco profundas (5-10 cm y con canal de desgaste; las segundas están relacionadas con alguna fisura, son más estrechas (5-10 cm de diámetro medio), mucho más profundas (30-50 cm) y sin canal de desgaste.

En Los Losares casi todas son de tipo fistular, lo que nos corrobora la gran densidad de fisuración de la caliza; no tienen canal de desgaste y presentan el fondo de embudo característico para la absorción interior; los rebordes los tienen bien marcados, y a veces, existe un canal de entrada. De todas las observadas (más de 2000), sólo una es de tipo alveolar con la siguiente morfometría: Diámetro mayor = 20 cm; profundidad = 5 cm; perimetro mayor y un índice de desarrollo en profundidad de 0,25; tiene canal de desgaste, el fondo plano y sin relación con fisura, o sea, con evacuación exterior. Sin embargo, la morfometría de las fistulares no coincide en todo con la tipificada por Ullastre Martorell para la zona del Pla de Basses.

Los porcentajes que presentamos a continuación se basan en las características morfométricas de cien perforaciones escogidas entre todas las observadas. Hemos descrito las diminutas, a las que ante nosotros, por no poseer las características claras de perforación cilíndrica. Tampoco hemos tenido en cuenta las de gran tamaño (más de 1 m de diámetro medio), porque han llegado a tal grado de evolución que presentan muchas deformaciones de los perimetros; todas están cubiertas de población vegetal y han llegado a formarse por la fusión de varias más pequeñas.

Según el diámetro medio, la clasificación de las seleccionadas es la siguiente:

| | |
|----------------------|-----|
| menos de 20 cm | 21% |
| de 20 a 40 cm | 60% |
| más de 40 cm | 13% |

Por la forma del perimetro, la proporción es la siguiente: ⁵

| | |
|--|-----|
| perimetro de superficie elíptico subcircular | 67% |
| Perimetro de superficie elíptico alargado | 27% |
| perimetro de superficie circular | 6% |

De máximo interés es el índice de desarrollo en profundidad, o sea, la relación entre la profundidad y el diámetro medio. Según Ullastre Martorell, en las perforaciones fistulares debe ser mayor a la unidad ($\frac{D}{M} > 1$); sin embargo, en las que nosotros

hemos medidos en Los Losares, el 53% presentan un índice inferior; no obstante, tenemos ejemplos en los que el índice de desarrollo en profundidad es superior a 2,5.

Llorens Lladó (1970) cree que el campo de perforaciones econ toda probabilidad es también una zona de absorción. En Los Losares, y destacando el interés desde el punto de vista hidrogeológico, creemos que este sector con toda seguridad es una zona de absorción; se corresponde con la red de cavernas desarrolladas en las capas subterráneas y un ejemplo que lo confirma es la boca de entrada a la «Sima Pequena»; que es una perforación elíptica subhorizontal de 92,5 cm de diámetro medio y 90 cm de profundidad; al hundirse el fondo abrió el techo de la primera sala de la sima.

La intersección de diaclasas y leptoclasas son los puntos óptimos para la absorción, y la decalcificación produce los hundimientos y la generación del embudo (Llorens Lladó, 1970). La influencia de la estructura es clara en todas las perforaciones observadas y las diaclasas marcan la simetría regular, a veces triangular o rombica, de los perimetros.

5.1.3. Dolinas

Son menos aparentes que las perforaciones, se instalan en la intersección de diaclasas o de éstas con fallas y son generalmente asimétricas, como ocurre en los casos de cueva (Llorens Lladó, 1970). Las situadas a lo largo de fallas, están bien des-

arrolladas y alojan en su relleno de decalcificación mucha población vegetal, incluso pinos bien desarrollados en las más amplias; otras han evolucionado a simas por hundimiento o actúan de sumidero en el cauce de torrentes como la gran dolina situada al Norte de la Casa de Los Losares.

5.1.4. Formas abiertas

Las formaciones estudiadas hasta ahora corresponden a las llamadas en morfología cástica formas cerradas: lapiaz, perforaciones y dolinas. Entre las abiertas cabe destacar las simas y cavernas, según se abran en fracturas verticales o subverticales.

5.1.4.1. Simas

Se instalan en elementos estructurales bien definidos, verticales y de boca cilíndrica (excepto la Sima Pequena), siendo su génesis en todos los casos de corrosión y hundimiento, como atestigua el caos de bloques cónico o hemisférico al pie de la vertical y los escuencos de corrosión en paredes y bóvedas inmediatas a la entrada. Los planos de las cavidades (topografía) son suficientemente explícitos. Todas las simas penetrables son acceso a una cavidad de desarrollo favorecido en la dirección Sur-Norte, notablemente evolucionada.

5.1.4.2. Cavernas

Cueva de las Cabras, Río, Niño y La Higuera. La boca de entrada no es vertical como en las simas sino subvertical y de génesis corrosión-erosión, siendo los materiales clásticos próximos a la entrada de origen alóctono; se trata de perforaciones evolucionadas cuyas dimensiones permiten el acceso a la red de cavidades con facilidad, estando su desarrollo favorecido por las direcciones SO-NE y SE-NO.

Estos son los tipos de formaciones exocásticas que, a pesar de constituir una morfología de detalle no deja de tener gran importancia, sobre todo en lo relacionado con la mayor o menor infiltración de las aguas.

5.2. Morfoecología ENOCÁSTICA

Las cavidades estudiadas en el sector cástico de Los Losares, se abren en coña aproximada a los 360 m, excepto la Sima Promoción cuya boca de entrada se sitúa en la curva de nivel 290 m; las demás cavidades constituyen un nivel cuya diferenciación genética estriba en su instalación sobre estructuras verticales o subverticales, respectivamente. Es aparente que todas las cavidades del mismo tipo también lo haya sido su evolución cástica.

4) Estas microfisuras han sido estudiadas en el macizo de Garraf (Barcelona) por MORROW, PONS, 1964; MORROW, PONS y MORAN, 1961, y ULLASTRE MARTORELL, 1970. A mayor escala, dolinas y "jor" de estratos en la región de Larra (Navarro), por ARRIBO VALENZUELA, 1960.

5) ULLASTRE MARTORELL, 1970; pág. 7.

vel se han originado simultáneamente y probablemente los mismos condicionamientos, lo que ha dado a su desarrollo morfológico una cierta uniformidad.

5.2.1. Formas de erosión

Las galerías que conducen al interior de las cavidades presentan generalmente secciones circulares o elípticas, observándose en sus paredes y techos formas de corrosión completamente desuados, con alguna forma lituquinmica aislada, con suelos fuertemente tapizados y rellenos de arcilla rosa y clastos de pequeño tamaño, entre 5 y 10 cm; las paredes de los tubos están pulidas, con nudos irregulares dejados de arcilla y partículas de caliza procedentes de una intensa corrosión. Los acúmulos de corrosión tienen notables dimensiones, superando a veces el metro de diámetro por 0,25 m a 0,40 m de profundidad; se trata de galerías «sin genéticas» relocalizadas por corrosión del aire en diversos grados de evolución (Rusavirt, 1971) donde la disolución se ha efectuado con toda la sección del conducto por un caudal inicialmente rápido, formando galerías en «condición forzada» (Chervakov, 1944) y en régimen anegado.

Estas formas se instalaban en elementos estructurales bien definidos (ver técnica), diaclasas, fallas o en ambas, siendo en las fallas las galerías singélicas más amplias, por cuanto se trata de conductos colectores; es frecuente encontrar en las galerías sin genéticas de diaclasas (formas afines) dos o tres tuberías de erosión muy próximas, anastomosándose con otras, lo que indica la existencia de una red cástica hoy desaparecida.

En aquellos puntos donde interfieren elementos estructurales de diferente dirección (sistemas en aspa), las galerías aumentan notablemente sus dimensiones y la morfología cambia sensiblemente con la aparición de salas. (Ver planos.)

Las mayores se encuentran en la parte profunda de las cavidades, siendo más amplias en las cuevas que en las simas, y en casi todos los casos sus techos conservan sus primitivas formas de erosión y sus suelos acumulan espesos sedimentos arcillosos y cásticos, estos últimos muy apartados en los laterales de las salas y galerías de mayor anchura. En la Sima Pequeña (corte E-E') un pozo de 11,5 m abierto en los sedimentos permite aproximar el espesor de estos materiales que debe superar en algunos casos los 30 m; estos materiales han sido excavados por caudales en circulación libre y pueden observarse cauces temporales hipogeos en la Sima Promoción y Cueva Río-Niño.

5.2.2. Formas cásticas

Los procesos evolutivos cásticos en las cavidades han proporcionado un notable relleno que ocupa

la mayor parte del área hipogea; de una parte, materiales cásticos heterométricos colmatan el desarrollo profundo de galerías y salas; proceden de una clastogénesis compleja, que se pone en evidencia si se relacionan las formas de diversos niveles, proceso que ha proporcionado la mayor parte de los materiales cásticos de mayor tamaño que se encuentran en los suelos de las galerías amplias y salas con abundante arcilla de decalcificación.

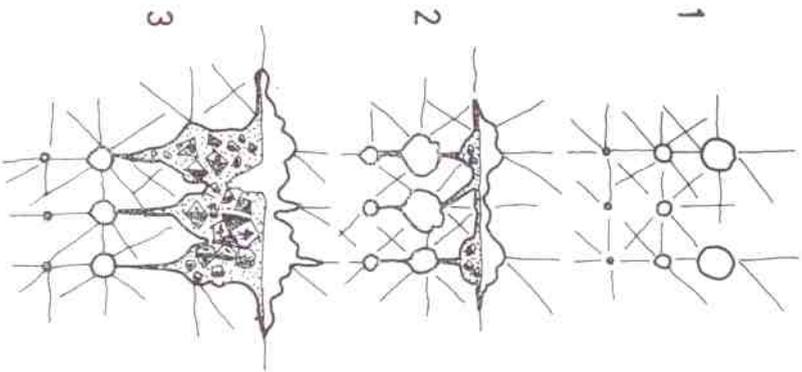


FIG. 21

Evolución progresiva del carst sin escala. Explicación en el texto

Un proceso de corrosión-erosión por circulación forzada se verifica simultáneamente en varios conductos afines próximos y progresando el agua en

profundidad llegan a comunicarse conductos superiores e inferiores o colaterales; la infiltración lenta por lioptolismos y diaclasas provocan disolución continua en la roca caliza que, por pérdida de volumen y acción gravitatoria despierta al suelo (*subsidenca*, Llorens Llavo, 1951) de la cavidad superior sobre la inferior. Ello explica el que los techos conserven su morfología de corrosión-erosión y que el suelo de las cavidades se encuentre relleno de grandes clastos y otros más pequeños (lajas de distintos tamaños) de origen mecánico proporcionados por la tupida red de leptoclastas.

Esquemático el proceso, que puede ser sincrónico o no, su evolución obedece probablemente a las siguientes fases:

1.—Sobre una estructura reticular se instalan tubos de erosión: (corrosión-erosión).

2.—Progreso del agua en profundidad por descenso del nivel de base local o cástico y relleno de la cavidad superior por sedimentos finos; infiltración lenta en la cavidad superior formándose las primeras formas de reconstrucción pavitamentaria y zentales. Las tuberías inferiores aumentan sus dimensiones primero en circulación anegada y después en circulación libre hasta conglusarse. Formación de «tierra rossa».

a) Cavidad superior: GLYPTOGÉNESIS, LITOGÉNESIS, RECALCIFICACIÓN.

b) Cavidad inferior: CORROSIÓN-EROSIÓN.

3) La infiltración y circulación lenta consistentemente alcanzan el techo de la cavidad inferior, produciendo intensa decalcificación en la estructura, la pérdida de volumen ocasiona el hundimiento del techo cuyos bloques rellenan la cavidad. Nuevo descenso del agua en profundidad.

a) En la cavidad superior, circulando en régimen gravitacional excava pozos y meandros en sedimentos. Aumento de dimensiones en acúmulos de corrosión y formación de coladas parietales y pavitamentarias: ANEQUICORROSIÓN Y LITOGÉNESIS.

b) En la cavidad inferior, decalcificación en la estructura y hundimiento de techos por pérdida de volumen; clastos de mayor tamaño y tierra rossa abundante rellenan la cavidad. Formación de nuevas coladas y fosilización de clastos: GLYPTOGÉNESIS, CLASTOGÉNESIS Y LITOGÉNESIS.

c) En la estructura subsiguiente, circulación lenta en régimen anegado y conducción forzada: CORROSIÓN-EROSIÓN.

A nuestro modo de ver se trata de una evolución progresiva del carst que de las formas superficiales pasa a cavidades epidióricas y prosperan en profundidad según las fases citadas, lo que explica que hayamos encontrado tuberías a diferentes niveles (hasta 4 niveles) en distinta evolución, siendo las más profundas impenetrables. El siguiente cuadro resume el proceso:

| NIVEL | FASES CARSTOGENICAS PROGRESIVAS | | | |
|-------|---------------------------------|-------------------|---|---|
| 1 | Corrosión | Corrosión Erosión | Glyptogénesis Litogénesis Decalcificación | Anemocorrosión Litocorrosión |
| 2 | Capa reticular | Corrosión | Corrosión Erosión | Clastogénesis Litogénesis |
| 3 | Estructura | Capa reticular | Corrosión | Corrosión Erosión |
| | | | | Morfosilización |
| | | | | Subsidenca Litogénesis Holofosilización |
| | | | | Glyptogénesis |

La progresión de estas fases están relacionadas con el descenso del nivel de base y desde luego con estructuras favorecidas por los dos principales factores de la circulación cástica: máxima pendiente y mínima resistencia.

