

espeleotemas

Revista de Espeleología
Año III N° 3 Abril 1993

Drenaje en el karst
de Sorbas

Grandes Cavidades
de Jaén

Cavidades de la
Sierra de Escalate (Motril)

Cavidades de la
Sierra de las Estancias (Urrácal)

Sima Pedro Navarro (Serón)

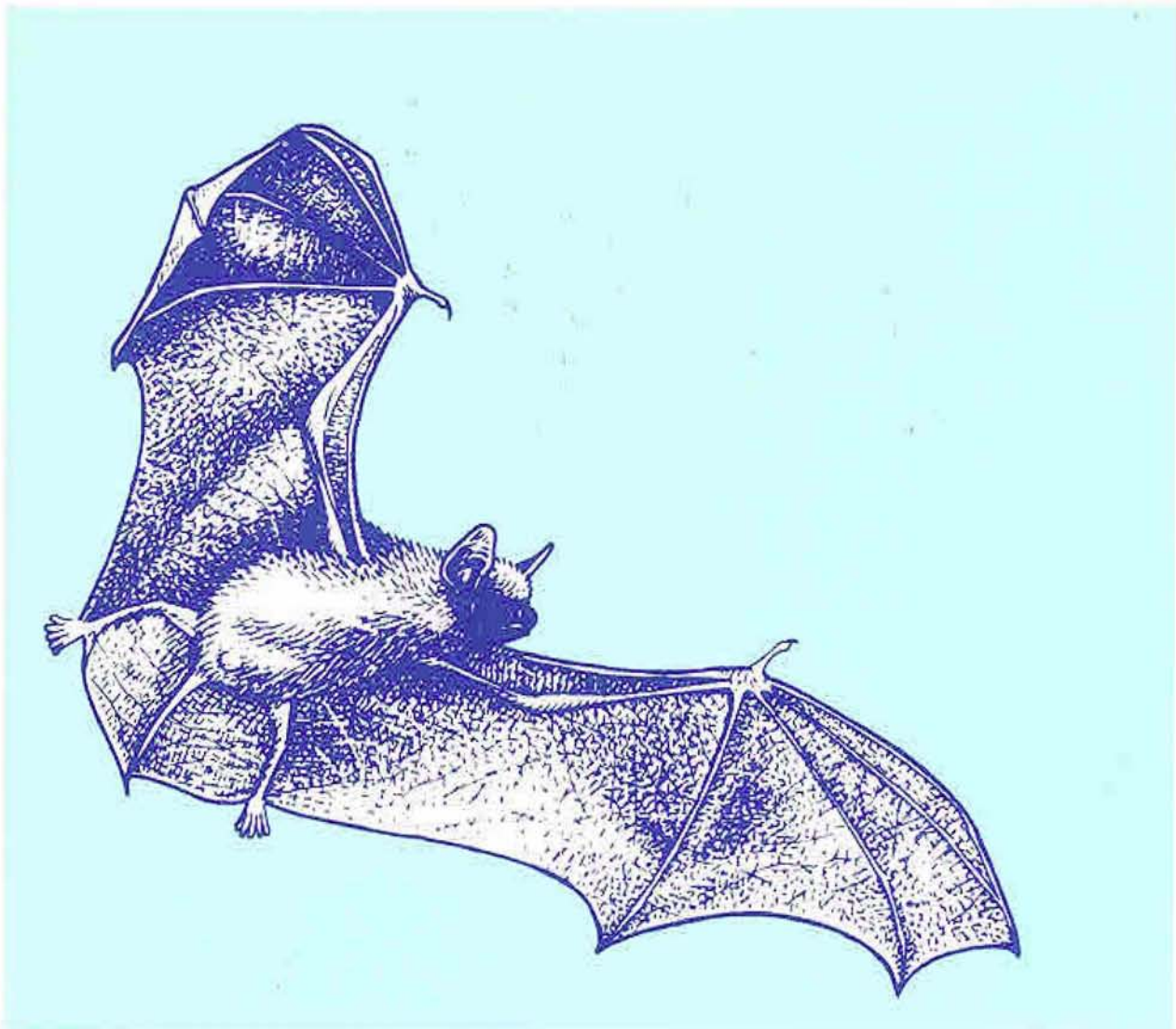
Campamento Provincial Adra '92

La Cueva del Peral (Sorbas)

Cave discoveries in Romania

ISSN 1130-7978

el murciélago



un animal beneficioso

Agencia de Medio Ambiente

JUNTA DE ANDALUCÍA

Asociación Cultural
ECA

**EPELEO-CLUB
"ALMERIA"**

Edita

Asociación Cultural ECA

Redacción

C/ Santa Bárbara, 67

04009 Almería

Director

José María Calaforra

Coordinación

Francisco Sánchez Martos

Comité de Redacción

Inmaculada Ayuso Campos

Juan García Sánchez

Ángel Torres Palenzuela

Intercambios

Manuel García Sánchez

Suscripciones

Juana Senén Moya

Traducciones

Rosa M^a García Sánchez

Imprenta y fotomecánica

T.G. ARTE, Juberías & Cía S.A.

Maracena, Granada

Depósito legal

AL-68-1991

ISSN

1130-7978

**ORGANISMOS
COLABORADORES**

Agencia de Medio Ambiente
Almería

Dpto. de Geodinámica
Campus Universitario de
Almería

Federación Andaluza
de Espeleología



espeleotemas

Revista de Espeleología

Año III N^o 3 Abril 1993

INDICE

Paredes M., Eraso A., Chacón M. Aplicación de una metodología de análisis, predicción y modelización de las direcciones principales de drenaje en el karst de Sorbas (Almería)	3
Florido F. Avance al catálogo de cavidades "Unidad de Escalate". Manto de Lújar. Sectores B (Escalate) y C (Vélez Benau-dalla). Granada	17
González-Ríos M.J., Moral A. Grandes cavidades de la provin-cia de Jaén	33
García-Sánchez J.A., Sánchez-Martos F. Exploraciones espe-leológicas en el sector "Talavera-Corzos". Sierra de Partalao (Estancias). Urrácal, Almería	47
Torres A. La Sima Pedro Navarro. (Serón, Almería)	59
AA. VV. (Sección de Espeleología del C.A.M.) Campamento Provincial Adra '92	62
Benavente J. La Cueva del Peral (Sorbas, Almería). El tiempo perdido	64
Ponta G. Cave discoveries in Romania '92	67
ACTIVIDADES	69
CATALOGO	70
NOTICIARIO	71

Sólo los autores son responsables de las ideas vertidas en sus artículos. Está permitida la reproducción parcial o total de los artículos contenidos en esta revista; siempre que se cite su procedencia. "Espeleotemas" es una revista de temática espeleológica. No existe interés lucrativo.

Portada: Estalactitas en yeso en la Torgac's cave (New Mexico, USA).
Foto: J. M. Calaforra

Editorial

Aparece un nuevo número de la revista ESPELEOTEMAS, en esta ocasión con un gran esfuerzo por parte de nuestra entidad, el ESPELEO-CLUB ALMERIA, que ha visto como algunos patrocinadores y organismos que se volcaron desinteresadamente en la publicación del número anterior han preferido guiar su atención hacia otros asuntos.

Afortunadamente, la fuerza de voluntad unida a un esfuerzo económico notable ha permitido que tengáis un nuevo número en vuestras manos. Pero poco tenemos que deciros de las vicisitudes que conlleva la publicación de una revista dedicada a la espeleología, especialmente a aquellas personas que desde su club han decidido dedicar su tiempo a esta labor. Simplemente, nos enorgullecemos de "haber llegado" y esperamos, de verdad, que dispenséis a este nuevo número una acogida tan buena como la que hicistéis con números anteriores.

ESPELEO-CLUB ALMERIA

NORMAS PARA LOS AUTORES

La revista ESPELEOTEMAS publicada por el ESPELEO CLUB ALMERIA recibirá todos los trabajos sobre investigación espeleológica, siempre y cuando reúnan unas condiciones mínimas de calidad.

Los trabajos estarán escritos en castellano, inglés, francés o italiano y deberán estar precedidos por un resumen en inglés. En el caso de que el trabajo original no esté escrito en castellano, el Comité de Redacción elaborará un resumen en castellano lo más próximo al texto original que, por otra parte será transcrito íntegramente en la lengua original.

Los trabajos serán inéditos, salvo en el caso de que a petición del autor, el Comité de Redacción considere oportuno su nueva publicación dado el alto interés del trabajo.

Los artículos se presentarán mecanografiados a doble espacio en formato DIN A-4 y acompañados, siempre que sea posible, por un diskette (MSDOS) con el texto en cualquier procesador comercial o formato ASCII-8bits.

La bibliografía se reseñará al final del artículo. En el texto aparecerán referencias a la misma del modo: AUTOR (AÑO) y al final: Autor P. (AÑO): Artículo.—Revista, número: primera pág—última pág.

Las figuras tendrán un tamaño máximo A-3 e irán reproducidas en tinta china sobre papel blanco o vegetal. El tamaño final de la reproducción lo determinará el Comité de Redacción. El texto a pie de figura se remitirá en hoja aparte, situando en el artículo su posición aproximada.

Las fotografías publicadas deberán remitirse en formato diapositiva 35 mm o papel. El texto a pie de foto se remitirá en hoja aparte, situando en el artículo su posición aproximada. El tamaño y número de las fotografías lo determinará el Comité de Redacción de acuerdo con las necesidades de la edición.

El autor recibirá cinco separatas de su artículo.

Los autores son los únicos responsables de las ideas vertidas en los artículos aquí publicados.

Bibliografía:

Escribir al final del artículo las referencias bibliográficas de acuerdo con el formato:

Bogli, A. (1964) : Mischungskorrosion; ein Beitrag zum Verkarstungsproblem.— Erdkunde 18(2): 83-92

PUBLISHING RULES

The magazine ESPELEOTEMAS published by ESPELEO CLUB ALMERIA will receive all the works about speleological research always collecting minimum of quality conditions. The articles/reports must be written/typed in English, Spanish, Italian or French and will have to be preceded by an abstract in English. In the case that original article had not been written/typed in Spanish, the redaction committee would make an abstract in Spanish as close possible to the original one and also transcribing the complete original text. The report must be unpublished previously except in the case the redaction committee considers appropriate to include an article which has already been published in any other review and with a previous solicitude of the author.

The articles must be typed to double space in the size DIN A-4 and if it possible with a diskette (MS DOS) with the text in any commercial program in ASCII-8 bits format.

The references will be written up at the end of the report. References like author, year will appear in the text. The figures must have a maximum size of A-3 and will have to be reproduced in Indian ink on white or vegetable paper. The final size of the reproduction will be determined by redaction committee. The text below figures/photography must be sent in a different sheet, placing in the article the approximate position. The published photography will be sent in slide format 35 mm or paper copy.

The author will receive five copies of the article. The authors are the only ones responsible for the ideas appearing in the published articles.

References:

Write the references in the format of the example:

Bogli, A. (1964) : Mischungskorrosion ein Beitrag zum Verkarstungsproblem.— Erdkunde 18(2): 83-92.

Aplicación de una metodología de análisis, predicción y modelización de las direcciones principales de drenaje en el karst de Sorbas (Almería)

Analysis, prediction and modelization method applied to the main drainage directions in the Sorbas' karst (Almería, Spain)

Paredes C. (*); Eraso A. (**); Chacón E. (*)

(*)Departamento de Matemática Aplicada y Métodos Informáticos.
(**)Departamento de Ingeniería Geológica. Cátedra de Hidrogeología.
Grupo de Trabajo sobre el Cambio Global.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.
Universidad Politécnica de Madrid.

Abstract

For a good knowledge of the geological systems evolution, a very detailed study of all the data which are provided to us by geology is necessary and even thus, with the great quantity of them we usually have on hand, its interpretation is not easy at all. In this work, we propose a method -which has been widely verified- of the study and use of the microtectonic data gathered in the field (directions, dips, etc.,...), for analysis and quantification of the directional anisotropy in fissured massifs. Afterwards, a simple technique has been developed in order to simulate a possible drainage network based on the data of the former analysis, which can be used to make the predictability of the method better, as well as for the numerical modelization of the flow problems and pollution of the underground aquifers.

Key words: Directional anisotropy, self-similarity, gypsum karst, numerical modelization.

Resumen

Para el correcto conocimiento de la evolución de los sistemas geológicos se hace preciso un estudio francamente detallado de todos los datos que nos pone a nuestro alcance la geología y aún así, con la gran cantidad con la que generalmente se suele disponer, su interpretación no es un trabajo fácil. En este trabajo se propone una metodología, que ha sido ampliamente validada, de estudio y utilización de los datos de la microtectónica tomados en campo (rumbos, buzamientos,...), para el análisis y cuantificación de la anisotropía direccional en macizos fisurados. Posteriormente se ha desarrollado una técnica sencilla para simular una posible red de drenaje en base a los datos del análisis anterior, que puede ser utilizada para mejorar la predictibilidad

del método, así como para la modelización numérica de problemas de flujo y contaminación en acuíferos subterráneos.

Palabras clave: Anisotropía direccional, auto-similitud, karst en yeso, modelización numérica.

INTRODUCCION

La organización del drenaje en los acuíferos kársticos es muy diferente de la de los acuíferos clásicos. En el Karst la permeabilidad se establece gracias a la interconexión de fisuras, y la circulación del agua a su través provoca la disolución de la roca. Esta última circunstancia los hace cualitativamente diferentes. En el Karst, la disolución motivada por la circulación del agua amplía los huecos o fisuras interconectadas, disminuyendo por consiguiente su pérdida de carga. En consecuencia, su gradiente hidráulico aumenta, incrementándose con ello la circulación, y por consiguiente la disolución y así sucesivamente. Mediante un efecto de feed-back, solamente las fisuras que están sometidas a una mayor circulación de agua son las que se amplían, en detrimento de las otras. El resultado es el establecimiento de una red tridimensional de conductos, responsable tanto de las altas transmisividades como del carácter direccional y discreto de los acuíferos kársticos.

El método que se presenta, tras varias décadas de observación y 9 años de contraste y comprobación, representa un avance en el conocimiento del Karst, y que ha evolucionado hacia las direcciones tales como la adaptación de una técnica de simulación de la posible red de drenaje que se establece durante la karsitificación. Esta técnica se apoya en tres hipótesis de trabajo la primera cualitativa, la segunda semicualitativa y la tercera cuantitativa:

1.- Existe una preparación tectónica del Karst que prefigura la disposición de la

red tridimensional de conductos de drenaje en función de su historia geológica.

2.- La disposición geomorfológica de tales conductos de drenaje posee cierto grado de invariancia respecto al cambio de escala, lo que implica que se este trabajando dentro de un grupo de estructuras auto-semejantes, permitiendo extrapolar e interpolar aplicando ciertas reglas de homotecnia espacial.

3.- Las direcciones más probables de drenaje se organizan dentro de los planos que contienen a las componentes máxima (σ_1) e intermedia (σ_2) de cada elipsoide de esfuerzos.

El análisis microtectónico nos resuelve el problema sin más que inventariar las conjunciones de los tectoglifos capaces de definirnos los elipsoides buscados. Dichas conjunciones son principalmente:

- Estilolito / Vena
- Estilolito / Falla
- Vena / Falla
- Fallas conjugadas

Aplicando la proyección estereográfica se resolverá en la red de Wulff para cada elipsoide en cuestión. El plano de drenaje vendrá definido sin más que aplicar la tercera hipótesis de trabajo. En la práctica interesa trabajar con el mayor número posible de conjunciones, para poder definir el grado de probabilidad de cada una de las modas que aparezcan. Para su representación se aplicará la proyección estereográfica pero sobre la red de Schmidt. El resultado es una polimodal en tres dimensiones con el porcentaje de probabilidad cuantificado para cada una de las modas, que indican las direcciones principales del drenaje subterráneo. Dicho resultado es válido para las predicciones, así como dato para la realización de la simulación de la red de drenaje.

PLANTEAMIENTO GENERAL

En la abundante literatura existente sobre el tema, aparece con cierta frecuencia la afirmación de que las direcciones principales de los conductos, o la orientación de las cavernas, son concordantes con los sistemas de diaclasas visibles desde el exterior. Sin embargo, se ha podido contrastar que la realidad no concuerda con dicha afirmación, por la sencilla razón de que es falsa. Eso, sin embargo, no quiere decir que jamás tenga lugar la coincidencia de resultados, los cuales se dan, siempre según las observaciones realizadas, cuando la red de conductos del karst se halle establecida con carácter cortical, es decir, cerca de la superficie. Dicha coincidencia deja de existir, salvo con carácter puramente casual, cuando las redes tridimensionales de conductos kársticos se establecen a gran profundidad.

Los acuíferos kársticos se diferencian de los demás, en primer lugar, porque en aquellos la permeabilidad se establece gracias a la interconexión de las fisuras, como en los cristalinos, en lugar de por la porosidad intergranular, pero la caracterís-

tica más peculiar es que en ellos se da un proceso de disolución, circunstancia que los hace cualitativamente diferentes. Esta disolución, motivada por la circulación del agua, amplía los huecos y/o fisuras interconectadas, disminuyendo por consiguiente su pérdida hidráulica. En consecuencia su gradiente hidráulico aumenta, incrementándose con ello la retroalimentación positiva solamente algunas fisuras privilegiadas son las que se amplían por disolución, convirtiéndose en la red de conductos tridimensional responsable tanto de las altas transmisividades como del carácter direccional y discreto de los acuíferos kársticos. Cuando por condicionantes ajenos al sistema, los gradientes hidráulicos generadores del karst disminuyen de manera notable, el sistema evoluciona al paleokarst, que se caracteriza por una tendencia general a la colmatación de los conductos.

El análisis geológico estructural

Existen por sus características dos tipos de esfuerzos, el normal o directo, que está representado por la letra griega sigma (σ) y el de cizalla que se identifica por la letra griega tau (τ), el esfuerzo normal puede ser tanto de tracción como de compresión, en tanto que el de cizalla puede ser dextral o senestral. Si se considera que el esfuerzo actúa sobre un elemento cúbico unitario orientado según los tres ejes cartesianos, se tiene que queda determinado por nueve componentes que actúan tres de ellas constitutivas del esfuerzo normal ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) y las seis ($\tau_{12}, \tau_{13}, \tau_{21}, \tau_{23}, \tau_{31}, \tau_{32}$) restantes ortogonales a cada esfuerzo normal sobre cada cara. La acción de los esfuerzos causada por cualquier alteración del estado tensional en la corteza terrestre se traduce en reacciones de diversa índole de la que resultan deformaciones concretas, algunas de ellas observables en campo. Las ecuaciones que describen la transformación general de la deformación homogénea en tres dimensiones definen un tensor asimétrico de segundo orden, que puede separarse en una parte irrotacional y otra rotacional, ya que tres de sus componentes (asimilables al esfuerzo normal) pueden ser consideradas como deformaciones longitudinales paralelas a un eje y perpendicular a los otros dos. Ambas partes, rotacional e irrotacional, vienen definidas por sendas matrices, antisimétrica y simétrica respectivamente, cuyo conjunto define el tensor de deformación.

En definitiva, el problema general de relacionar la naturaleza de la deformación con el estado tensional existente en un macizo dado, se remite a relacionar ambos tensores. En la mayoría de los casos dicha resolución es difícil, ya que en la naturaleza la situación es bastante compleja. Si el material a deformarse fuera isótropo y homogéneo, las direcciones de los ejes principales de deformación coincidirían con las de los esfuerzos principales. Si los materiales son anisótropos y heterogéneos,

como ocurre en la mayoría de los casos, es difícil encontrar relaciones de transformación entre ambos tensores, y el análisis matemático se hace extremadamente complejo, debiendo recurrir a casos particulares que favorezcan una aproximación al problema.

En cualquiera de los casos, resulta muy intuitivo y aclaratorio en cuanto al sentido físico, que el tensor de esfuerzos es el resultado de la suma de tres componentes: esfuerzo hidrostático, esfuerzo desviatorio, y componente de disequilibrio. Y a su vez, el tensor de deformación está constituido por tres diferentes efectos: dilatación, distorsión y rotación rígida. En

el análisis geológico estructural, la transformación esfuerzo-deformación se aplica sobre una esfera de radio unidad, resultando esta última transformada en un elipsoide de deformación interna que vienen definido por sus tres componentes, σ_1 mayor, σ_2 intermedio y σ_3 menor, ortogonales entre sí, y el objetivo correspondiente perseguido por la metodología a aplicar es conocer la orientación y la disposición en el espacio, ya que su cuantificación no es posible, para cada uno de los tres componentes. De gran ayuda en el conocimiento del elipsoide resulta el conocimiento de pliegues y fallas, puesto que en ellas pueden conocerse los ejes principales que definen tanto los má-

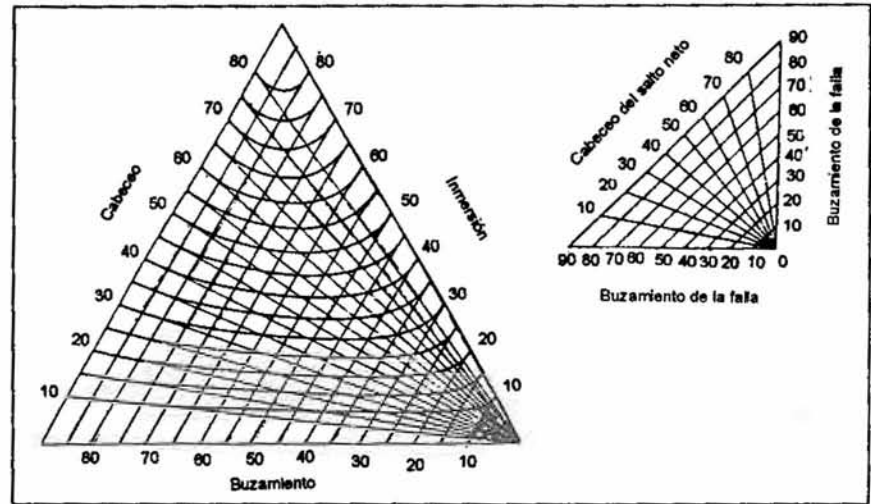


Figura 1. Diagramas de Rickard. RAGAN (1980)

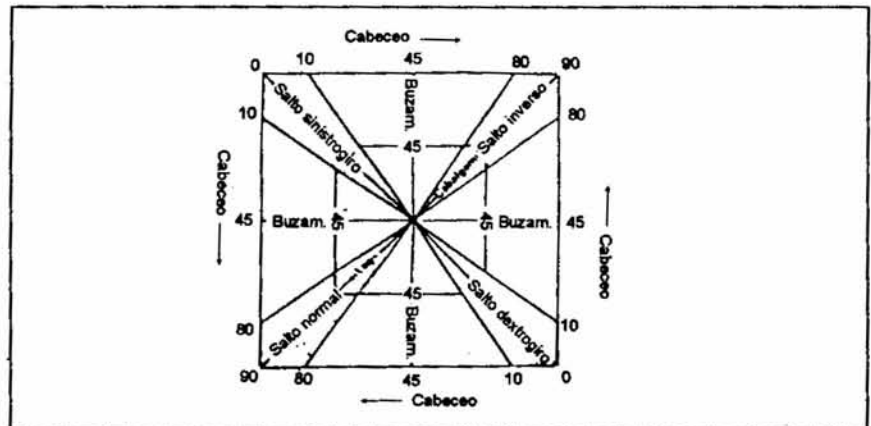


Figura 2. Diagramas de Rickard. RAGAN (1980)

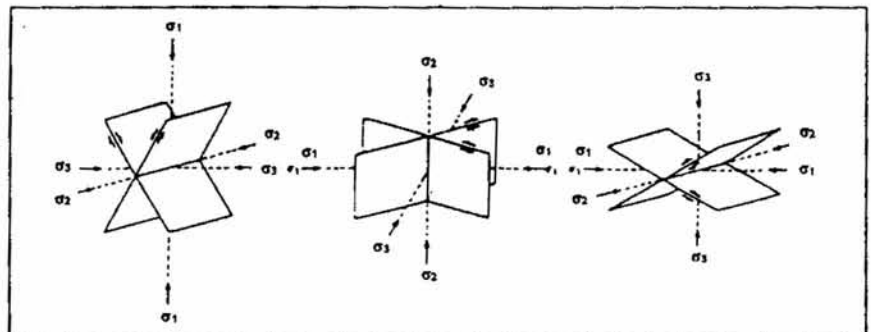


Figura 3. Disposición en el espacio de los tres componentes del elipsoide de deformación (RAGAN 1980)

ximos acortamientos como alargamientos en las capas observadas. Toda la diversidad de pliegues existentes se pueden definir con la ayuda de tan solo tres parámetros, buzamiento, inmersión y cabeceo, cuya cuantificación y clasificación viene gráficamente expresada en el ingenioso diagrama triangular de Rickard (figura 1). Toda la variedad de fallas existentes se define a su vez mediante otros tres parámetros, el buzamiento, cabeceo y salto o desplazamiento, cuya clasificación y cuantificación, se ve en el diagrama también de Rickard (figura 2). Cuando de fallas conjugadas se trata, podemos conocer fácilmente la posición en el espacio de los tres componentes que definen el elipsoide (figura 3).