En las cavidades de mayor desarrollo, Cueva Río-Niño, llama la atención el que los casos de bloques se sitúan a lo largo de las galerías, preferentemente de dirección NO y SE con fuertes coladas y abundante litogénesis; se forman entences hemicónicos de bloques que se comentan mediante depósitos lituquinmicos pavitamentarios, bloques que pro-

ceden de procesos cásticos parciales que no afectan a los techos de la cavidad que mantienen sus formas de corrosión-erosión.

5.2.3. Formas de reconstrucción

Casi todas las formas lituquinmicas están representadas en las cavidades estudiadas, si bien los procesos reconstructivos se localizan en áreas favorecidas por la estructura; formas zentales, parietales y pavitamentarias aparecen frecuentemente.

Son más abundantes las coladas de tipo «bortoides» y maculonas, tanto parietales como pavimentadas, siendo aparente un mayor desarrollo de las estalagmitas que de estalactitas; las columnas se forman con dominio de las estalactitas que, cuando se instalan sobre bloques (columnas de núcleo cilíndrico) laterales, presentan roturas solidadas que provienen de procesos de exfoliación (Llorens Llambó, 1951) en los hemiconos elásticos laterales.

Las formas pavimentarias son sin duda las de mayor desarrollo en todas las cavidades y alcanza incluso paredes desnudas que presentan una capa de caliza de 1 a 3 cm de espesor, formada por exfoliación de la roca madre a través de su matriz de leptotaxas.

Estas coladas parietales y pavimentarias han cementado los bloques alcanzando así una notable estabilidad; sin embargo, la fosilización de bloques en profundidad es mucho más débil debido, sin duda, a que las aguas de infiltración que se deslizan entre los bloques depositan la mayor parte de su carbonato cálcico disuelto a medida que progresan en profundidad, por lo que los bloques inferiores o no están del todo cementados o quedan desprovistos de tapiz litomítico; ello determina, en estos niveles profundos de los caños de bloques, una mayor movilidad de materiales que, al ser drenados por aguas de circulación libre más o menos intermitente, se desplazan fácilmente ocasionando la formación de pozos casi siempre terminados en un sumidero.

Las formas litomíticas no escapan a los efectos de la intensa corrosión, como puede advertirse a distintos niveles en columnas, coladas, estalactitas y estalagmitas.

Desde un punto de vista cuantitativo, las formas de reconstrucción son más abundantes en los niveles superiores y medios de las cavidades, que en los profundos, lo que es consecuente con el normal proceso evolutivo del carsi.

5.2.4. Formas de emisión

Varias surgencias muertas aparecen en el cañón del río Segura que atraviesa el área estudiada: a niveles próximos a la cota 280 m y en parcelas verticales, una surgencia muerta en la pared Norte contiene pinturas y fragmentos de cerámica de distintas culturas: la sima-cueva La Serreta. Otras cuartas, de las que dos más próximas a Los Almadenes son aseguibles en la pared Sur del cañón, se instalan en una brecha de falla de dirección Sur-Norte, rigiéndamente.

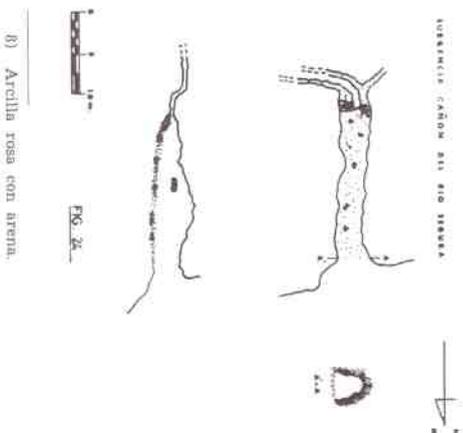
La morfología de las surgencias, particularmente la situada más al Este y que se muestra en su topografía, corresponde al tipo de «ajuste de perfil»; de dentro afuera, la tubería de emisión traza su trayectoria paralelamente a la vertiente, gira bruscamente descendiendo de nivel y se abre camino perpendicularmente a la vertiente, en la misma dirección Sur-Norte que según antes del gine.

Este trazado indica que la excavación del valle se hizo con mayor rapidez que la surgencia clásica (Krenvitz, 1971), lo que obliga a la surgencia a un ajuste de perfil.

La tubería de emisión de la surgencia muerta de la pared Sur, tiene morfología de erosión y el tubo se desarrolla favorablemente en vertical sobre la brecha de falla, que condiciona su dirección Sur-Norte; los construyentes provocados por la excavación del cañón, que favorecen las tensiones verticales en la vertiente, son la causa aparente de este desarrollo vertical en forma de «ojivas» de la surgencia y de otras «oguedades» próximas sin desarrollo.

Al Oeste de la surgencia citada y a unos 5 m, casi a la misma cota, otra surgencia muerta que probablemente conecta con la anterior lateralmente, abre su boca en la misma dirección, a lo ancho de la brecha de falla; es indicio de que este tipo de estructura juega un papel colector fundamental en la circulación clásica.

Ambas surgencias muertas contienen, a pocos metros de la entrada y donde se eleva la planta, depósitos sedimentarios formados por caplas de «varvas» de aproximadamente 1,5 metros de espesor, con cinco coladas de calizas intercaladas de 1 cm a 3 cm de espesor y varias capas de costras calizas tobáceas de hasta 1 cm como máximo. Estos depósitos sugieren la existencia de fases húmedas con depósito de caliza y otras secas con formación de costras tobáceas, sobre el depósito normal de «terra rossa» sabulosa, posiblemente relacionadas con las fluctuaciones climáticas del cuaternario, lo



B) Arquilla rosa con arena.

que podría comprobarse mediante la determinación de la edad de las coladas estalagmíticas de caliza, por el método del ratio-carbono.

Resultado evidente que el aparato cárstico del área de Los Losares, aportó caudales de cierta importancia a un río epigeo cuando éste mantenía un nivel de base más elevado, cuyo descenso provocó la fuga del agua infiltrada en profundidad y el abandono del sistema instalado entre las cotas 360 m y 280 m aproximadamente, o sea en un espesor de calizas de 80 m, quedando colgado y metafosilizado. Dado el caso de que el espesor de las calizas llegase tal vez a los 200 m, las aguas circulan actualmente condicionadas por la estructura y la gravedad en régimen ascendente y profundo, lo que explica la aparición de una surgencia activa en el cauce del río Segura en las proximidades de la presa de Los Almadenes.

5.3. Carstocinesis

La iniciación y evolución del carsi, está íntimamente relacionada con la paleogeografía reciente de la región Prebética; es claro que las calizas sólo pudieran carstificarse al ser exhumadas y sometidas a factores climáticos y geomorfológicos. Algunos datos, resultantes de la investigación realizada, son indicios que conviene considerar:

- 1.—El mar mioceno recubrió gran parte de la zona Molino-Palera al Norte, Este y Sureste, excepto algunas alturas dolomítico-cretácicas de ambas formaciones: margas en el sinclinal de La Campana y materiales detríticos neríticos en las inmediaciones del sector.
- 2.—Una intensa acción erosiva postmiocena es aparente en Los Losares, donde irregularmente desaparece el mioceno y describe el eoceno-oligoceno con alternancias de margas y areniscas miocenas en «aristas invertidas»; este desmantelamiento deja exhumadas áreas de calizas cretácicas carstificables.
- 3.—En las dolomías de La Palera, sobre la cota 500 m, no aparece indolito alguno de carstificación, que nosotros separamos, aun cuando escaparon a la transgresión miocena.
- 4.—El río Segura presenta en su vertiente Sur del cañón surgencias muertas a diversos desniveles (cota 280 m aprox.), discutiendo el cauce actual del río a cota aproximada a los 200 m.
- 5.—El cañón excavado por el río Segura corta, aguas arriba, conglomerados probablemente pliocenos, lo que sugiere la existencia de un paleocauce; sedimentos luteocenos descensan en discordancia erosiva sobre calizas cretácicas, en ambas vertientes del cañón, aunque hacia el Oeste desaparecen.
- 6.—Las dos surgencias muertas topografiadas, muestran un dispositivo de «ajuste de perfil», lo que indica que el cañón fue excavado con mayor rapidez que la excavación clásica.

7.—Las citadas surgencias se instalan sobre una brecha de falla de dirección Sur-Norte, rigiéndamente, evacuando aguas subterráneas en otro tiempo; los sedimentos en el interior de las surgencias contienen cantidad de «varvas» de «terra rossa» sabulosa y cinco coladas estalagmíticas de caliza y varvas de toba calizas.

8.—La sima-cueva La Serreta, surgencia muerta del lado Norte del cañón, ha suministrado algunos fragmentos de cerámica y pinturas datadas estas últimas en 10.000 años a. J. C., aproximadamente, lo que sugiere que su topografía era como la actual al final de la última glaciación cuaternaria.

9.—Las cavidades estalagmíticas presentan una rápida progresión en profundidad, sin haber completado totalmente sus fases evolutivas.

10.—Los desvíos entre las formas de absorción y emisión del aparato cárstico se aproximan a los 80 m y las surgencias muertas son tubos de erosión, lo que indica una emisión de agua a presión.

Cohesivo con estos datos, la iniciación de la carstificación debió ser precedida por un desmantelamiento que exhumara a las calizas cretácicas por un ciclo erosivo muy fuerte provocado por una reexcavación del cañón del río Segura, probablemente instalada sobre la estructura de un paleocauce cretáceo colmatado durante el terciario, reexcavación por sobrimposición facilitada por la canna citada y por tratarse de materiales relativamente blandos. La necesaria colaboración de un clima húmedo en la acción cárstica, sitúa su iniciación eficaz en el Villafrañquense, o sea, a principio del Cuaternario.

El río Segura, progresando rápidamente en profundidad, humede el nivel de base local encorajando la red hidrográfica, provoca construyentes en las vertientes y obliga a las aguas cársticas a descender en profundidad, pero no tan rápidamente, dejando «colgado» el aparato cárstico inicial antes de haber completado sus fases evolutivas.

Los sucesivos descensos de nivel de base, debieron estar condicionados por las celdas climáticas cuaternarias, ocasionando una circulación hipogea turbiliónar con arrastre de sedimentos finos, con depósito de coladas o tobas calizas, según el ritmo climático.

Dado que el zócalo impermeable queda por bajo del nivel de base, el carsi progresa en profundidad, sigue sus fases evolutivas el ya instalado que se halla al estado de emerofosilización y las aguas cársticas discurren hasta el sinclinal en circulación ascendente y profunda, proporcionando surgencias «tropiezo» o rebosaderos en el cauce del río, que a su vez suministra caudales al cañón a través de las fracturas. La acción cárstica continúa por bajo de la cota 280 m en zona a presión hidrostática o hidroclimática y por debajo de la cota 300 m en régimen de zona anegada o hidroclimática.

BIBLIOGRAFIA

- CHEVALIER, P. (1944): «Distinction morphologique entre deux types d'érosion souterraine». Rev. Géogr. Alpine, Grenoble.
- DERRAU, M. (1966): «Geomorfología». Ed. Ariel, Barcelona.
- GEZE, B. (1968): «La espeleología científica». Ed. Martínez Roca, S. A. Barcelona.
- JULIVERT, M. (1957): «Morfología cárstica». Speleón, t. X. Univ. Oviedo.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1970): «El sector del Pantano del Oupar. Estudio geomorfológico». Papeles del Departamento de Geografía-2, págs. 131-153. Murcia.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1973): «La Vega Alta del Segura. Clima, hidrología y geomorfología». Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia, Murcia.
- LLOPIS LLADO, N. (1957): «Sobre algunos fenómenos de soliflucción y subsidencia en las cavernas». Speleón, t. II, n.º 4. Univ. Oviedo.
- (1953): «Karrt holiofossile et merofossile». Act. I Congr. Int. Spel. Paris.
- (1970): «Fundamentos de hidrogeología cárstica. Introducción a la Geoespeleología». Ed. Blume. Madrid, 1970, 269 págs.
- MONTORIOL PONS, J. (1951): «Los procesos clásicos hidrogeológicos». Rass. Spel. Ital. Como (Italia).
- (1954): «La hidrología cárstica del Pla de les Basses y sus relaciones con la de otras zonas del macizo de Garraf (Barcelona)». Speleón, t. V. Univ. de Oviedo.
- MONTORIOL PONS, J. y MUNTAN L. (1951): «Resultados de nuevas investigaciones sobre el carst del Pla de Basses (Macizo de Garraf, Barcelona)». Spelötn, t. XII, págs. 35-53.
- RENAULT, PH. (1971): «La formación de las cavernas». Col. Que s'èt Ed. Oikos-tau, Barcelona. Univ. de Oviedo.
- TROMBE, F. (1952): «Traité de Spéologie». Payot. Paris.
- ULLASTRE MARTORELL, J. (1970): «Consideraciones morfológicas y morfológicas sobre las perforaciones e hidroclúas en el lapiaz». Speleón, t. XVII, págs. 1-22. Univ. de Oviedo.
- VALENZUELA MOLINO, A. (1964): «Morfometría en la región de Larra (Navarra)». Publ. Inst. Príncipe de Viana. Diputación Foral de Navarra, Pamplona.