Tectoglifos y definición de los elipsoides

Visto cómo a escala mesoestructural se definen los elipsoides, conviene señalar que a la escala de las microestructuras estas posibilidades aumentan considerablemente. Entre los tectoglifos más significativos a pequeña escala están los estilolitos o juntas estilolíticas, las venas con ciertas mineralizaciones, y las estrías de fricción en los planos de falla (figura 4). Cada uno de ellos posee una significación genética muy concreta que los hace muy útiles al tratar de definir el elipsoide. Para el caso de los estilolitos, su forma en picos, visibles al abrir la junta, o como interpenetraciones al ver una sección, indica que la dirección de acortamiento se orienta de manera estadísticamente coincidente con la componente mayor del elipsoide σ_1 . Las venas constituyen juntas de discontinuidad en la roca, donde las porciones de ambos lados se ha alejado entre sí. El alargamiento resultante, cuyo sentido físico es el de una tracción, se orienta de manera coincidente con la componente menor σ_3 del elipsoide, el plano de la vena es ortogonal a σ_3 . Combinando singenéticamente ambos mecanismos descritos, el proceso se explica mediante el principio de Riecke que afirma que "el material se disuelve en los lados que dan frente al esfuerzo compresivo principal y es redepositado sobre el lado que da frente al esfuerzo principal de tracción". Esto conlleva a que los planos de estilolitos y de venas sean sensiblemente ortogonales cuando se trate de la misma fase tectónica. Las estrías de falla indican que existe un desplazamiento definido por las estrías entre ambos lados del plano de falla como consecuencia de la existencia de determinados componentes de cizalla. En este caso el plano de falla forma cierto ángulo con la componente mayor del elipsoide. El valor de este ángulo, al que generalmente se le atribuyen 30° , depende en realidad del ángulo de rozamiento interno ϕ de la roca, a escala de macizo, según la relación: $\phi = 90^\circ - 2\alpha$.

La situación más favorable es cuando se presentan conjugados dos o más tectoglifos diferentes:

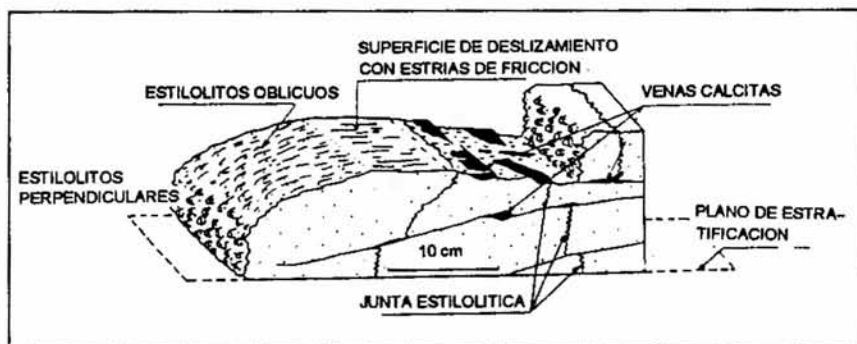
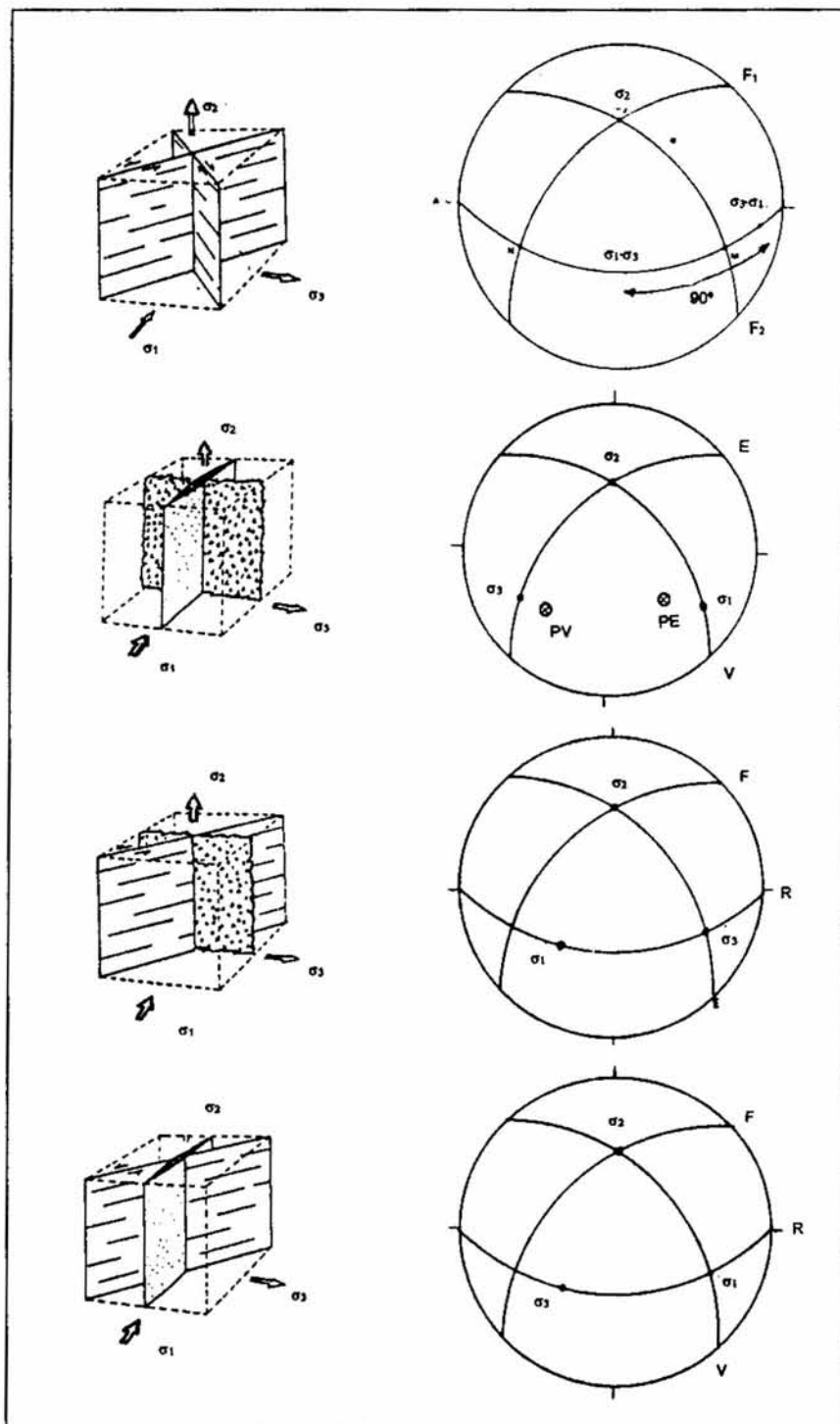


Figura 4. Tectoglifos más significativos (ARTHAUD y MATTAUER 1969)



Figuras 5 a 12. Combinaciones de tectoglifos ERASO (1985/86)

- Fallas conjugadas:

- El componente intermedio del elipsoide se sitúa en la intersección de ambos planos de falla.
- El componente mayor σ_1 se sitúa en la bisectriz de la cuña que genera acortamientos.
- El componente menor σ_3 se sitúa en la bisectriz de la cuña que genera alargamientos.
- Los tres componentes del elipsoide (σ_1 , σ_2 , σ_3) son ortogonales entre sí, situación esta que se conserva en todos los casos.
- Falla / Vena:
- El componente intermedio σ_2 del elipsoide se sitúa en la intersección de ambos planos de tectoglifos.
- El componente mayor σ_1 se encuentra contenido en el plano de la vena en una dirección ortogonal a σ_2 .
- El componente menor σ_3 se sitúa en la dirección ortogonal al plano de la vena.
- Estilolito / Vena:
- El componente intermedio σ_2 del elipsoide se sitúa en la intersección de ambos planos de tectoglifos.
- El componente mayor σ_1 se encuentra contenido en el plano de la vena en una dirección ortogonal a σ_2 .
- El componente menor σ_3 se encuentra contenido en el plano del estilolito, siendo su dirección ortogonal a σ_2 .
- Falla / Estilolito:
- El componente intermedio σ_2 del elipsoide se sitúa en la intersección de ambos planos de tectoglifos.
- El componente menor σ_3 se encuentra contenido en el plano del estilolito, en la dirección ortogonal a σ_2 .
- El componente mayor σ_1 está contenido en una dirección ortogonal al plano del estilolito (σ_2 , σ_3)

Secuencia y carácter de las fases tectónicas

La historia geológica de un macizo cualquiera suele ser tanto más compleja cuanto mayor sea su antigüedad ya que ésta aumenta la posibilidad de haber estado sometido a una mayor cantidad y variedad de esfuerzos. Esto quiere decir, como de hecho frecuentemente ocurre, que existen varias familias de cada tipo de tectoglifos, con diferentes orientaciones en el espacio pudiendo en consecuencia definirse varias familias de elipsoides en el macizo. Cada elipsoide define a su vez una fase tectónica, pudiendo encontrarse varias de ellas en una misma orogenia. A efectos prácticos, esto plantea un doble problema: de una parte conocer la antigüedad relativa de cada fase, y de la otra tener la evidencia de que las conjunciones de tectoglifos que se utilicen para definir cada elipsoide sean singenéticas, es decir que pertenezcan a la misma fase tectónica.

Para resolver el primer problema se deben de encontrar conjunciones homogéneas de tectoglifos, especialmente del tipo vena-vena, y/o estilolito-estilolito para cada pareja de fases existentes, empleando el

criterio de que en la conjunción el plano desplazado es más antiguo que el desplazante. El segundo problema se resuelve en dos etapas, la primera de ellas aplicando el criterio de ortogonalidad de los componentes del elipsoide, sin más que filtrar, anulándolas, aquellas conjunciones que den elipsoides con componentes alejados de la ortogonalidad.

El carácter de las fases tectónicas viene definido en función de cuál sea el componente del elipsoide más vertical de los tres, así si σ_1 es el más vertical la fase tectónica es distensiva o de reajuste; si σ_2 es vertical entonces la fase tectónica es transcurrente; finalmente cuando sea σ_3 el vertical la fase tectónica es compresiva. En la realidad se pueden dar todo tipo de casos intermedios.

La convergencia de formas y la autosemejanza

Ocurre en la naturaleza de manera evidente y reiterada que determinada forma de resultados de una acción geodinámica cualquiera se presente en los materiales de los más diversos tipos (Eraso, 1972). Así por ejemplo, pueden observarse secciones idénticas de conductos y galerías en cavernas excavadas en materiales como caliza, yeso, sal, basalto, hielo, etc, cuyas litologías son básicamente diferentes. También se encuentran fácilmente en diversas litologías formas específicas, algunas muy estudiadas como las huellas de corriente, formas de lapiaz, etc. Pero no solamente la semejanza de formas existe cuando se trata de formas de excavación como las descritas, sino que también las encontramos en las formas de relleno, especialmente estalagmitas, estalactitas y coladas, en las que el tipo de material puede ser muy variado.