ARTURO VALENZUELA *

HIDROLOGIA CARSTICA DEL SECTOR
ALMADENES-LOS LOSARES
CIEZA (Murcia)

* Director-Jefe del Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas, de la Excelentísimo Diputación Provincial

6. *Hidrología cársica*

La circulación hipogea del agua infiltrada en las calizas del flanco Norte de la Sierra de la Palera, desarrolla un carst con formas de absorción, conducción y emisión bien definidas, constituyendo acualmente un nivel de cavidades, Cuevas del Río Niño, Promoción, Sima Grande, Sima Pequeña y Cueva de las Cabras, en estado avanzado de madurez evolutiva.

Se localizan áreas carsstificadas en las dolomías y calizas de la parte noroccidental de la Sierra del Molino y en materiales similares en la Sierra del Puerto, al Norte del sinclinal de La Campaña; estos niveles de cavidades constituyen un carst muerto abandonado por aguas infiltradas que circulan a mayor profundidad en carst activo o viviente.

El área cársica del flanco Norte de La Palera que venimos llamando Los Losares, presenta, debido a la fisuración de las calizas claras cretácicas, buenas posibilidades de infiltración, tanto en aguas que drenan el área cársica como por el río Segura, que corta un cañón en las calizas de casi 4 km de longitud.

La hidrología cársica del área es relativamente compleja, tanto por los factores modificantes de la circulación como por la carencia de datos en profundidad de indispensable conocimiento; no se conoce con suficiente precisión la naturaleza del zócalo ni su profundidad exacta, ni suficientes puntos de acuíferos que permitan establecer el nivel piezométrico de la capa ni sus características hidroclimáticas. Estas limitaciones de nuestros conocimientos incrementa la incertidumbre habitual de la circulación de aguas cársicas.

No obstante, la investigación realizada aporta datos valiosos para la futura aplicación técnica de explotación de aguas subterráneas en esta zona, si se usan con la debida prudencia, siempre recomendable en esta clase de trabajos.

La circulación subterránea en el área cársica que nos ocupa, depende de factores generados en el carst y de otros particulares que afectan a la zona incluso a escala regional, en general hay que considerar en el conocimiento del carst de Los Losares los siguientes puntos:

- 1.—Estructura congénita y tectónica de las calizas.
- 2.—Evolución del relieve.

- 3.—Desarrollo del carst.
- 4.—Datos climáticos exo y endocársticos.
- 5.—La circulación subterránea cársica.

6.1. *Características hidrogeológicas del carst*
6.1.1. *Estructura congénita y tectónica de las calizas*

La estratigrafía de la zona conoce la disposición de los materiales del cretáceo superior, dolomías y calizas claras compactas, sobre un material arcilloso-sabuloso impermeable, con un espesor de los materiales calizos y dolomíticos de más de 150 mm; hacia el Este, los materiales calizos están cubiertos por areniscas o margas, aquellas en discordancia erosiva con un paleorelieve calizo.

El principal elemento estructural es un pliegue disimétrico cuyo flanco Sur, fallado en dirección Este-Oeste es casi vertical, mientras que el flanco Norte buza suavemente al Norte desapareciendo bajo las margas del sinclinal de La Campaña; fracturas de direcciones variables, pero por lo general orientadas hacia el eje del sinclinal de La Campaña, son apreciables en toda la formación Molino-Palera. La diaclasación consiste en faunas de cizalla y compresión, formando una red complementaria por faunas muy densas que facilita en las calizas claras la carsstificación en toda la masa microclivada. Las fallas deben tener, en general función de drenaje (faile drain) excepto la de orientación Este-Oeste de La Palera y otra más al Sur en la del Molino, que deben actuar como fallas-barrera (faile barrago). Dado que las calizas claras cretácicas forman cuesta u *«hog-backs»*, éstas son en realidad borde del sinclinal; lo que es determinante de la circulación cársica, siendo probable que el nivel de base cársico lo constituya entonces la dolomía subyacente.

6.1.2. *Evolución del relieve*

Como ya se advirtió en el apartado correspondiente, el relieve ha evolucionado notablemente en el espacio y el tiempo; sobre un paleorelieve dolomítico y calizo, afectado por fracturas de anticlinales alpinos, el río Segura excavó un paleocauce antepontense, tal vez vindobonense; como lo demuestra la existencia de materiales conglomerati-

tos situados en las depresiones del paleocauce (FALLOR, 1945), siendo la sobreimpresión sobre las calizas, más reciente, cortando los sedimentos terciarios. El actual cañón del río Segura, corta la red cárstica muerta que queda colgada y desconectada, por la progresiva acción erosiva del río que hace descender el nivel de base local, accentuando la acción erosiva epigea normal en toda la zona, donde queda suspendida la red tributaria del flanco Norte de Molino-Palera: el notable desnivel creado así, más de 400 m, acentúa la acción erosiva de las aguas exhumando las calizas y encanajando torrentes favorece el desarrollo del cursi actual, asegurando la presión hidrostática a la circulación hídrica.

6.1.3. Desarrollo del cursi

Todas las formas cársticas están representadas en el área de Los Losares; lapiz, perforaciones (elipso y cilindroideas) por lo general desprovistas



FIG. 25

Otra cuestión es el papel hidrologico de las fallas que cortan las calizas: se ha seguido en profundidad (Sima Grande, Sima Promoción) el trazado de dos fallas, apareciendo drenajes según la dirección del plano de falla, siendo a 30-50 m de profundidad muy aparente, la brecha de falla sobre la que se instalan formas de conducción: es evidente la función extrema de dichas fallas y con toda probabilidad continúe en profundidad evacuando aguas de infiltración hacia el Norte o Norte-Noroeste, es decir, hacia el sinclinal de La Campaña.

de canales de desagüe y de variadas dimensiones, cañones cársticos y torrentes colgados, son las formas exocársticas más aparentes.

Las formas endocársticas se presentan en forma de simas, cuevas y perforaciones profundas impenetrables, constituyendo un nivel de cavidades en la cota 360 m y un nivel de surgencias muertas al cañón del Segura de cota 230 m; este nivel de cavidades se encuentra, como ya vimos, en un estado de evolución de madurez abortada, con pendientes de 45°, escaso desarrollo hidroquinico y fuerte corrosión en paredes y bóvedas.

Las aguas infiltradas abandonaron este nivel al profundizar el río Segura su cauce, suspendiendo la red cárstica: el talweg del río queda actualmente a cota de 180 m. Las aguas cársticas ganan profundidad siguiendo la dirección impuesta por la estructura, siendo accesible, como es habitual, sólo la zona seca de Cuyile y la parte superior de la zona de transición de Marchisimovich y Goblevea, lo que manifiesta un apreciable descenso de la capa.

6.1.4. Datos climáticos

Los datos que se poseen sobre la zona de Almadenes-Los Losares, o bien son fragmentarios o no alcanza el número de años necesarios para una generalización total; han sido calculados anteriormente y a ello nos remitimos. La E.T.P. (evapotranspiración real) no es conocida en la citada zona, por lo que hay que referirse a sectores próximos o los aportados por otros autores.

López Bermejo (1973) aporta fichas climáticas de THOUSSTRAITTE en donde la E. T. P. en Cieza alcanza la cifra de 260,6 mm al año; la proximidad de Cieza a la zona cárstica de Los Losares puede ser indicativa de la E.T.P. en ella, pero nos parece notable la diferencia en la masa de vegetación, exuberante en Cieza, con la pobre vegetación de Los Losares, lo que debe disminuir la E.T.P. en el sector que nos ocupa. Se puede mantener como muy probable y manteniendolos alejados de valores optimistas, que la E.T.P. en Los Losares está próximo a los 200 mm.

La temperatura media anual es de 16°C y la pluviosidad media anual de 300 mm; la escorrentía calculada por la fórmula de Becerril y teniendo en cuenta los valores para la constante obtenidos para la provincia de Murcia por Sáenz y Sánchez Fresnoza (1969) aproximadamente 0,0025 para nuestro sector de 20 Km² de superficie aproximada, se puede establecer las siguientes conclusiones:

RESULTADOS CLIMÁTICOS PARA EL SECTOR DE LOS LOSARES

Índice de Martonne:

$$I = \frac{P}{T + 10} = 11,5 \text{ (seco Mediterráneo)}$$

Índice de Dantón:

$$I = \frac{100 \cdot T}{P} = 5,3 \text{ (zona árida)}$$

E.T.P. (deducida en Cieza): E.T.P. = 200 mm

Temperatura media anual: T = 16°C.

Pluviosidad media anual: Pv = 300 mm

Escorrentía:

$$ES = B \frac{V \cdot P^2}{1000} \cdot S = 25 \cdot 6 \cdot 10^{-4} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ Hm}^3$$

$$ES = 15 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

6.2. Balance hídrico

Siendo la superficie de infiltración de diversas litologías de unos 20 Km² se puede calcular el agua caída, escorrentía y E.T.P. durante el año:

$$ES = 15 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$CPV = 3 \cdot 10^6 \text{ mm} \cdot 2 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 6 \cdot 10^6 \text{ litros}$$

$$CPV = 6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Siendo:

$$CPV = \text{Caudal precipitado anualmente.}$$

$$ES = \text{Escorrentía en el área.}$$

$$S = \text{Superficie.}$$

$$ETP = \text{Evapotranspiración real en la zona.}$$

$$I = \text{Infiltración.}$$

El balance viene dado por la fórmula:

$$Pv = ES + ETP + I \quad \text{de donde:}$$

$$I = Pv - (ES + ETP)$$

Según nuestros datos,

$$Pv = 300 \text{ mm} \quad ES = 15 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$ETP = 200 \text{ mm} \quad S = 20 \text{ Km}^2$$

Resultado para:

$$CPV = 6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$ETP = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$ES = 15 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$I = 6 \cdot 10^6 \text{ m}^3 - (15 \cdot 10^3 \text{ m}^3 + 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3)$$

$$I = 1.985 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

O sea: más de millón y medio de metros cúbicos de agua al año se infiltran en el área cárstica estudiada.

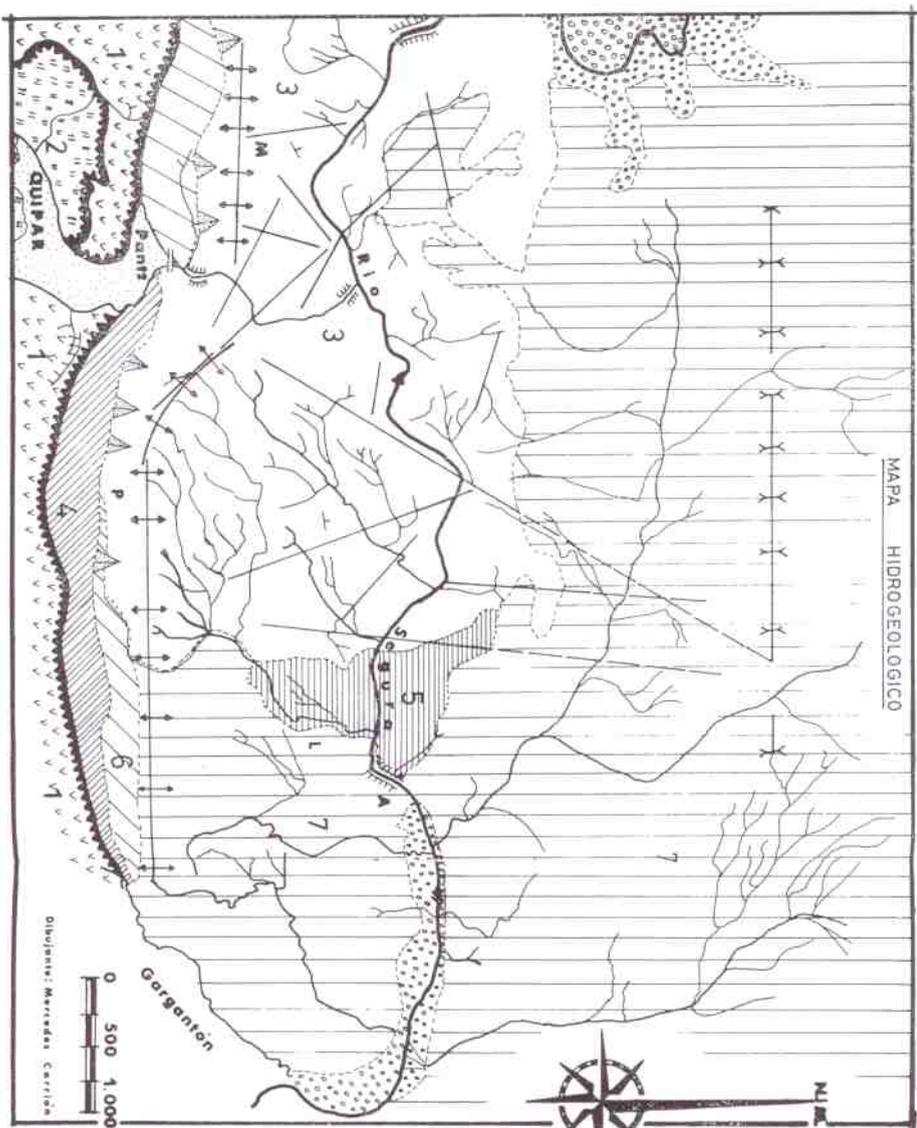
Es obvio que el caudal infiltrado es modesto, pero si se tiene en cuenta que las calizas similares de la Sierra del Puerto, también carbonatadas, deben aportar caudales subterráneos que están por determinar, que el río Segura aporta también aguas de infiltración a lo largo del cañón en las calizas fisuradas, se puede llegar a la conclusión que a lo largo del eje del sinclinal de La Campaña debe establecerse una capa cárstica que merece la pena explorar mediante sondos de investigación. A ello debe añadirse el hecho de que, sólo se ha intentado un sondeo en esta área, positivo, lo que permite suponer que la capa cárstica debe contener caudal suficiente tanto de alimentación por infiltración como de aguas anexas, digno de ser explotado.