Bien, pues a esta semejanza de morfología tanto de excavación como de relleno u otro tipo que se dan en diferentes litologías es a lo que se denomina convergencia de formas, independientemente de si las causas que las motivaron son idénticas en todos los aspectos, comparables bajo alguno de ellos, o completamente diferentes. El fenómeno de la convergencia de formas es tan abundante en la naturaleza que no puede ser considerado como algo meramente casual. A nuestro juicio obedece a una significación profundamente importante que hace pensar ante la semejanza de efectos, en una semejanza de causas en virtud de una cierta dependencia funcional, es decir, en un modelo natural, del que solo vemos los resultados, y que se pretende cuantificar.

Muchos de los ejemplos encontrados, especialmente los relativos a las formas de excavación, se dan en rocas con mayor o menor grado de solubilidad frente al agua, es decir, que se puede pensar en que existe una cierta relación entre las causas. Esto que parece tan intuitivo para dichos materiales solubles, no lo es tanto con materiales insolubles como la pizarra o la

arcilla de las que se encuentran también ejemplos. Aquí para encontrar la semejanza de debe de ampliar el concepto de disolución por otro más amplio que englobase el paso de determinada cantidad de material del estado sólido al seno de un líquido que lo transporte, el concepto queda entonces reemplazado por el de suspensión coloidal. Siguiendo de forma análoga las deducciones realizadas se encontraría también semejanza de las causas en la génesis de los conductos o tubos lávicos en basalto, sin más que considerar las variaciones de viscosidad y características mecánicas a que está sujeto el magma en función de su temperatura.

En definitiva, todos estos fenómenos de convergencia de formas, aunque las apariencias los enmascaren, están relacionados con un grupo especial de circunstancias que los hacen dinámicamente semejantes. Esta semejanza dinámica se da entre varios procesos cualesquiera, cuando las diversas cantidades en el equilibrio de fuerzas o gradientes medidas para las partículas consideradas en ubicaciones semejantes, guardan razones iguales, independientemente de que sus magnitudes absolutas no sean respectivamente iguales.

Trasladando estas cuestiones al campo experimental, la conclusión es importantísima, pues podemos experimentar un proceso cualquiera (vgr.: difícil de medir por ser muy lento) mediante la adopción de un modelo dinámicamente semejante (vgr.: el más cómodo según disponibilidades) en la seguridad de que las conclusiones a que se lleguen serán válidas si en el transcurso del experimento se han mantenido en todo momento las condiciones requeridas de conservación de semejanza dinámica.

La implicación práctica de la semejanza dinámica en los modelos es de una importancia extraordinaria, pues nos permite predecir, y por consiguiente actuar, mientras que de otra manera solamente nos era lícito observar, pudiendo llegar todo lo más a interpretar.

METODOLOGIA DE ESTUDIO Y MODELIZACION DE LAS DIRECCIONES DE DRENAJE MAS PROBABLES EN UN KARST

Cuando comienza a establecerse un karst, en las rocas susceptibles de disolverse, es en una etapa posterior cuando los gradientes hidráulicos localmente establecidos, coinciden con la circulación del agua en el seno del macizo. Dicha circulación vendrá condicionada por las anisotropías de la roca, tanto litológicas, en el sentido de afectar a una mayor o menor solubilidad, como estructurales, donde la historia de las deformaciones sufridas se halle ya impresa. En consecuencia, la forma y disposición de la red de drenaje dependerá en cierto grado de estos condicionantes, lo que equivale a afirmar que su

impostación no es meramente casual.

La herramienta de trabajo desarrollada para el estudio de estas direcciones de drenaje parte de una serie de medidas de análisis estructural realizadas en campo, a las que se aplica dos hipótesis fundamentales para su tratamiento (ERASO, 1985-86):

- Existe una preparación tectónica del karst que prefigura la disposición de la red tridimensional de conductos de drenaje en función de su historia estructural.
- Las direcciones más probables de drenaje se organizan dentro de los planos que contienen a las componentes máxima e intermedia de los diferentes elipsoides medidos, es decir, planos (σ_1, σ_2).

Método 1

- Representar los haces de planos que contengan en cada elipsoide a σ_1 y σ_2 , en la falsilla de Wulff.
- Representar los polos de dichos planos sobre una red de Schmidt construyendo mediante Kalsbeek las líneas de isodensidades de polos, identificando las modas existentes y su peso estadístico correspondiente.

- El punto máximo de cada moda constituye en su caso el polo del plano de drenaje buscado cuya probabilidad viene asignada en la operación anterior.

Método 2

- Representar en la falsilla de Wulff los planos (σ_1, σ_2) correspondientes a cada fase tectónica.
- Representar en Schmidt los polos de dichos planos.
- La probabilidad asociada a cada plano de drenaje es la correspondiente a la fase tectónica asociada.

Análisis estadístico de los diagramas polares

Para la obtención del círculo máximo que se ajusta a la distribución de los polos se calculan los autovalores y las direcciones principales de la matriz de cosenos directores según las direcciones de los ejes x (norte), y (este), y z (vertical). Para la obtención del polo del círculo máximo que mejor se aproxima se opera sobre el tercer (menor) autovalor obtenido, y el primer autovalor (el mayor) da la lineación media del conjunto de datos. La suma de estos tres autovalores coincide con el cardinal del conjunto de datos, así mismo, su análisis proporciona información sobre cómo están distribuidos y respecto a la uniformidad de su distribución (figura 13).

Básicamente existen tres tipos de distribuciones espaciales de polos:

- Cuando el primer autovalor es mucho mayor que los otros dos, indica entonces que su distribución se concentra alrededor de un polo en la esfera.
- Si el primer y el segundo autovalor son aproximadamente iguales, pero mucho

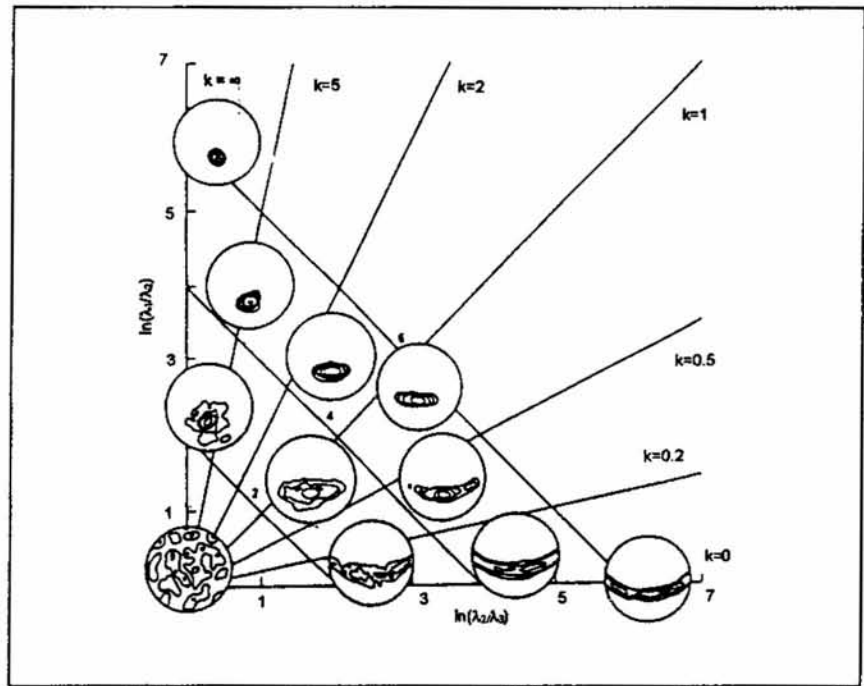


Figura 13. Diagrama de Davis (DAVIS 1983)

mayores que el tercero, esto indica que los polos se distribuyen en una guirnalda, ó sobre la traza de un círculo máximo.

- Cuando los tres autovalores son del mismo orden de magnitud, indica que existe una distribución uniforme.

A partir de los tres autovalores E1, E2, y E3 se calculan tres números, r1, r2, y K que son los que permiten la utilización del diagrama de DAVIS (1983) de la figura 13. Así r1 es la relación Ln (E1/E2), r2 es Ln (E2/E3), y K es la relación entre los anteriores r1/r2.

Otros dos estadísticos se pueden calcular a partir de los datos, uno de ellos es la resultante R del conjunto, de la que se obtiene Rbar, como el valor normalizado de R, esto es Rbar = R/n (n=n° de datos), así como la varianza esférica sv = (n - R)/n, que es lo mismo que 1 - Rbar, y cuyo valor está comprendido entre 0 y 1. Rbar se puede usar para el test de uniformidad de la distribución de los datos, a partir de la tabla de Rbar' proporcionada por Davis (1983). Si el valor calculado supera el obtenido en la tabla, para cierto nivel de significación, la hipótesis de que las observaciones se encuentran uniformemente distribuidas puede ser rechazada, para más información se pueden consultar los textos de MARDIA (1972) y DAVIS (1983).

Las técnicas para el cálculo de los diagramas de densidades de polos aplicadas en este trabajo son dos, una de ellas es la función de paso, y otra es la función gaussiana esférica, esta última es mucho más precisa que la primera aunque tenga más coste de CPU en su cálculo. Para el cálculo según el primer método hace falta introducir el parámetro de área de búsqueda alrededor de cada polo; para el segundo, cuyo cálculo se realiza con la función de peso para cada polo $w(q) = \exp(k(\cos$

$q-1)$), donde q es el ángulo entre polos, es necesario dar el valor de k. Ambos parámetros se calculan según el método de Kamb correspondiente con cada técnica. El disminuir el valor de k tiene el mismo efecto que aumentar el área de búsqueda. La utilización del método de Kamb con la técnica de la función de paso permite el cálculo de:

$$\begin{aligned} \text{área de búsqueda} &= 9 / (n+9) \\ E[\text{n° de puntos}] &= n \cdot \text{área de búsqueda} \\ s &= \sqrt{(n \cdot \text{área} \cdot (1 - \text{área}))} \end{aligned}$$

El método de Kamb para una función esférica gaussiana permite obtener el valor de k mediante:

$$\begin{aligned} k &= 2(1+n/9) \\ E[\text{n° de puntos}] &= 0.5 \cdot (9n/(n+9)) \\ s &= \sqrt{(n \cdot (0.5 - (1/k)/k))} \end{aligned}$$

véase cómo el valor de E[*], según este método, es mucho menor que el obtenido para la función de paso, para un mismo conjunto de datos, debido a la sensibilidad de la función esférica gaussiana.

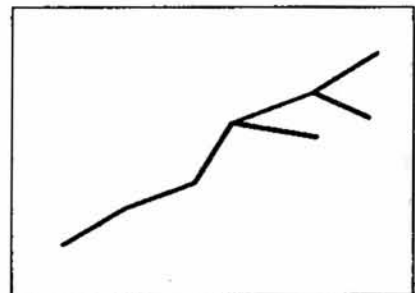


Figura 14. Ejemplo de red ramificada: 111[1]1[1]1 ó 111[1][1]1

Modelización de la red subterránea. Estudio preliminar

La técnica aquí aplicada para la modelización de la red de drenaje se basa en los denominados Sistemas L estudiados por A. Lindenmeyer. Básicamente consiste en un primer estudio de las posibles divisiones de la red como una estructura ramificada, y posteriormente realizar la discretización en tramos de esta red ramificada indicando las posiciones, según un código preestablecido, de la posición de las ramificaciones.

Existen muchas combinaciones posibles de códigos capaces de describir las estructuras ramificadas, pero a tenor de la sencillez que se va buscando se aplicará un código de tres estados posibles:

- Tramo sin ramificar, que se denotará como un 1.
- Ramificación hacia una dirección predefinida, que se denotará como [.
- Vuelta, desde donde se encuentre, a el último punto de ramificación, indicado por el carácter].