6.3. La circulación cárstica actual.

De los datos que poseemos, aunque incompletos, puede establecerse con suficiente precisión que estamos en presencia de un cursi profundo (holocárstico de cuestas), cuyas aguas tienden a acumularse en el eje del sinclinal del pliegue dolomítico-calizo, en la zona del sinclinal de La Campaña, según direcciones impuestas por la estructura, preferentemente de Sur a Norte.

El zócalo impermeable queda profundo, existiendo la probabilidad de que las fisuras cierran sus labios antes de alcanzarlo, en las dolomías, elevándose así el nivel de base cárstico, de todos modos,

MAPA
HIDROGEOLOGICO



- 1, 6, 7 Margas y margas sabulosas, impermeables
- 4, 5, 2 Calizas sabulosas y areniscas, semipermeables
- 3 Calizas carsificadas y dolomias infiltrantes
- Anticlinal, sinclinal
- Falla observada o deducida
- Buz. estratos; cañón; aluviones
- M = Sierra del Molino
- P = Sierra La Palera
- Como deyección
- Drenales

Dibujante: Mercedes Carrion

el sentido de la pendiente y la dirección de las fallas colectoras, hace pensar que las aguas infiltradas circulan en dirección de Sur a Norte o a lo sumo Norte-Noroeste, acumulándose en el eje del sinclinal como capa cárstica de nivel piezométrico relativamente elevado, probablemente de cota 160-180 m.

Es a todas luces necesario verificar mediante sondeos de exploración a lo largo del eje del sinclinal, que permita establecer con precisión la situa-

ción del nivel piezométrico de la capa cárstica con vistas a una futura aplicación técnica; al Este de la Central Eléctrica de Los Almadenes, cerca del puente y a una cota de 180 m, aparece intermitentemente en el talweg del río Segura una surgencia muy aparente después de días de precipitación. Se trata de una surgencia debida a aguas cársticas ascendentes que en estas ocasiones funciona como estrophieta, bien procedentes del carst de La Palera o de infiltraciones en las areniscas del Este de Los Almadenes.

BIBLIOGRAFIA

- CASTANY (1970): «Tratado práctico de las aguas subterráneas». Ed. Omega. Barcelona.
- DAVIS, W. M.: «Origin of limestone caverns». Bull. Soc. Geol. Amer.
- HEARTH, R. G. y TRAINER, F. W. (1968): «Introduction to Ground-Water Hydrology». Ed. Wiley and sons. New York.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1970): «El sector del pantano del Quijpar». Publ. Univ. Murcia. Dept. de Geografía Murcia.
- (1973): La Vega Alta del Segura. Tesis doctoral. Publ. Univ. Murcia. Dept. de Geografía. Murcia.
- LLOPIS LLADO, N.: (1952): «Sobre principios fundamentales de morfología e hidrología cárstica». Spalen, I. III, n.º 2. Universidad de Oviedo.
- (1970): «Fundamentos de Hidrogeología». Ed. Blume. Madrid.
- RENAULT, PH. (1971): «La formación de las cavernas». Ed. Oikos-tau, S. A. Barcelona.
- SAN JOSE LANCHÁ, A. A. y SANCHEZ FRESNEDA, V. (1970): «Estudio hidrogeológico en los alrededores de Escobreras, Cartagena (Murcia)». IOATS, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia.
- SCHOELLER, H. (1952): «Hydrologie des Régions arides. Progrès Reçients». UNESCO. Paris.
- (1962): «Les eaux souterraines». Masson, Paris.
- TROYBE, F. (1951): «Les eaux souterraines». Press Univ Paris.
- (1953): «Traité de Spéleologie». Payot, Paris.

7. CONCLUSIONES GENERALES

De todo lo expuesto, la zona cársica de Los Losares, Cieza (Murcia), con unos 20 Km² de calizas carbonatadas, presente actualmente unos condicionamientos geográficos, geológicos e hidrologicos peculiares, de los que pueden obtenerse los siguientes resultados:

1.—La zona estudiada queda definida como zona árida de clima seco mediterráneo, con una media anual de lluvias no superior a 300 mm y temperatura media anual de 16°C; sus condiciones climáticas actuales son fuertemente xerotermicas.

2.—Tanto Los Losares, Almadenes y el amplio sinclinal de La Campaña, que totalizan aproximadamente 100 Km² de superficie, presentan una notable inadecuación agrícola, por la escasez de aguas, aun atravesando el río Segura toda la zona; la penuria de precipitaciones proporciona una agricultura de baja rentabilidad. En localidades tan favorecidas en la zona como Cieza y Calasparra, las superficies de secano alcanzan cifras superiores a las dos terceras partes de la superficie cultivada, que, a su vez, presenta el 40% de la total, valores notablemente expresivos.

3.—El estudio geológico determina la existencia de una circulación de agua profunda, con una fenología típicamente cársica; 20 Km² de calizas constituyen una zona de absorción donde se localizan lenares, perforaciones y cavidades que infiltran, y lo hacen hoy, aguas en circulación profunda. Todas las fases de evolución del carst están representadas en su parte accesible, y una nutrida red de fracturas (dilatadas, leptoelásticas y fallas) aseguran las vías de penetración al agua cársica.

4.—Los fenómenos de corrosión, por agua y aire agresivos, adquieren particular importancia en la zona; los cuencos de corrosión, instalados a la vez sobre la caliza y formas lloquimicas, indican que tales formas tienen otras posibilidades de génesis que las actualmente admitidas por corrosión del agua en circulación lenta (capa freática de Davis) lo que sin duda merece una investigación específica.

5.—La evolución del carst viene condicionada por el clima, el descenso rápido del nivel de base por encumbramiento del río Segura, que inicialmente supera la velocidad de progresión del carst y de la estructura; ello determina una espelogeogénesis progresiva en función de estos vectores. En la zona profunda se establece una red de cavidades en fase de erosión-corrosión.

6.—El estudio de las cavidades, topografía, morfología y microclima, confirman las fases evolutivas del carst y su relación con los factores geomorfológicos, climáticos y estructurales.

7.—Hidrologicamente, el balance hídrico arroja una infiltración de más de millón y medio de m³ de agua, que por sí solo no sería de interés; la existencia de una capa cársica ancestral y las aportaciones al sinclinal de La Campaña de caudales cársicos procedentes de la Sierra del Puerto, y las infiltraciones procedentes del río Segura por las fallas que atraviesan el cañón, hacen aconsejable sondeos de investigación que podrían tener resultados rentables.

8.—De los conocimientos adquiridos se desprende que la circulación profunda discurre hacia el sinclinal de La Campaña, cuya capa cársica acumulada debe tener un nivel piezométrico no mayor de 180 m, s.n.m., aproximadamente la cota del talweg del cañón del río Segura. Sondeos geoelectríficos podrían, tal vez, confirmar esta hipótesis.

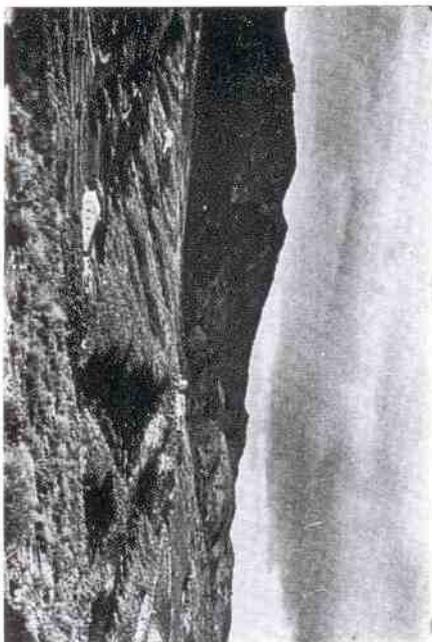
9.—Los datos de detalle del estudio realizado, aportan conocimientos de indudable valor, en posteriores aplicaciones técnicas de promoción agrícola, para una zona de aproximadamente 100 Km², o sea unas diez mil hectáreas, que deben tenerse en cuenta en la evolución económica futura de nuestra provincia.

10.—La revisión geológica (estratigrafía y tectónica) paleogeografía probable y datos estructurales de detalle no establecidos hasta ahora, pueden ser de gran utilidad en el futuro, en el desarrollo de cualquier tipo de obras públicas, que el desarrollo de esa zona requiera.

APENDICE GRAFICO

ZONA CAÍSTICA DE LOS
LOSARES, CIEZA (Murcia)

1. Panorámica al fondo vértice La
Palera (655 m)



2. Cañón del Saguro: el frente, dis-
cordancia erosiva; abajo, brachia
de falla



3. Falla en pliegue dialinétrico en el
flanco Sur de La Palera
(Foto: Valenzuela Melillo)



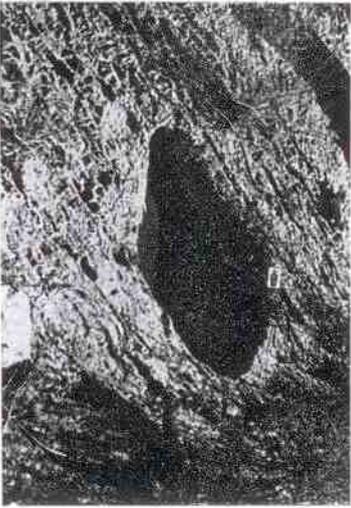
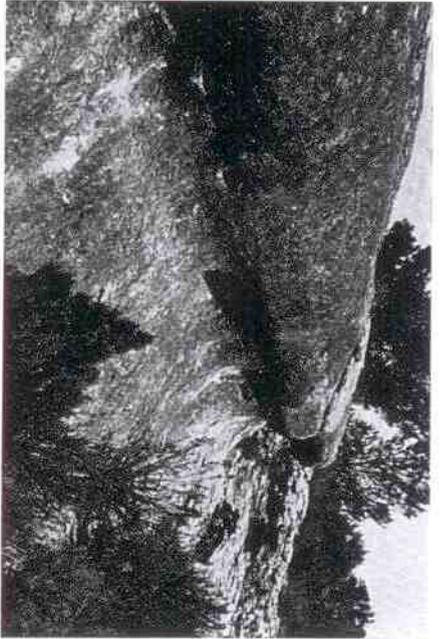
4. Torrente enojado en las calizas de
Los Losares
(Foto: Sánchez Sandoz)



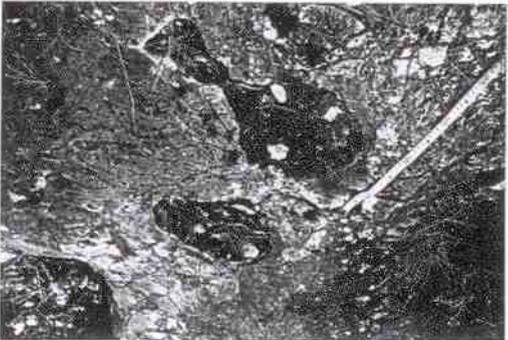
5. Areniscas molásicas del mioceno
de Los Almadenes
(Foto: Valenzuela Melillo)

6. Erosión torrencial sobre eoceno y
cretácico superior
(Foto: Sánchez Sandoz)

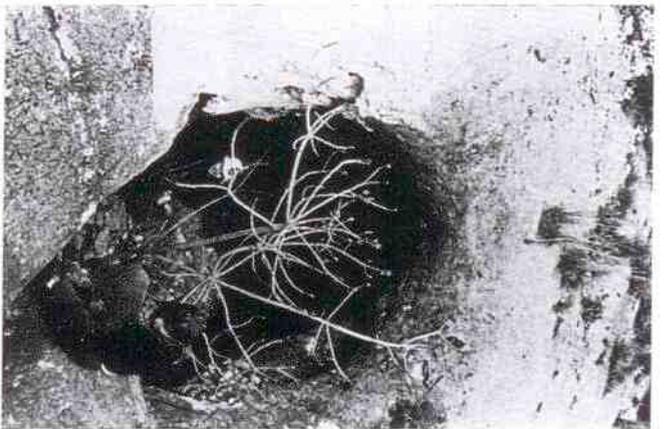
7. Formas de erosión en areniscas por infiltración laminar y posterior acción xerotérmica



8, 9 y 10. Distintas formas en el lapilez: acanaladuras y perforaciones (Foto Sánchez-Sánchez)



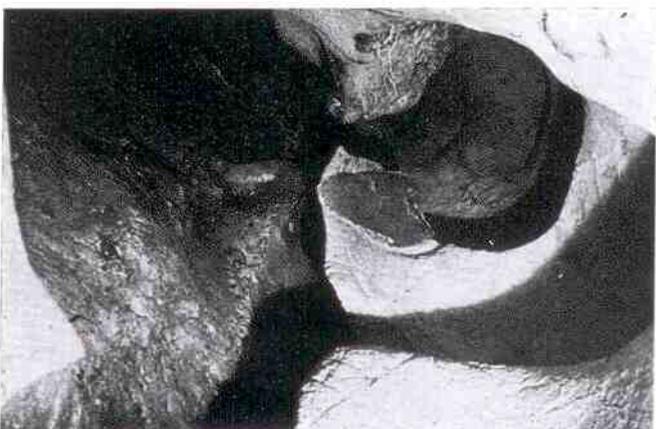
11. Perforación subvertical en calizas cretácicas. Entrada a la cueva de «las Cabras»