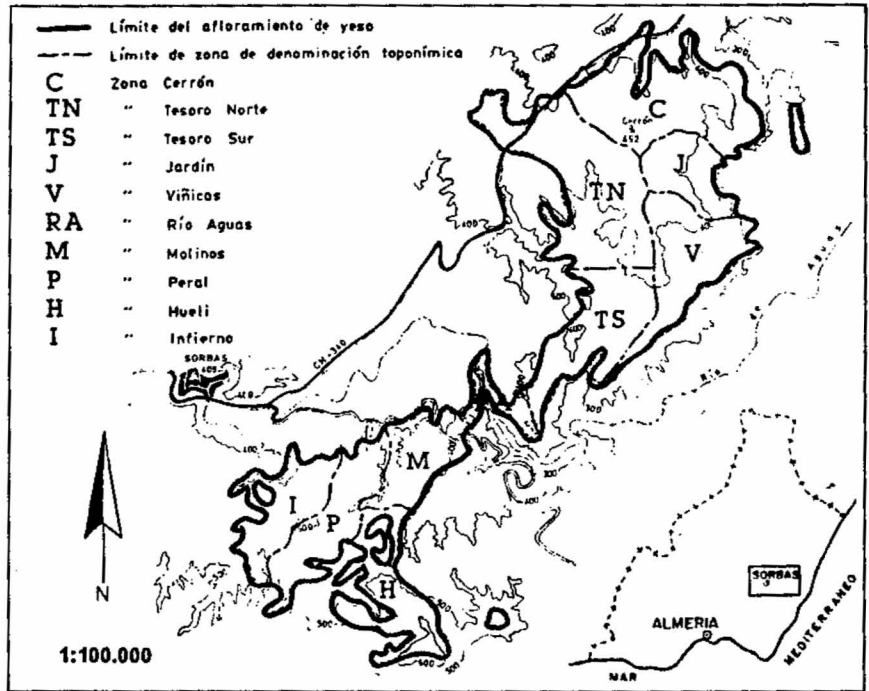


Figura 15. Localización y zonas en el karst de Sorbas (CALAFORRA et al 1986)

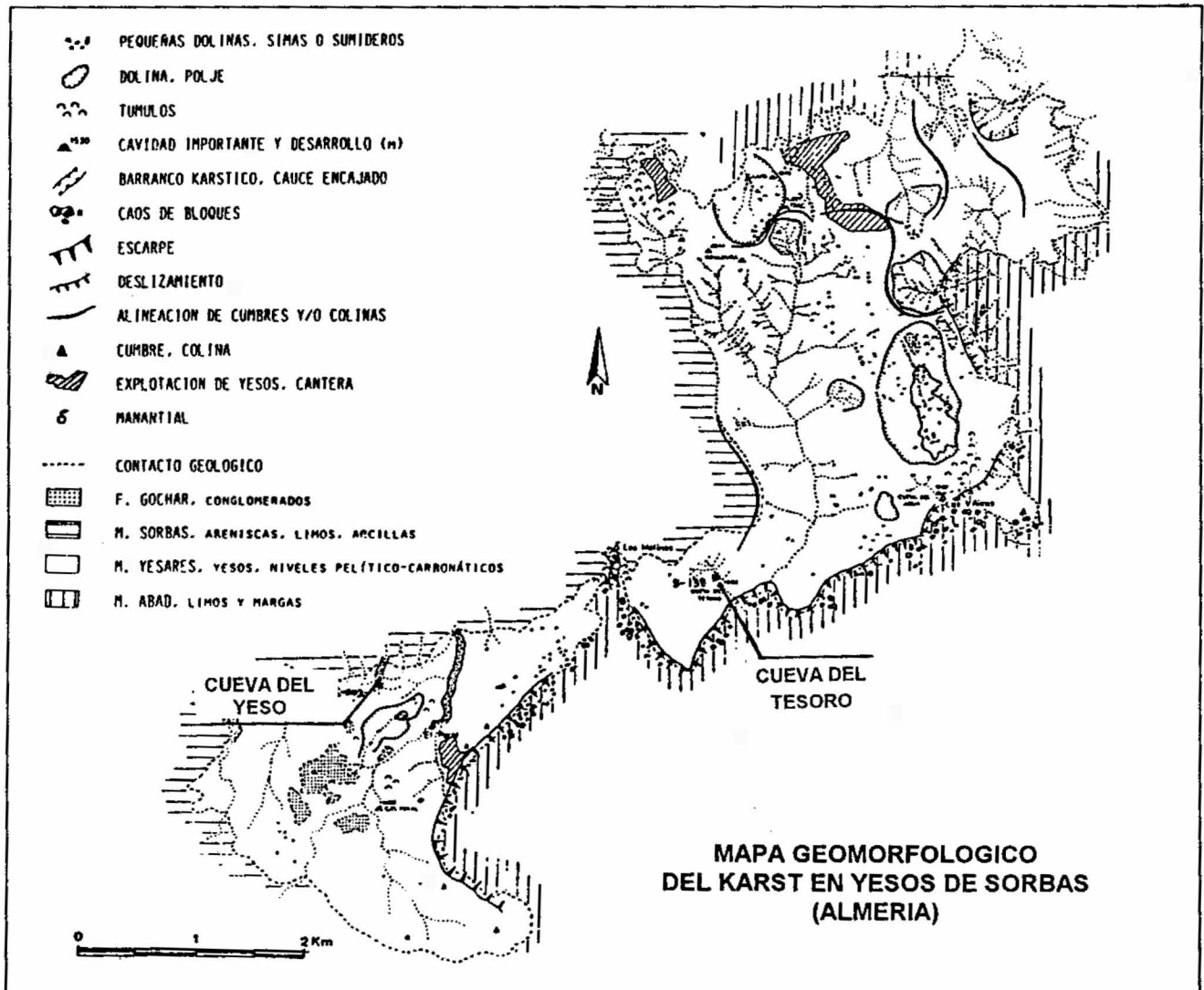


Figura 16. Mapa geomorfológico del karst en yeso de Sorbas (CALAFORRA, 1986)

Otros códigos más refinados pueden incluir características de las galerías ó de las ramificaciones, pero supondrían una complicación innecesaria para nuestros propósitos. En este caso, de esta sencilla forma se puede describir cualquier red ramificada mediante la secuencia de 1, [, y], como se puede ver en un ejemplo sencillo (figura 14).

cuyo código es: 111[1][1]1, ó bien se puede poner: 111[1[1][1]1, como otra posibilidad.

Para el estudio estadístico de las relaciones entre cada secuencia de caracteres se pueden aplicar la técnica de las Cadenas de Markov, que nos permiten obtener las probabilidades de transición entre los estados sucesivos de la cadena. Hay que destacar un aspecto importante de esta forma de discretizar y es que las cadenas obtenidas permiten un posterior tratamiento en el sentido de que se puede simular la posible evolución, en el aspecto de disolución de la roca, de la red establecida. Por otra parte una de las características más notables es que su estructura compone formas autosemejantes en el espacio, en el sentido estadístico, ya que en el determinístico es casi imposible de determinar.

CASOS PRACTICOS, EL COMPLEJO KARSTICO EN LOS YESOS DE SORBAS

Ubicación. Breve reseña a la Geología local

Este complejo kárstico de Sorbas se localiza al Noreste de la provincia de Almería (figura 15), dentro de una de las depresiones de la Cordillera Bética, es una de las principales del tercio oriental de la Cordillera. Fundamentalmente son yesos messinenses que corresponden al miembro Yesares. Dentro de la serie evaporítica, de una potencia aproximada de 120 m, se intercalan algunos intervalos de margas interestratificadas, que pueden afectar al desarrollo de las cavidades que surgen. El relleno que existe en la cuenca de Sorbas esta formado por materiales sedimentarios comprendidos entre el Tortonienense y el Plioceno, fundamentalmente marinos. La configuración actual, a partir del Pliocuatenario, es de sedimentos de tipo continental. El origen del yeso es primario, encontrándose grandes cristales, siendo su génesis subacuática, en aguas someras, incluso pelicular. La edad de las deformaciones tectónicas es diversa, apareciendo una tectónica activa desde el Mioceno Superior, en el Plioceno, y la comprensión post-Pliocénica, congeneración de pliegues y fallas.

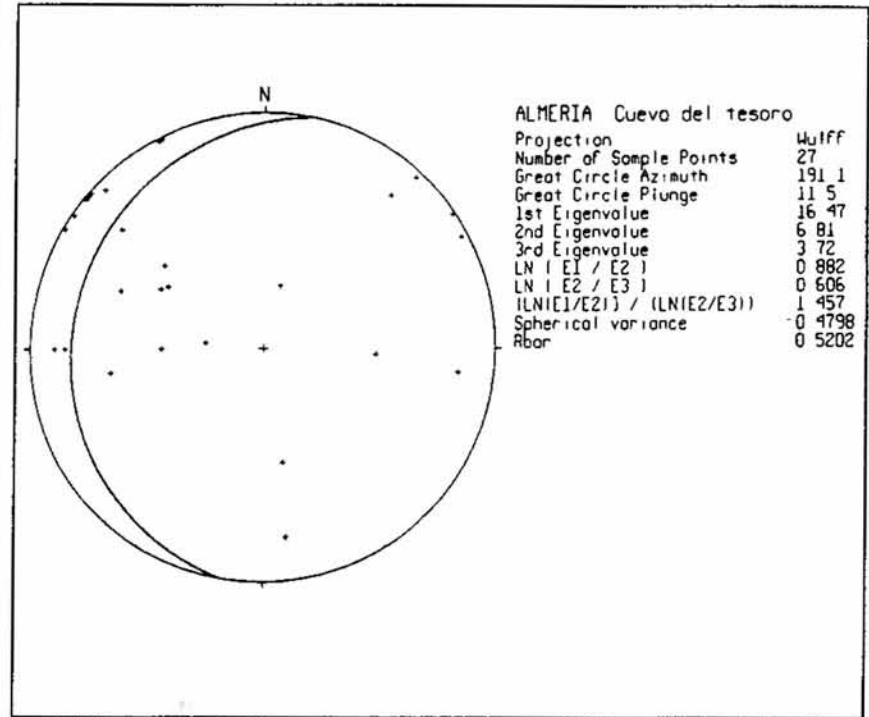


Figura 17. Red de proyección equiangular (Cueva del Tesoro)

Descripción y funcionamiento del karst en la zona de Sorbas

Dado que el miembro de Yesares posee una alternancia de las margas pelíticas y el material yesífero propiamente dicho (figura 16), los bancos de yeso potencialmente karstificables pueden tener espesores variables, de unos 20 m. Las redes de flujo presentan direcciones profundamente marcadas por los grandes conductos abiertos por la disolución de los yesos. El agua procedente de la infiltración atraviesa las fallas verticales hasta alcanzar los niveles de yeso karstificados por donde la circulación se desarrolla fundamentalmente en sentido horizontal. En muchos sectores la matriz rocosa puede tener un valor especialmente alto de la permeabilidad debido fundamentalmente (CALAFORRA, 1986) a:

- Permeabilidad por pequeñas fracturas y grietas en el bloque yesífero.

- Permeabilidad intergranular por lavado de las margas entre los yesos.

- Permeabilidad por disolución del yeso (porosidad secundaria).

- Permeabilidad por huecos interconectados (porosidad primaria).

- Permeabilidad intercrystalina, a través de planos de exfoliación.

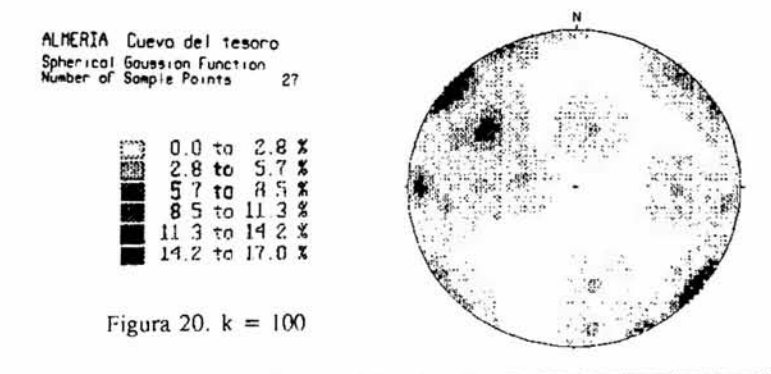
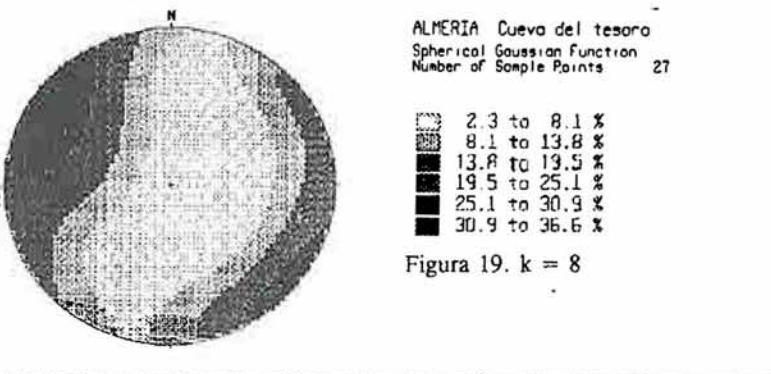
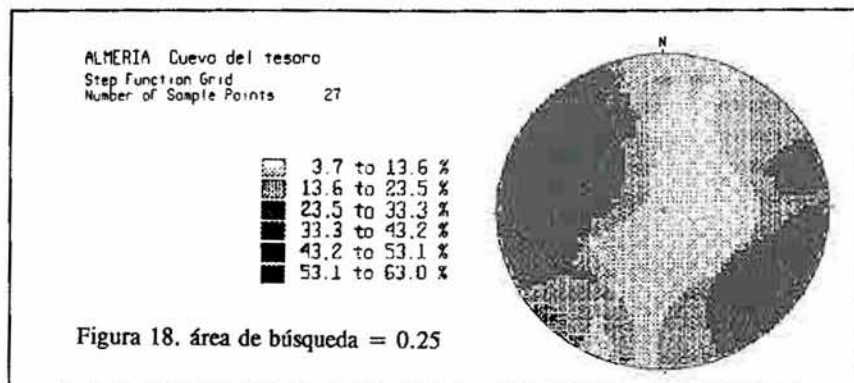
La presencia de agua en el interior de las oquedades y formaciones internas es muy frecuente, como en la cueva del Tesoro, Cueva

del Yeso, que son dos de las estudiadas en este trabajo, estando en la mayoría de los casos desconectadas del nivel piezométrico principal, por lo tanto serían estructuras colgadas, en huecos a mayor profundidad (100 m) es posible que sí se alcance el nivel piezométrico.

La sugerencia principal se encuentra en el Manantial del Molino del Río Aguas, tal que sin ser puntual, permite proporcionar un caudal entre 60 l/s y 125 l/s (CARULLA 1977), aunque durante los largos períodos de sequía sea ligeramente superior a los 40 l/s (PULIDO BOSCH 1982). Este manantial se trata del punto topográfico más bajo del afloramiento yesífero, alrededor de 290 m. Existen otros manantiales dentro de esta cuenca yesífera asociados generalmente a cavidades, como los de las Viñicas o el del Cortijo del Peral, con caudales inferiores al litro por segundo, pero con cierta constancia en el tiempo.

Ejemplos. Cueva del Tesoro y Cueva del Yeso.

Durante la campaña espeleológica realizada durante Diciembre del año 1990 en la zona de Sorbas se visitaron, entre otras, dos cuevas, la Cueva del Tesoro y la Cueva del Yeso. De ambas se tomaron una serie de medidas de tectoglifos que se encontraron a lo largo de toda la expedición. Uno de los objetivos es demostrar cómo la



Figuras 18, 19 y 20. Densidades de polos (Cueva del Tesoro)

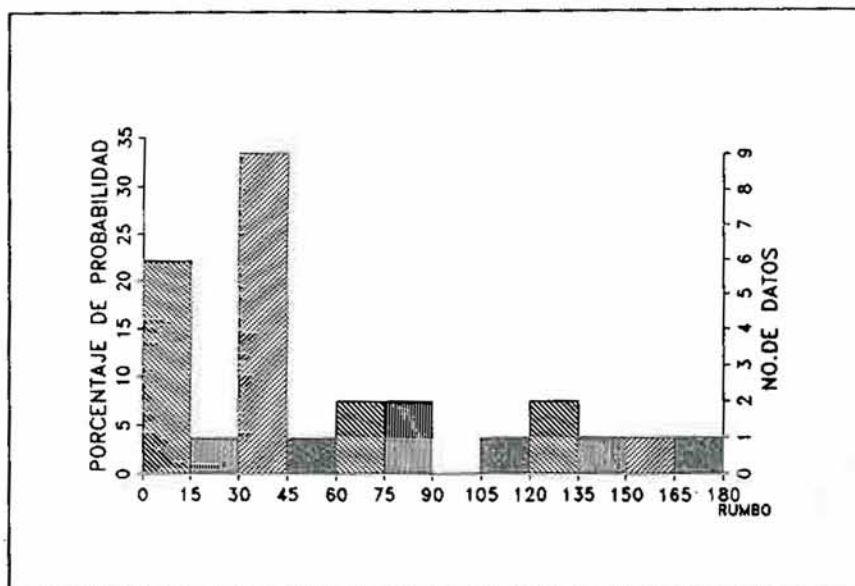


Figura 21. Histograma de direcciones principales de drenaje (Cueva del Tesoro)

red de drenaje de las cuevas sigue fundamentalmente la indicada por el método, debido a los planos de debilidad del macizo, y que estos no se encuentran formados únicamente por planos de fisuración, esto es, que no siguen las líneas de fisuración del macizo, y no como se postula en los trabajos de la Cueva del Agua, también en los yesos de Sorbas, comentando que las direcciones principales de los conductos son las de fisuración.

Cueva del Tesoro

Denominada SO-138, según el número de orden general de cada cavidad que corresponde con el inventario realizado por Calaforra et al., cuyas coordenadas son de longitud 583.205 y latitud 4.106.315, a 355 m. sobre el nivel del mar (figura 16). Posee una entrada horizontal y un desarrollo mixto, con morfología meandriforme, cuyas galerías se desarrollan en el sentido del flujo. Forma parte del Sistema Cueva del Tesoro.

Se han tomado un total de 27 puntos de muestreo donde se han tratado de medir estilolitos o posibles conjugaciones. Fundamentalmente se han medido 27 venas, sin encontrarse ningún estilolito en el muestreo realizado. Los resultados de aplicar la red de proyección equiangular a los polos de los planos medidos se muestra en la figura 17 junto con los resultados de obtener una serie de estadísticas de los datos.

Tomando estos resultados se pueden calcular algunos parámetros que pueden servir para el ajuste del diagrama de densidad de los polos aplicando las técnicas del Método de Kamb sobre el Método de Paso, descrito anteriormente, del que se obtiene:

área de búsqueda = 0.25
 $E[n^{\circ} \text{ de puntos}] = 6.75$
 $s = 2.25$

si se aplica el Método de Kamb pero para el Método de Función Gaussiana Esférica se obtienen el parámetro k de w(q), así como los anteriores:

$k = 8$
 $E[n^{\circ} \text{ de puntos}] = 6.75$
 $s = 1.125$

Otras conclusiones que se pueden sacar de los estadísticos obtenidos son que a partir de E1, E2 y E3 se puede concluir, al ser $E1 > E2$, que la distribución de polos tiende a centrarse alrededor de un único polo, si se compara con el diagrama de la figura 13. El test estadístico de Rbar permite deducir que se puede rechazar la hipó-

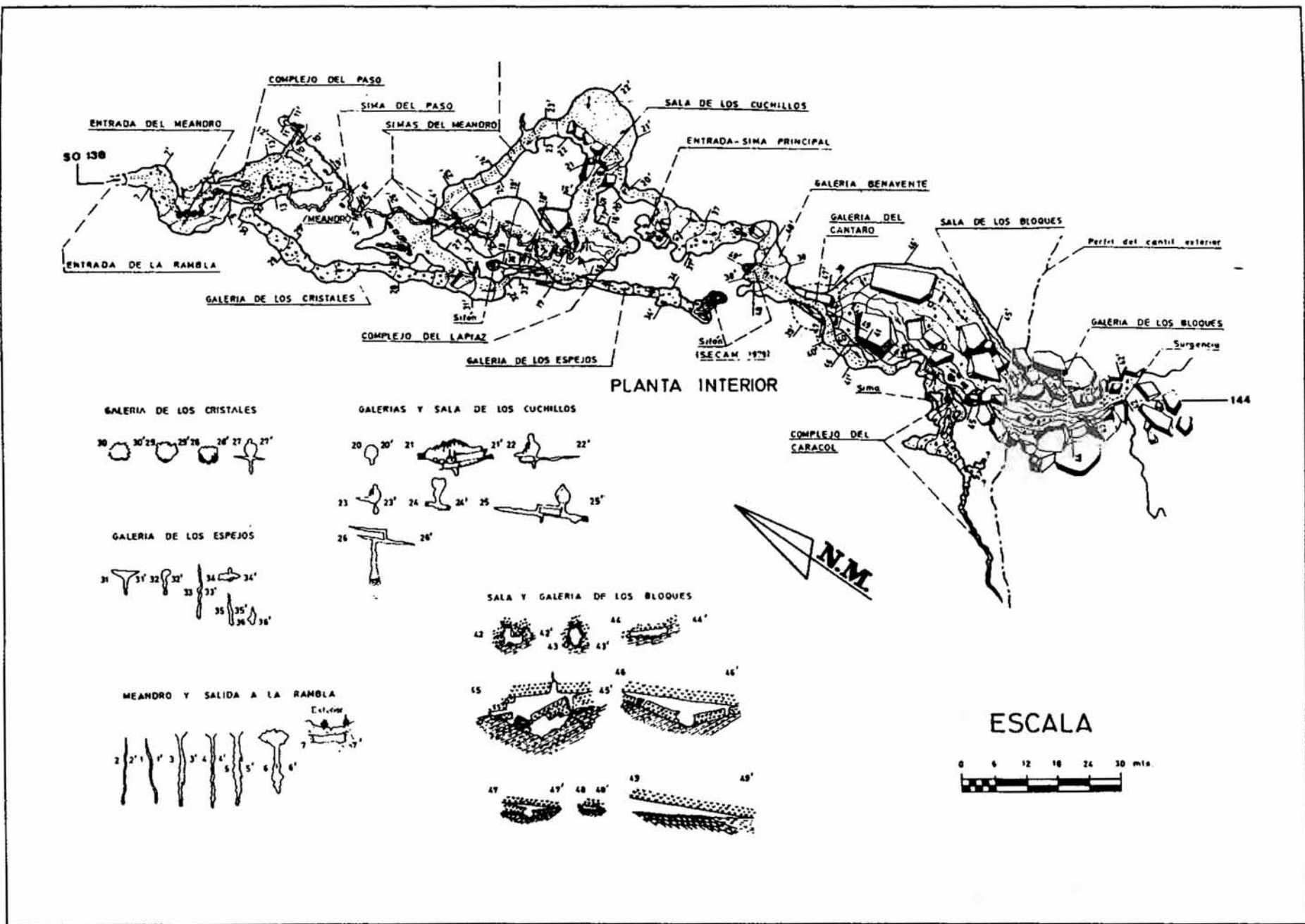


Figura 22. Topografía de la Cueva del Tesoro (In SANCHEZ-MARTOS y CALAFORRA, 1991).
Topografía: SECAM