13. Formas de corrosión frástica, en circulación lenta. «Sima Promoción»



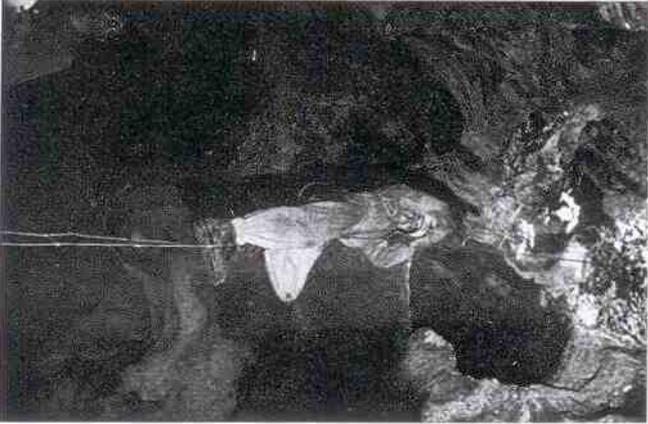
12. Circulación a presión hidrostática: tubo de erosión en el nivel superior de la «Sima Grande»



14. Circulación a presión sobre brecha de falla. «Sima Grande»



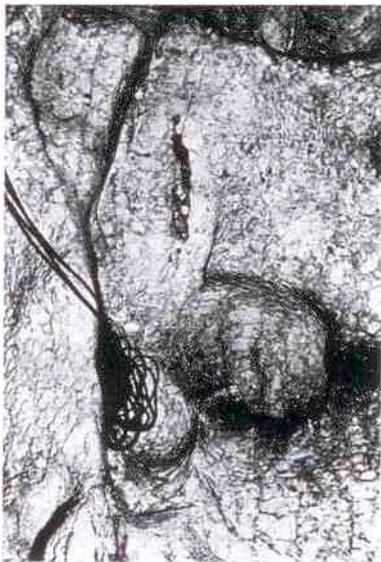
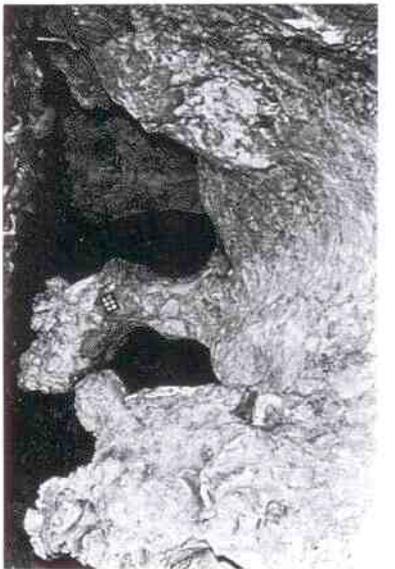
16. Pozo en materiales clásticos cementados. «Sima Grande»
(Foto Alcide Martínez)



18. Detalle de la brecha en la pared de falla colectora. «Cueva de las Cabras»



17. Conductos colectores instalados en brecha de falla. «Sima Grande»
(Foto Tomás Alarcón)



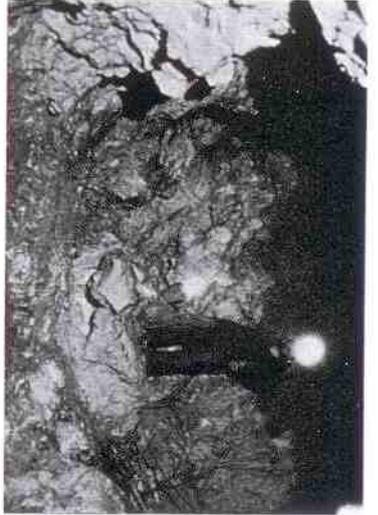
15. Tubos de erosión reticular descendente, sobre diclasas de tipo afluyente. «Sima Grande»



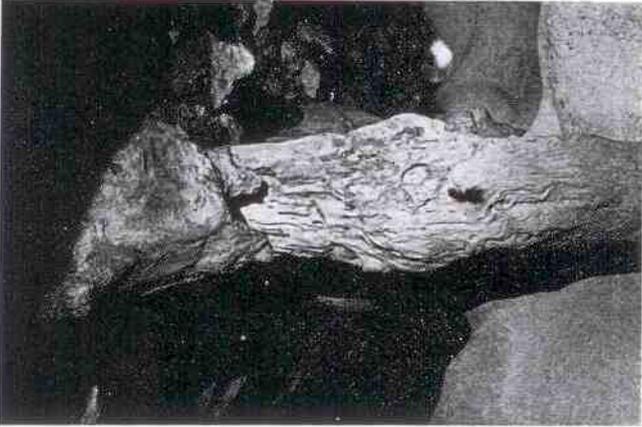
19. Cuernos de corrosión en bóveda de la cueva «Río-Niño»
(Foto Alcide Martínez)



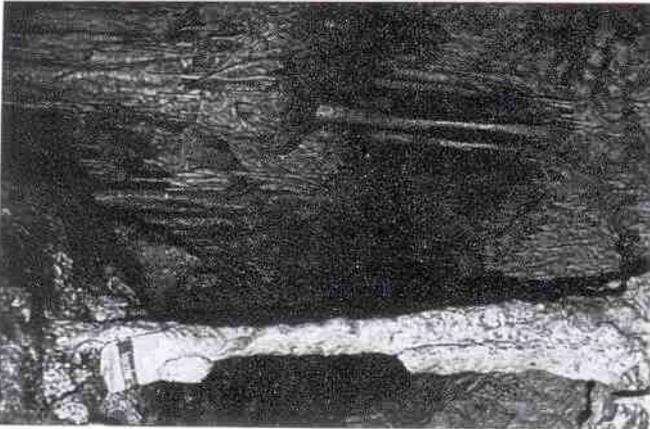
20. Proceso clasico en caos de bloques. «Sima Pequena»
(Foto Alonzo Martínez)



22. Columna mostrando una intensa corrosión, dos fracturas de soliflución y soldadura de las masas antiguas. «Cueva Río-Niño»
(Foto Valeriano Medina)



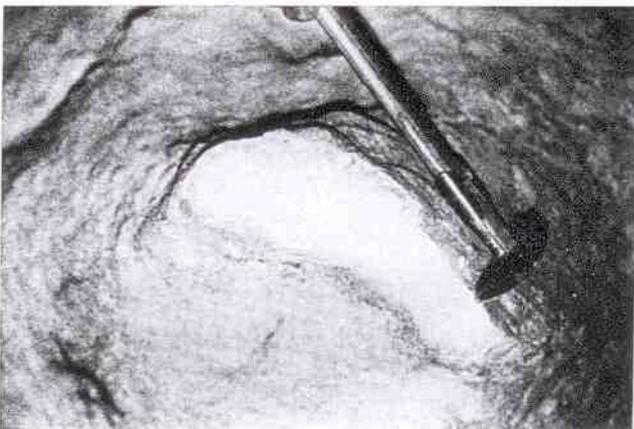
24. Caos de bloques cementados por coladas. «Sima Pequena»



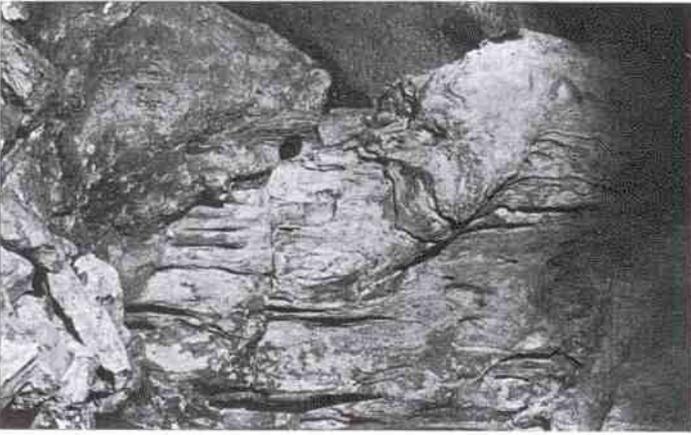
23. Colada estalagmática con microgours. «Cueva Río-Niño»



25. Pared tapizada por colada de cal-cita de exudación a través de lap-todolitas. «Cueva Río-Niño»
(Foto Alonzo Martínez)



21. Bloques cementados por colada estalagmática; observese la fractura indicativa de un movimiento del suelo (solifluctación). «Cueva Río-Niño»



26. Colada fosilizante con microgotas. *Cueva Rio-Niño* (Foto Sánchez Sosa)



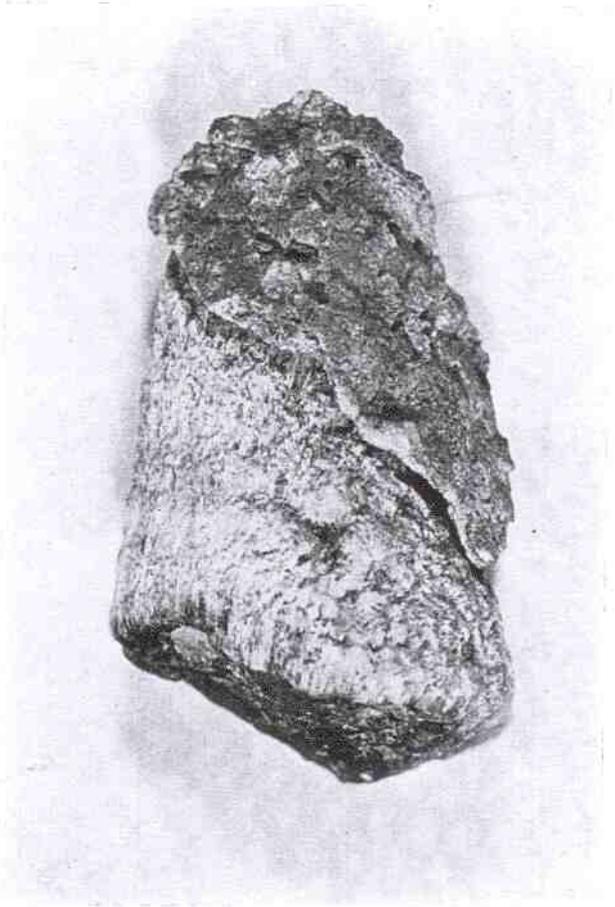
27. Corrosión sobre coladas estalagmáticas por agua agresiva de bodega y colaboración bioquímica de *microalgas*. *Sima Pro-moclen*.



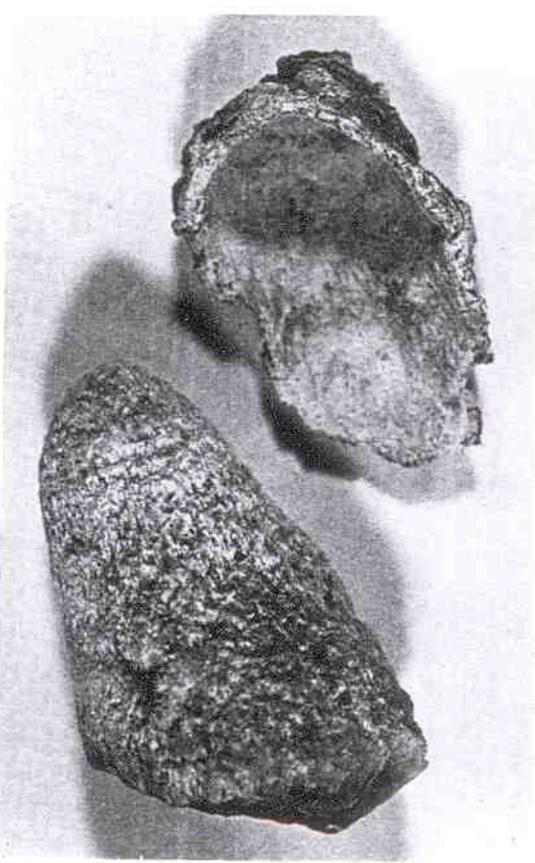
28. Cuencos de corrosión instalados simultáneamente sobre caliza y estalactitas. *Cueva Rio-Niño* (Foto Alonzo Martínez)



Corrosión diferencial sobre superficies de cristalización



29. Estalactita en fase de corrosión

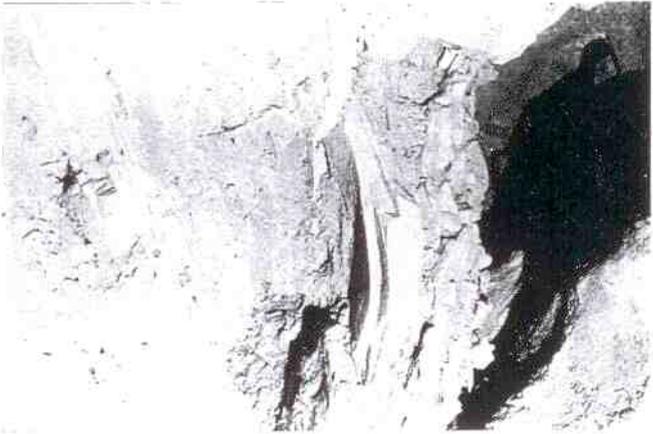


30. Capa externa desprendida. *Sima Pequeña*, tamaño X 2 (Foto Piquete García)

31. Estalagmita perforada por agua agresiva de bóveda. «Cueva de las Cabras» (Foto López de Ojeda)



33. Sedimentación en «verruca» en el punto de bifurcación de drenajes, mostrando capas de calcita y de tobas calizas. Surgencia muerta (interior) (Foto Sánchez Sánchez)



32. Surgencia muerta de la vertiente Sur del cañon del Seguro; forma de emisión colgada, sobre brecha de falla



SEGUNDA PARTE
OTRAS COMUNICACIONES

JOSÉ SANCHEZ SANCHEZ
ANGEL FERNANDEZ SAURA
MANUEL LÓPEZ DE OCHOA GOMEZ
FELIPE CAPEL AGUILA
JUAN MANUEL JIMENEZ BOZADA

HALLAZGOS ARQUEOLOGICOS EN LA SIMA - CUEVA DE LA SERRETA (Cieza)

1. Localización y descripción de la cavidad
2. Descubrimiento de las pinturas
3. Las pinturas y sus medidas
4. Características y edad de las pinturas
5. Fragmentos de cerámica. Clasificación

1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD

La sima-cueva de La Serrera se halla enclavada en la margen izquierda del río Segura, en el paraje denominado Los Almadenes.

El camino de acceso a la misma es cómodo y es como se detalla a continuación. Una vez llegado al salto de Almadenes se cruza el río Segura por un puente pasarela; después, pasando por el lugar denominado «Borbón» se encuentra una senda que rodea fácilmente las escarpadas paredes de arenisca del lugar. Una vez remontada esta pendiente se deja la senda y se sigue la dirección del río, aguas arriba; tras unos 20 minutos de andar por monte bajo nos encontramos con una gran yagüda, lugar conocido con el nombre de La Serrera. Allí, en una pequeña plaza de caliza a unos 30 m del cortado se sitúa la cavidad. (Coordenadas Mapa T. Nac. 1:50.000, Inst. Geog. Catastral 2°06'58" long 38°15'32" lat).

La cavidad consta, primero, de una vertical sobre una diclasa de $-7,5$ m. Una vez superada esta vertical que termina en una cómoda y espaciosa cornisa después de otro descenso de -5 m en bóveda, llegamos a la planta inferior.

La cavidad consta de una galería principal inclinada en dirección N-S, que está repleta de cascotes y se abre en un gran pórtico cuyas dimensiones de apertura al exterior son $8 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ y queda a un desnivel de 60 m respecto al río Segura. La galería tiene 35 m de longitud.

En la parte media de esta galería y en su pared Oeste se abre un tubo de erosión ascendente con una longitud de 13 m.

Como datos morfológicos cabe resaltar tres grandes bloques cársticos cerca de la salida al cañón y la escasez total de formaciones estalagmíticas (salvo dos pequeñas coladas). Por ello y por las formas de erosión de las paredes, creemos que la cavidad se encuentra en una fase abortada.

En cuanto a temperaturas, las medidas en el interior dieron los siguientes resultados: 13°C , 14°C , 13°C , temperaturas que no difieren mucho de las del exterior, dado la amplitud de las comunicaciones con el exterior.

En lo que respecta a la Biopaleontología, la fauna de la cueva es totalmente igual a la del exterior, ya que en el caso más extremo sólo son interesantes de citar algunos escarabajos y ophiuros capturados.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS PINTURAS

Las diversas secciones del Servicio de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas de la Excelsísima Diputación de Murcia estaban estudiando a fondo las cavidades de la zona de Los Loseres, próxima al límite entre Calasparra y Cieza, y de la Central de Los Almadenes, donde el río Segura excavó un cañón de más de 100 m de profundidad en algunos lugares y más de 4 Km de longitud.

Muchas de las cavidades eran ya conocidas, pero en el transcurso del mes de octubre de 1973, la sección de exploraciones que dirige Angel Fernandez Saura, descubrió una pequeña sima-cueva cuya existencia fue prevista teóricamente por la dirección del Servicio. Realizada la exploración de la cavidad y cuando se disponían a realizar la topografía de la misma, Manuel López de Ochoa Gómez, miembro de la sección de exploraciones descubrió un rebulto rupestre en la pared Oeste de la cavidad, a muy pocos metros de la salida al cañón.

3. LAS PINTURAS Y SUS MANCHAS

Todas las pinturas se encuentran en una franja de 4 m de longitud y 1,5m de anchura, a una distancia de 1,5 m del suelo.

Son figuras pequeñas, entre 5 y 60 cm y sus colores predominantes el ocre y el negro.

Representan escenas de caza con una fauna de bóvidos, ciervo, zorro y algunas indeterminables.

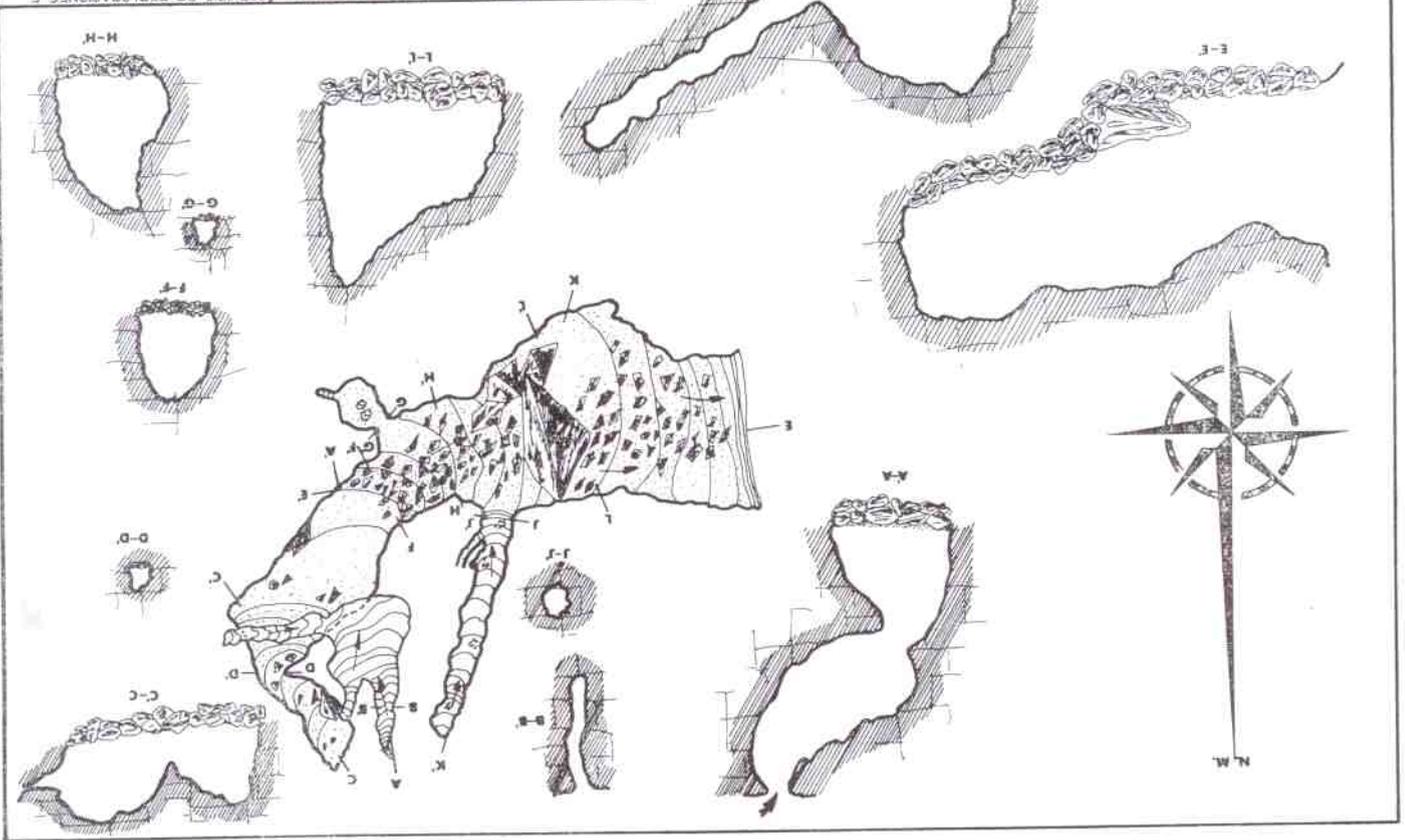
El número de figuras son 39 y algunas están pintadas aprovechando accidentes de la roca para dar sensación de relieve.

Las pinturas están bastante deterioradas, en ocasiones cubiertas por pequeñas coladas de caliza o por grandes manchas blancas que, cabe suponer, son excremento de grajo.

4. CARACTERÍSTICAS Y EDADE DE LAS PINTURAS

El tipo de pinturas de la cueva-sima La Serrera, con carácter estilizado y esquematizado, las clasifica dentro del arte rupestre levantino, en relación con las pinturas del Aráb (Yacobi), Minatreda (Albacete) y el barranco de los Cristos (Cieza).

La situación de las figuras dentro de la caverna, próximas a la boca de salida, confiere al lugar más



| | |
|--|--|
| TOPOGRAFOS Angel Fernandez Saura, Manuel Lopez de Ochoa Gomez, Juan Ma y Felipe Jimenez Bozados, Felipe Capel Aguilu | |
| SERVICIO DE EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES SUBTERRANEAS | |
| ESCALA: 1:200 | |
| COORDENADAS: 36° 21' - 38° 14' 35" | |
| REFERENCIA: | |
| RECORRIDO: 59 mts | |
| DESNIVEL: 15 mts | |
| HOJA: S.O.E. 25 35 (890) | |
| PROVINCIA: MURCIA | |
| ZONA: LOS LOSARES | |
| TERMINO: CIEZA | |
| Sima-Cueva SERRETA | |

carácter de abrigo que de cueva, lo que está dentro de las características del arte levantino.

Por el tipo de figuras y por el estilo pictórico pueden pertenecer al epipaleolítico, datándose entre 12.000 y 8.000 años a. C. y, con bastante posibilidad, alrededor de 10.000 años a. C.

Algunas figuras, como aquella que posiblemente represente a una mujer, se puede relacionar con el arte rupestre norteafricano (Argelia, Mauritania).

5. FRAGMENTOS DE CERÁMICA. CLASIFICACIONES

Algunos fragmentos de cerámica encontrados en el piso de la cueva aumentan la importancia del yacimiento.

Las siete muestras, clasificadas por María del Carmen Sánchez Rojas, del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Murcia, revelan las siguientes culturas:

Una muestra pertenece al Eneolítico (4.000-2.000 años a. C.).

Dos piezas corresponden a la cerámica Campaniense.

Y tres, a la cultura Argárica.

Una, a la cultura Ibérica, posiblemente a una urna funeraria.

Es evidente, pues, que se amplia la zona y el catálogo de yacimientos prehistóricos de la provincia de Murcia, y dejamos a otros especialistas el trabajo más seruido que aclare y valore la importancia de este nuevo descubrimiento.

FRANCISCO TORRANO MIRETE
ANGEL LUIS MIÑANO MARTINEZ
ANGEL FERNANDEZ SAURA

LA SIMA DE CANEJA Caravaca (Murcia)

1. Introducción
2. Situación
3. Geología
4. Espeleografía y Topografía
5. Función hidrológica

1. INTRODUCCIÓN

En la parte Noroccidental de la provincia de Murcia, a la altura del Km 83 de la carretera Caravaca-Puebla de D. Fadrique, en una cuerda de montañas orientadas de Este a Oeste (La Serrata), la Sima de Caneja constituye una forma de abstracción a gran escala del aparato cárstico instalado en las calizas jurásicas de dicha formación, que se extiende con notable profusión de formas exocársticas, dolinas y uvalas de pequeño tamaño.

La importancia de esta cavidad en relación con el aparato cárstico que determina importantes surgencias en la zona de Caneja, es natural que llaman la atención y motivara trabajos de exploración en el pasado; en 1858, el Grupo de Investigaciones Espeleológicas de Caravaca penetraron 70 m en vertical hasta el caos de bloques que detuvo la progresión por falta de material. En abril de 1959, el mismo Grupo, en colaboración con el Grupo Universitario de Montaña de Murcia, avanzaron sus exploraciones, sin precisión en cuanto a la profundidad alcanzada (posiblemente 90 m), por cuanto no se realizó la topografía de la sima. Ambas exploraciones fueron dirigidas por don Arturo Valenzuela Morino en su parte general y don Tomás Rubio Cuatrecasas en exploración profunda.

De 1965 a 1968, varias penetraciones fueron realizadas por miembros del Grupo O.J.E. de Caravaca, de cuyos trabajos no ha quedado constancia, que sepamos.

En la campaña de prospección en zonas cársticas, realizada por el S.E.I.S. de la Excma. Diputación Provincial de Murcia durante agosto de 1972 preparando futuros estudios en el Noroeste de la provincia, la Sima de Caneja podía proporcionar datos en su zona de notable interés, por lo que su penetración y estudio se hizo necesario; el 10 de junio de 1973 se prepara por la Sección de Exploraciones Subterráneas del Servicio el plan de trabajo cuyos objetivos consistían en alcanzar un mejor conocimiento de las características de la cavidad, según el siguiente programa:

PLAN DE TRABAJO

Fase 1^a

1.—Tendido de escalerillas, teléfono y seguridad hasta 50 m.

2.—Comprobación y control por superficie de instalaciones.

3.—Descenso de tres hombres hasta 50 m. Equipo A.

4.—Descenso de un hombre hasta 11 m. Apoyo.

5.—Suministro de todo el material por cada y vuelta:

a) Tres escalas de 20 m; 2 escalas de 10 m; cuerda de 40 m.

b) Viveres y material fotográfico y científico.

c) Instalación estación telefónica a 50 m.

6.—Descenso de tres hombres a 50 m. Equipo B. Tiempo máximo: 2,5 horas (10,30). Descenso.