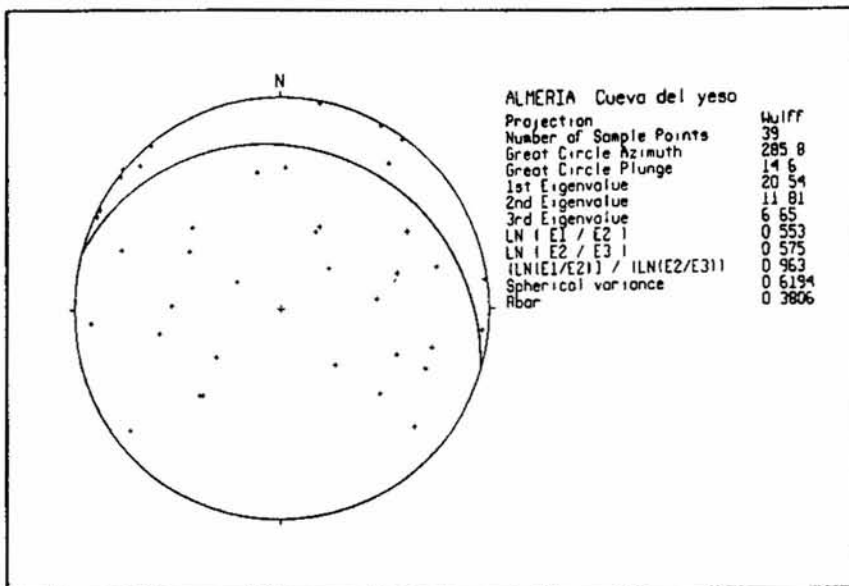


Figura 23. Proyección de polos sobre la red de Wulff (Cueva del Yeso)

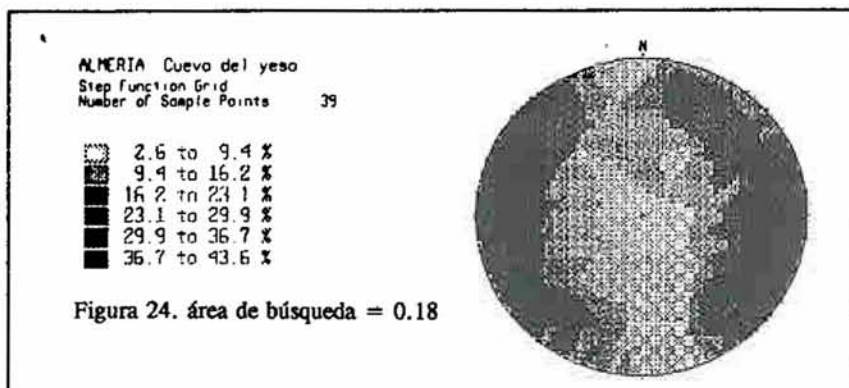


Figura 24. área de búsqueda = 0.18

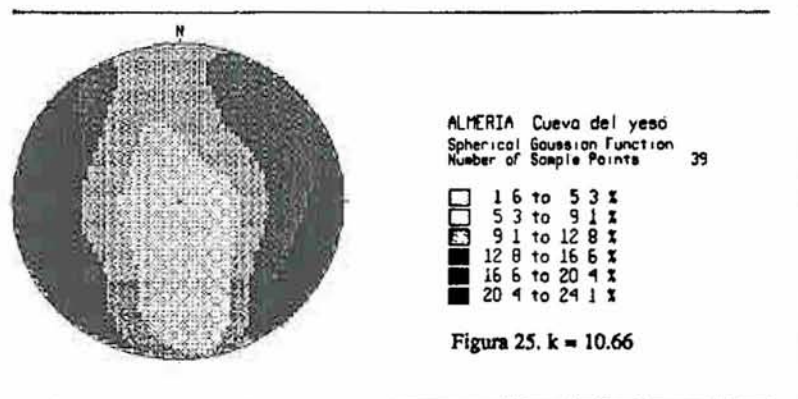


Figura 25. k = 10.66

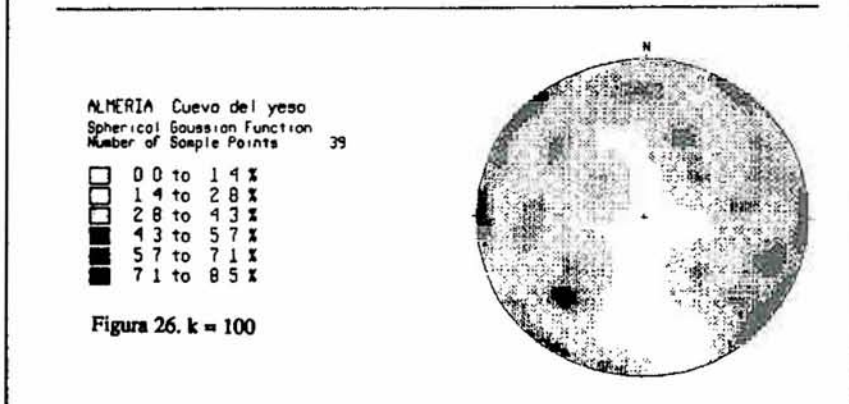


Figura 26. k = 100

Figuras 24, 25 y 26. Densidades de polos (Cueva del Yeso)

tesis de una distribución uniforme de los datos, debido a que $Rbar = 0.305 = Rbar$, el valor de $Rbar$ se ha obtenido de la tabla de DAVIS (1983), con un 95% de confianza. El resultado del cálculo de las densidades de polos en plantilla de Schmidt se presentan en las figuras 18, 19 y 20, para los métodos de Función de Paso y de Función Gaussiana Esférica con los parámetros calculados y con los sugeridos por el método.

Si se calcula el histograma (figura 21), a partir de los datos medidos, de direcciones principales de drenaje se obtiene como coinciden con los resultados de los diagramas de densidades de polos, lo que confirma la validez del método. Este histograma sería el que se utilizaría para la simulación de la red de flujo de la forma descrita.

Fundamentalmente es la dirección del plano de drenaje N 450E la que tiene la mayor probabilidad de dar lugar a una red de flujo importante, existiendo una dirección secundaria N 150E en la que también puede ser favorecido el flujo. Si se comparan ambas direcciones con la topografía en planta de la cueva (figura 22), realizada por la Sección de Espeleología del Club Almeriense de Montañismo, se puede ver cómo la dirección media de la cueva no corresponde con una dirección principal, pero si se pueden destacar que muchas de las galerías siguen direcciones comprendidas en las que da el histograma (figura 21) la mayor probabilidad (obsérvese el denominado Complejo del Caracol, la Galería de los Cristales). Se podría conjeturar la hipótesis de que esta cueva ha podido ser formada por la interconexión múltiple de una serie de huecos que siguen las direcciones principales de drenaje, posiblemente a través de una fisura que las atravesase con dirección N 30° W.

Cueva del Yeso

Situada aproximadamente a 4 Km (figura 16) de la cueva del Tesoro (SO-138), tiene por denominación dentro del catálogo SO-002, con coordenadas 579.420 de longitud y 4.105.300 de latitud, a 340 m. sobre el nivel del mar. También se denomina Cueva del Infierno con 8 bocas de acceso, y procesos graviclásticos.

Sobre esta cavidad se han tomado un total de 39 datos correspondientes a planos de venas, esto es, a posibles direcciones de drenaje y direcciones fundamen-

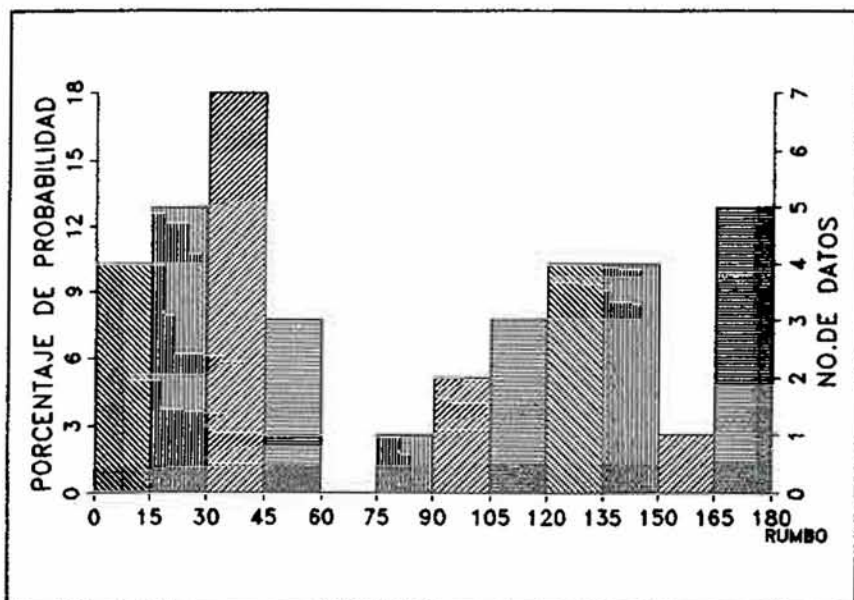


Figura 27. Histograma de direcciones principales de drenaje (Cueva del Yeso)

tales de debilidad en la roca. Al aplicar el Método descrito tal y como se ha hecho en la Cueva del Tesoro, los resultados de proyectar los polos sobre la red de Wulff son los de la figura 23. Como se puede ver en ella, incluso teniendo en cuenta los valores de los estadísticos de los autovalores E1, E2 y E3, los polos se distribuyen sobre una traza o guirnalda (figura 13), que constituye un círculo máximo de rumbo N 105°E y buzamiento de 14.60, sobre el que se

sitúan.

Para el ajuste del diagrama de densidad de polos aplicando las técnicas del Método de Kamb sobre el Método de Paso, descrito anteriormente, se obtiene:

área de búsqueda = 0.18

$E[n^\circ \text{ de puntos}] = 7.31$

$s = 2.43$

si se aplica el Método de Kamb pero para el Método de Función Gausiana Esférica se obtienen el parámetro k de $w(\rho)$, así como los anteriores:

$k = 10.66$

$E[n^\circ \text{ de puntos}] = 3.65$

$s = 1.218$

El test estadístico de R_{bar} indica que también se rechaza la hipótesis de distribución uniforme de las observaciones, ya que $R_{bar} = 0.38 > R_{bar}' = 0.27$ con un grado de confianza del 95%.

Los resultados de obtener el diagrama de densidades polares para las técnicas de Función de Paso y de Función de Gausiana Esférica se muestran en las figuras 24, 25 y 26. Así como el histograma (figura 27) que da una dirección de flujo preferente a los N45°E, que corresponde con la también obtenida en el diagrama polar, aunque destaquen algunas otras modas secundarias como N30°E, ó N180°E, menos probables que la primera.

Como se puede apreciar, comparando este resultado con la topografía de la planta de la cueva (figura 28), como la dirección media sigue la preferente, en cuanto a la probabilidad, de drenaje. Esto supone que el flujo que circula subterráneamente ha seguido una discontinuidad de debilidad, a través de la cual ha ido disolviendo la roca y formando las cavidades que aparecen en dirección próxima a N 45°E.