Fase 2.^a

1.—Equipo A continúa penetración apoyando en seguridad a sus propios miembros; si es necesario se encarga de seguridad equipo B.

2.—Contacto telefónico con superficie cada 15 minutos.

3.—Equipo A instala teléfono al término penetración vertical; se comunica con equipo B y éste con superficie para informar y recibir instrucciones. Tiempo máximo: 2 horas (12,30). Refrigerio en frío.

Fase 3.^a

1.—Equipo A topografía y datos de la sima.

a) Fotos a 10 m.

b) Temperatura seca y húmeda.

c) Direcciones de drenajes, diaclasas y fracturas.

d) Situación de sumideros.

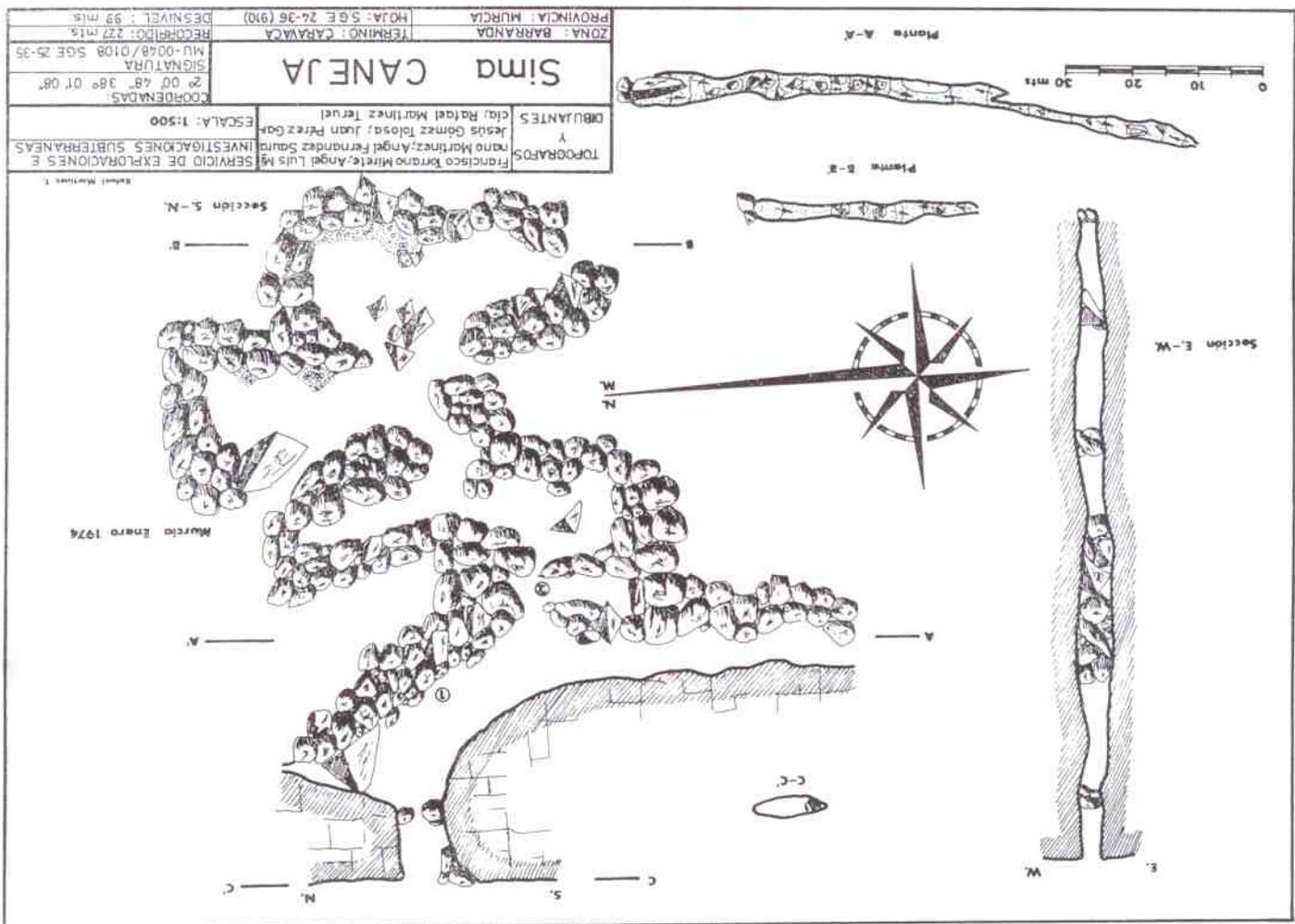
Tiempo: 2,5 horas (15).

2.—Equipo B topografía y toma datos en área de 50 m. Igual que 1.

3.—A las 15 horas, envío a superficie de material científico y sobrante por equipo B.

4.—Recupera el equipo B al equipo A a posición 50 m.

5.—Recuperación desde superficie del equipo B a 11 m.



6.—Recuperación a superficie del equipo B y material.

7.—Recuperación del equipo A a posición 11 m desde 11 m.

8.—Recuperación de material excepto tendido a 11 m.

9.—Recuperación de material excepto tendido a 11 m.

10.—Recuperación del equipo A a superficie.

11.—Recuperación telefónica y tendido último.

12.—Recogida de material y empaquetado total. Tiempo máximo: 3,30 horas (19).

NOTA IMPORTANTE.—Todo el sistema objetivos-tiempo, debe estar siempre supeditado a las posibilidades técnicas y humanas, tiene **prioridad absoluta** en cualquier circunstancia la **seguridad personal** de cada equipo o miembro del mismo. Cualquier duda o dificultad debe consultarse, si es posible, con Dirección en superficie.

Los resultados obtenidos que motivan el presente trabajo han sido posibles gracias a la colaboración prestada por exploradores anteriores, entre los que citamos a don Tomás Rubio Cuervo, don Jesús Navarro Navarro, don Juan Torralba, don Manuel López de Ochoa Gómez, don Ángel Luis Mirano Martínez, don Juan Pérez García, don Juan Manuel Jiménez Bozada, don Francisco Tortano Mirete, don Manuel Martínez García, don Félix Gómez. La dirección, planificación y orientación de los citados exploradores y de la redacción del presente trabajo han sido realizadas por don Arturo Valenzuela Montño, Director del Servicio.

2. Situación

Coordenadas: Mapa T.N. 1:50.000
 Longitud: 2°00'48"
 Latitud: 38°01'18", cota 1.140 m

A la altura del Km 88 de la carretera Caravaca-Puebla de D. Fadrique, un camino de herradura conduce hasta un cortijo, sin nombre en el mapa, en la vertiente Norte de la Serrata, desde donde siguiendo una senda de ganado se alcanza un collado que atraviesa la cuerda de la Serrata por su centro; a la coronación del referido collado y en dirección Norte, siguiendo al pie el farallón que culmina la montaña y a unos 250 m en dicha dirección, se abre la Sima de Canveja.

3. Geología

La Serrata de Canveja es una cuerda de montañas albanda de Este a Oeste, con altitud máxima de 1.207 m y que probablemente forma una unidad estructural con la Sierra de Mojantes, casi paralela a ella, interrumpida por una depresión sobre la que se instala la carretera de Caravaca a Puebla de D. Fadrique.

Los materiales, esencialmente calizos, no asoman por igual en ambas formaciones, pero la distribución vertical debe ser la misma, de abajo arriba:

- 1.—Margas trisadas con yeso, de tipo gerrano andaluz en la base, no visible en el área. Trisaco.
- 2.—Dolomías en bancos espesos, visibles en Mojantes. Lías.
- 3.—Calizas grises en bancos, visibles en Serrata Canveja y Sierra de Mojantes, coronando las formaciones jurásicas.

Hacia el Este, en Barranda y Archivel, se desentraña un cuaternario aluvial formado por cantos heterométricos de espesor entre los 5 y 10 cm y de notable extensión; este cuaternario ofrece un nivel de agua a 4-6 m de profundidad en algunos lugares, con el que probablemente esté relacionada la fuente Ojos de Archivel, quedando por determinar si su origen es de percolación endorreica.

Bordeando la Sierra y en su flanco Norte, aparece en la depresión Serrata-Mojantes un flysch nummulítico y burdigalense (eoceno-mioceno) que puede verse en el cauce de la rambla que atraviesa la carretera a la altura del Cortijo Cruz del Puerto; el burdigalense, poco espeso y dífido en esta parte Norte de la Serrata, es muy potente en el flanco Sur; concretamente en la Catada de Taragoya, formado por margas rosáceas muy arcillosas en más de 110 m de potencia.

Los materiales calizos que coronan la Serrata de Canveja están plegados con nudo estilo jurásico, con fracturas que comprenden desde fallas (sobre una de ellas se instala la Sima de Canveja), diaclasas y leptoclasas de direcciones Norte-Sur. Esto-Oeste con variaciones de 5°-10°. Las formas evocativas son dolinas mal desarrolladas morfológicamente y laminación general; las endocristales son cavernas (Cueva del Almés, Cueva de la Higuereta) y simas como la sima de la Morra, Sima Canveja y otras impenetrables por sus dimensiones de entrada o por explorar todavía.

4. Espeleografía y topografía

La boca de la sima se abre en dirección N-10-E-S-10-W en una falla vertical, con dimensiones de 8 × 3 en su parte más ancha, con paredes vertica-

les hasta los 11 m, donde unos bloques empotrados dificultan el paso para descender sobre un gigantesco caos de bloques de gran tamaño hasta 30 m en vertical absoluta. Una pendiente de 36° y 18,5 m conduce a una abertura entre bloques, algunos de 8 m de altura, que en sucesivas verticales conduce hasta el fondo de la sima a 99 m de profundidad.

La sima, de génesis tectónica, está casi totalmente rellena de bloques que se extienden en la dirección que sigue la fractura, tapando las posibles vías de penetración en profundidad; el corte E-W muestra el auténtico trazado de la sima.

Las plantas, representadas en el plano correspondiente a la parte superior del caos de bloques y a la parte accesible a la máxima profundidad, donde la longitud de trayecto es de 34 m, con un sumidero con concreciones litogénicas y arcilla de decalcificación en la parte más ancha (3 m) de la pseudogalería, por donde probablemente se drenan los caudales infiltrados. El relleno por bloques, mal estabilizados, hace muy peligrosa la penetración e impermeables las vías de progresión en profundidad.

Espeleometría

Desnivel máximo: —99 m.

Anchura máxima: 1.ª planta = 4 m.
2.ª planta = 3,5 m.

Longitud máxima: 1.ª planta = 88 m.
2.ª planta = 35 m.

Área de las plantas: 1.ª planta = 212 m² aprox.
B-B' 2.ª planta = 88 m² aprox.

Pendiente del caos de bloques: 36°.

DATOS CLIMÁTICOS 10 DE JUNIO DE 1973

Temperaturas:

| Exterior | Horas | Interior |
|----------|-------|----------|
| 16°C | 10 h | 14,5°C |
| 21°C | 14 h | 14,7°C |

Circulación del aire ascendente: suave en los puntos: 1 y 2.

5. Función hidroclástica

La cavidad actúa como forma de absorción de un carst de montaña instalado en la Serrata de Caneja, infiltrando aguas de la parte central de la vertiente Norte de la formación caliza, aguas que han abierto la cavidad por corrosión y posteriormente por erosión y subsidencia elástica (derrumbamiento de bloques) de notable intensidad; las aguas infiltradas ingresan en la red cárstica a través de un sumidero a profundidad de 97,5 m por una falla de dirección N-10-E, que probablemente sea el labio Sur de la falla de entrada de la Sima, allentando la capa cárstica de la zona. La función de la sima en el aparato cárstico es parcial, como el de otros elementos estructurales del mismo, es necesario, obviamente, realizar un estudio completo de toda la zona para tener un conocimiento preciso del comportamiento del carst y por tanto de uno de sus elementos aislados como es la Sima de Caneja. Sin embargo, puede adelantarse que en profundidad, las aguas drenadas según dirigidas en dirección del eje antichinal del plegamiento Serrata-Caneja, alimentando la capa cárstica que origina las surgencias Fuente de Caneja y Fuente La Tosquilla, así como los niveles explotados por pozos de sondeo instalados en esta zona. Pero estas conclusiones deben confirmarse en estudios más completos.

LUIS ENRIQUE CLIMENT BELENGUER
MARIA MERCEDES CARRION GOMBAU
ANGEL LUIS MIRANG MARTINEZ
SERAFIN MIRETE GUERRERO

PROSPECCION DE SURGENCIAS SUBMARINAS

- Introducción
- Inmersiones de adiestramiento y exploración de zona
- Prospección en el acantilado de Cabo Tiñeso
- Material utilizado por la sección de Subacuática

INTRODUCCIÓN

Con motivo de la creación de la Sección de Subacuática dentro del Servicio Provincial de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas, se hizo necesaria la celebración de un curso para la instrucción de sus componentes.

Se realizó en las instalaciones deportivas del Club San Fernando, anualmente cedidas para ello por la O.I.E. de Murcia; su duración fue de quince días, del 7 al 21 de julio de 1973.

El curso fue dirigido por el monitor don Emilio Talena, del C.I.A.S. (Club de Investigaciones y Actividades Subacuáticas), con la especial colaboración de los escafandistas de 1.ª don Vicente Lloréns Casani y don Luis Enrique Climent Belenguier, Jefe de la Sección de Subacuática del Servicio, en el que tomaron parte: don Angel Luis Miñano Martínez, don Francisco Torrano Mirre, don Serafín Mirre Cuerrero y la señora María Mercedes Carrón Comban, miembros del Servicio Provincial.

Previo examen médico reglamentario, consistió de clases teóricas y prácticas, seguidos de un examen de teoría y otro ya en aguas de costa como fin de curso; en las clases teóricas se dio una formación completa sobre leyes que rigen la práctica del buceo con escafandra autónoma, accidentes de inmersión y emersión, cómo evitarlos y primeros auxilios, código de señales, funcionamiento del material tanto ligero como de complemento, legislación vigente referente al buceo con escafandra autónoma, etc.

En las clases prácticas se desarrolló la capacidad pulmonar, habilidad y aplomo de los participantes para una inmersión segura, realizando ejercicios de natación, inmersión a pulmón libre y, más tarde, después de un conocimiento completo sobre la utilización del material, se practicaron inmersiones con equipo completo despojándose de ellos en el fondo y emergiendo libremente, es decir, sin usar el aire del equipo, así como auxilio a un compañero en inmersión, práctica del código de señales, conocimientos del lastre necesario, etc.

El examen tuvo lugar en Calpe (Alicante) en el Peñón de Itachi, consistió en las siguientes pruebas:

1.º—Partir de la costa sumergidos hasta alcanzar la profundidad de 20 m.

2.º—A esta cota, despojarse de las gafas, volviendo a colocárselas vaciándolas de agua sin emerger.

3.º—Abandono de la escafandra autónoma en el fondo, alejándose de ella para volver y colocársela correctamente sin emerger.

4.º—Respirar con el monitor todos de una misma escafandra autónoma, por turno.

5.º—Emerger desde los 20 m sin utilizar el aparato respirador, expulsando el excedente de aire de los pulmones para evitar la sobrepresión pulmonar (escape libre).

6.º—Vuelta a la costa nadando en superficie con todo el equipo y utilizando el tubo respirador.

Obtuvieron el título de escafandistas de la F.E.D.A.S. (Federación Española de Actividades Subacuáticas): don Angel Luis Miñano Martínez, don Francisco Torrano Mirre, don Serafín Mirre Cuerrero y la señora María Mercedes Carrón Comban, miembros del Servicio Provincial de Exploraciones e Investigaciones Subterráneas de la Excmo. Diputación de Murcia, siendo posteriormente felicitados por la Federación Valenciana, a la que pertenecen el monitor y los escafandistas de 1.ª en la persona de don Luis Enrique Climent Belenguier, por la perfecta realización del examen, que demuestra la capacitación adquirida durante el curso.

Inmersiones de adiestramiento y exploración de zona

Una vez realizado el curso de escafandismo, los miembros que componen la sección de subacuática del Servicio, han realizado una serie de inmersiones en la zona de Cabo Tiñoso (Cartagena) para un mejor acoplamiento del equipo, tanto técnico como psicológico, con el fin de familiarizarse en las técnicas de trabajo que se ha de realizar para el Servicio: exploración y topografía de cavidades submarinas.

La zona elegida para las inmersiones está situada en el litoral murciano, al Este del Puerto de Mazarrón, y al Oeste de Cartagena, conocida por aguas costeras de Cabo Tiñoso; la morfología costera está caracterizada por grandes acantilados con desfiladeros que a veces alcanzan la verticalidad sobre la superficie del mar, siendo los materiales calizas triásicas fragmentadas, fuertemente atacadas por abrasión marina.

En nuestra primera inmersión elegimos la zona del Cabezo del Mojón, situada entre Mazarrón e

Isla Plana; el trabajo consistió en la revisión y preparación del material de inmersión, exploración de la Zona del Cabezó del Mojón, entrada y exploración de una cavidad submarina, salida y recuperación de material. Las fases de una inmersión de adiestramiento como ésta son:

1.—Revisión y preparación del material de inmersión.

2.—Preparación de la escafandra autónoma revisando los siguientes detalles:

- a) Presión de carga de las botellas, que se realiza mediante un manómetro manual.
- b) Colocación del regulador y prueba del mismo, respirando varias veces en tierra firme.
- c) Acomodando el dispositivo de reserva de aire, para comprobar su funcionamiento.
- d) Colocación de analjes y comprobación de los mismos, colocándose las botellas a la espalda de modo que el regulador quede a la altura de los omoplatos, con el fin de que el suministro de aire sea normal, y de tal forma que no exista peligro de dar un golpe al regulador.

3.—A continuación se procede a la adaptación de los distintos accesorios para inmersión.

Prospección en el acantilado de Cabo Trifoso

La entrada al mar ofrece algunas dificultades en los diez primeros metros, debido a su suelo muy accidentado, con grandes bloques y campos de erizos en los mismos, donde la profundidad media no sobrepasa los 0,50 m.

Después de superar estas dificultades que ofrece la entrada, encontramos una profundidad de dos metros al pie del acantilado; esta zona está cubierta por campos de algas y a 50 m del punto de salida la profundidad es de 6 m; la pared del acantilado comienza a ser completamente vertical excepto por la parte sumergida que a nivel del mar presenta una «visera» de abrasión y a unos 10 m del acantilado el fondo es completamente arenoso, con grandes bloques muy aislados entre sí.

A 75 m del punto de salida nos encontramos en la parte más saliente del Cabezó con una profundidad máxima de 9 m y paredes verticales, siendo ésta el área más atacada por la marea, por lo que el suelo aparece con gran cantidad de bloques procedentes de la acción del mar sobre el acantilado. A unos 15 m del Cabezó nos encontramos con grandes arenas de algas; en esta zona la profundidad máxima alcanzada es de 14 m, pudiendo apreciar una pequeña corriente fra de mar a tierra; la vi-

sibilidad en esta parte es excelente, entre 15 ó 20 metros.

Continuando la exploración por la parte acantilada y a la profundidad de 7 m, a una distancia de 110 m del punto de salida encontramos la boca de una cueva con una anchura de 2 m por una altura de 2,5 m; desde la boca de entrada pudimos observar un haz luminoso en el interior, por lo que deducimos que la cueva estaba comunicada con la superficie, a través de alguna fisura en la caliza.

Tomando las debidas precauciones, decidimos explorar la cueva; el túnel que comunica con la «Sala Iluminada» tiene una longitud aproximada de 10 m, su anchura es uniforme, aproximadamente de 2 m y la altura varía entre 2 m y 2,5 m. En la parte terminal del túnel nos encontramos con la «Sala Iluminada», que tiene una anchura de 3 a 4 m y desde el fondo de la sala al sumidero o pozo que comunica con la superficie hay una altura aproximada de 15 m; a la salida de la cueva hubo que reaccionar el dispositivo de reserva de aire, ya que la inmersión había durado 75 minutos con pleno rendimiento del material utilizado y en los objetivos de acoplamiento perseguidos por el personal de la Sección.

Se reconoce la cavidad como una cueva de abrasión marina en su génesis inicial, conectada a un aparato cárstico instalado en las calizas de Cabo Trifoso, cuyo desarrollo no es todavía conocido; la localización de varias cavidades a lo largo de la viseraitoral, hace pensar en un nivel de surgencias de un aparato cárstico de costa, que será objeto de investigación en la próxima campaña que prepare el Servicio de Exploración e Investigaciones Subterráneas. Es más que probable que las cuevas y simas existentes en las calizas del sector, constituyen el aparato cárstico cuyo drenaje se realiza por debajo del nivel del mar.

Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1973 se realizaron seis salidas de entrenamiento y acoplamiento de material, con vistas a una coordinación de buceadores en inmersión y trabajo, que por su precisión es indispensable se encuentren perfectamente compenetrados.

Material utilizado

Monobotellas de 161 a 152 atmosferas. Regulador monoboto modelo DETA. Cinturón de lastre. Aletas modelo Vestrum-Powen. Tubo respirador. Gafas modelo Benwudas. Cuchillo. Traje isotérmico Pacraft. Escafandras. Bujía, manómetro y profundímetro. Linterna. Palanca de trabajo. Tablilla de escritura subacuática. Chaleco neumático estabilizador.

APENDICE GRAFICO

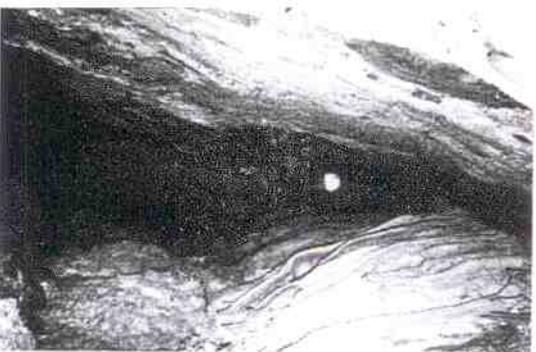
DOCUMENTACION FOTOGRAFICA DE
LA SIMA DE CANEJA (Caravaca)



Entrada a la sima de Caneja, Caravaca
(Murcia)

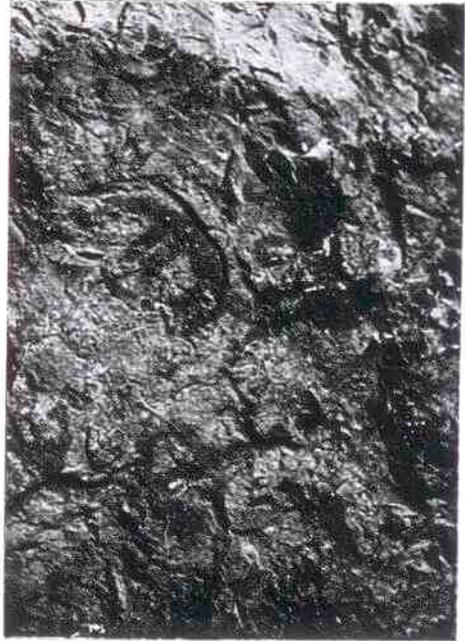


Llegada a la primera planta, Sima de
Caneja



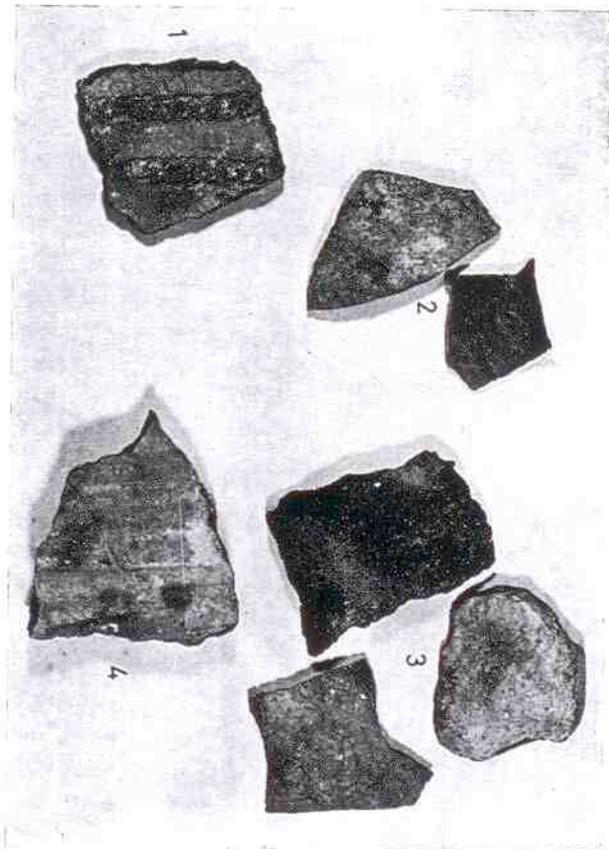
Sunidero final de la sima de Caneja

3. Detalle del grupo central, con figura humana simbólica



4. Arquero

(Foto Fernández Sauro)



5. Fragmentos de cerámica de la cueva-símba La Serrata
1. Eneolítico
2. Cerámica campaninense
3. Cultura argárica
4. Cerámica ibérica
(Todos los fragmentos X 1/2)
(Foto Pujalte García)



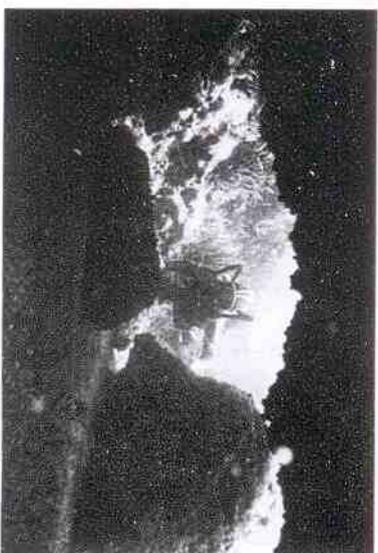
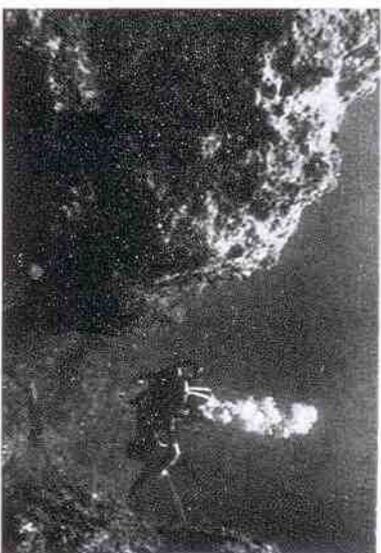
1. Grupo central



2. Detalle de escena de caza
(Foto Fernández Sainza)



Prospecciones en los acantilados de
Cabo Tihoso (Cartagena)
(Foto Clement)



EXPLORACION DE LA CUEVA
SUMERGIDA



"CUEVA DEL AGUA", Isla Piana