Una primera conclusión que se puede sacar a la vista de los dos histogramas, de la Cueva del Yeso y de la Cueva del Tesoro, así como

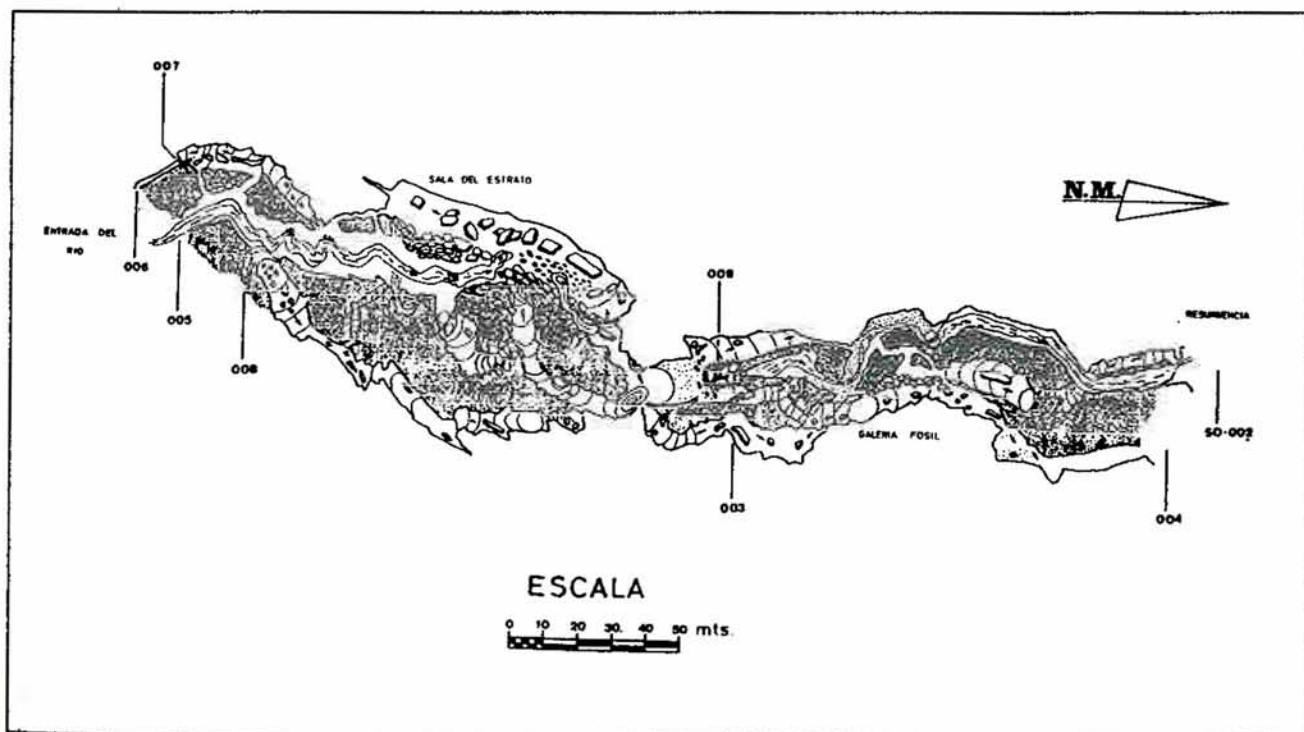


Figura 28. Topografía de la Cueva del Yeso (in SANCHEZ MARTOS y CALAFORRA, 1991)
Topografía: GEP

de sus respectivos diagramas polares, es que aún estando separadas una distancia de 4 Km se demuestra la pertenencia a la misma unidad morfológica, en cuanto a las direcciones preferentes de drenaje subterráneo, aunque la traza de las cuevas no lo describan aparentemente, y esto es solo aparentemente, ya que estudiando los datos tomados se demuestre que lo contrario si es cierto.

La simulación de las redes de drenaje sintéticas, a partir de los resultados obtenidos se basan, fundamentalmente en un primer estadio, en la traducción de la traza o planta de la cueva a un código de tres estados que consisten, como ya se describió en 1-avance, [-ramificación, y]-vuelta a la anterior ramificación. Siguiendo esta técnica de encriptamiento se puede estudiar estadísticamente el código que define la cueva. En concreto, para la Cueva del Yeso, el código obtenido es el siguiente de 64 caracteres:

1[11]1[111][11[11]1[1]11]1[1]1
11[11]1[1]11[1]1[1111]1[1]1

que procede de otro más completo de 83 caracteres:

1[1]1[1]1[1]1[1]1[111]1111111
11]1[1]1[1]1[1]1[11]1[111]1[1]111]11
1[1]1[1]1[11]111[1]1]1

Aunque se trabaje para las simulaciones con el de 64, el que se estudiará estadísticamente es el último de 83, ya que el primero se ha reducido eliminando algunos de los elementos 1, lo que supone que la red de drenaje mantenga la forma pero sea más reducida. Varias de las simulaciones realizadas se han tomado para las figuras 29, 30 y 31.

Estas cadenas pueden ser analizadas estadísticamente como cadenas de Markov, de tal forma que a partir de un test de Chi cuadrado permita discernir si existe cierta relación entre estados precedentes o no. La primera idea sería tomar la cadena completa con sus 83 elementos. Si se trabaja con la correspondiente matriz de transición muestral \overline{TFM} y se compara con la matriz de transición esperada \overline{TEF} , mediante el test de χ^2 , dado por el cálculo del cuadrado de las diferencias entre lo observado O y el esperado E:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

donde O es el número observado de transiciones de un estado a otro, y E es el número de transicio-

nes esperadas si los estados sucesivos son independientes. El resultado de cada una de las matrices correspondientes así como del valor de χ^2 son los siguientes:

$$\overline{TFM} = \begin{pmatrix} 30 & 11 & 13 \\ 15 & 0 & 0 \\ 9 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\overline{TEF} = \begin{pmatrix} 35.1324 & 9.7578 & 9.1044 \\ 9.7590 & 2.7105 & 2.5290 \\ 9.1084 & 2.5298 & 2.3604 \end{pmatrix}$$

$$\chi^2 = 7.98$$

El test tiene (m-1)² grados de libertad, donde m es el número de estados, que en este caso son 3, por lo que hay 4 grados de libertad. El valor de con 4 grados de libertad es 9.488, con lo que no se puede rechazar la hipótesis de independencia entre los estados sucesivos, con un grado de confianza del 95%. Aparentemente no hay una tendencia estadística a que ciertos estados estén preferentemente seguidos de otros. Bien a partir de esta conclusión, si eliminamos todos los estados que no suponen un cambio en la serie de estados, como son todos los 1 que vayan seguidos en más de una posición, se obtiene una nueva cadena de Markov, reducida de la primera pero en la que solo figuran transiciones de un estado a otro sin tener en cuenta el número de estados iguales seguidos. Las matrices que se obtienen y el valor del estadístico correspondiente son:

$$\overline{TFM} = \begin{pmatrix} 0 & 11 & 13 \\ 15 & 0 & 0 \\ 9 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\overline{TEF} = \begin{pmatrix} 11.52 & 7.20 & 5.28 \\ 7.20 & 4.50 & 3.30 \\ 5.28 & 3.30 & 2.42 \end{pmatrix}$$

$$\chi^2 = 27.56$$

que si se compara con el 9.488 de la tabla se puede deducir que existe una dependencia fuerte entre estados sucesivos, con un grado de confianza del 95%, manteniéndose las propiedades de una cadena de Markov de primer orden. Este resultado permite generar redes más amplias que la que se dispone, así como generalizar aún más la modelización de las mismas, en el sentido del creci-

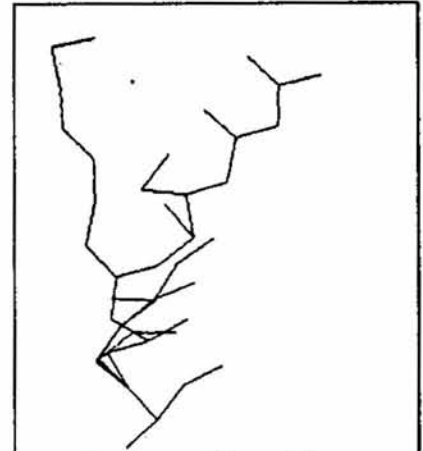


Figura 29.

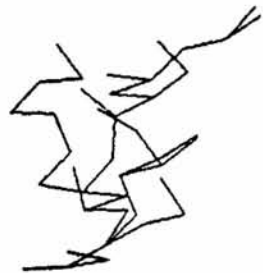


Figura 30.



Figura 31.

Figuras 29, 30 y 31. Simulaciones de la red de drenaje (Cueva del Yeso)



Galería en la Cueva del Tesoro. Foto: J.A. García Sánchez

miento futuro, en cuento a la disolución del aún más la modelización de las mismas, en el sentido del crecimiento, a partir de las probabilidades condicionales obtenidas a partir de la matriz \overline{TFM} del caso anterior, cuando se pretenda tomar la decisión de si en una cavidad surge una ramificación, o bien la matriz \overline{TFM} del caso completo si se toma la decisión de aumentar la longitud de la cavidad sin bifurcarse.

CONCLUSIONES

El tratamiento de la información descrito en la metodología precedente lleva hacia unos resultados englobables en tres grupos netamente diferenciados: los propios de la geología estructural, los específicos derivados de las hipótesis de trabajo enunciadas directamente aplicables a la interpretación del karst, y los resultados de la aplicación de una técnica sencilla de modelización.

Entre los primeros resultados se define:

- Número de fases tectónicas.
- Secuencia de la fases tectónicas.

cas.

- Carácter de las mismas.
- Sentido de los empujes principales.

Entre los segundos:

- Las direcciones de drenaje, según modas, y su grado porcentual de probabilidad.
- Predicción de la orientación de los conductos en la red tridimensional de drenaje.

Entre los terceros:

- Generalización probabilística de las redes de drenaje pertenecientes a una unidad kárstica.
- Modelización, en base a datos reales de campo, de cavidades kársticas.

Su campo de aplicación es realmente amplio, mejorando las posibilidades de:

- Captación de aguas en acuíferos kársticos.
- Corrección de fugas en la construcción de presas en áreas kársticas.
- Correcciones de avenidas de agua en minería.
- Predicción y localización de la continuidad de las menas de mineral en yacimientos paleokársticos.

- Localización "a priori" de las surgencias asociadas a un acuífero kárstico.

- Modelización del flujo subterráneo en medios heterogéneos complejos y fracturados.

Estas aplicaciones pueden desarrollarse sobre litologías tan variadas tales como areniscas, cuarcitas, yesos y evaporitas, yesos, etc..., por cumplirse en ellas tanto la condición de circulación del agua a través de los conductos interconectados que siguen las direcciones de debilidad el macizo rocoso, como la ampliación de los mismos por la disolución en su sentido más general. Así mismo las técnicas numéricas que se están desarrollando permitirán realizar modelos capaces de resolver gran parte de los problemas hidrogeológicos que se plantean en un amplio espectro de las litologías existentes en la naturaleza.

BIBLIOGRAFIA

Arthaud, F. (1969): Méthod de détermination graphique des directions de raccourcissement d'allongement et intermédiaire d'uné



Galería en la Cueva del Yeso. Foto: J.A. García Sánchez

population de failles.— Bull. Soc. Geol. de France (7) XI.

Arthaud, F. y Mattauer, M. (1969): Exemples de styloites d'origine tectonique dans le Languedoc, leurs relations avec la tectonique cassante.— Bull. Soc. Geol. France (7) XI.

Calaforra, J. M.; Durán, J.J.; García, J.; Montero, A. J.; Sánchez, P.; Robledo, A. (1986): El karst en los yesos de Sorbas (Almería).— Agencia del Medio Ambiente. Inéd.

Calaforra J.M. 1986: Ideas preliminares sobre el funcionamiento hídrico del karst en yeso de Sorbas (Almería).— Lapiatz 15: 16-21. Valencia.

Carulla, N. (1977): Contribución al conocimiento de la dinámica hidrogeológica en clima semiárido (Depresión de Vera, Almería).— Tesis doctoral. Fac. Ciencias Univ. Autónoma de Barcelona. 373 p.

Davis, J. C. (1986): Statistics and data analysis in geology.— Kansas Geological Survey. John Wiley & Sons. New York. USA.

Eraso, A. (1972): La convergen-

cia de formas.— Conferencia de clausura del III Curso de Geomorfología e Hidrogeología Kárstica. Facultad de Ciencias. Universidad de Madrid.

Eraso, A. (1972): Problemática actual de estudio del karst. Nuevo enfoque de su investigación.— Conferencia inaugural del II Congreso Nacional de Espeleología. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.

Eraso, A. (1985/86): Método de predicción de las direcciones principales de drenaje en el karst.— KOBIE (Serie Ciencias Naturales). Bilbao. Bizkaiko Foru Aldundia-Diputación Foral de Vizcaya. n. XV.

Hernanz, A. (1969): Esquema conceptual del karst.— Conferencia inaugural del I Curso de Geomorfología e Hidrogeología Kárstica. Facultad de Ciencias. Universidad de Madrid.

Mardia, K. V. (1972): Statistics of directional data.— Academic Press Ltd. London.

Paredes, C. (1991): Simulación de medios fracturados. Modelización de almacenamientos de resí-

duos radiactivos.— Master en Tecnología Hidrogeológica. Area XVIII. I.T.G.M.E., U.P.M.

Paredes, C. (1992): Transporte de solutos por aguas subterráneas en medios fractales. STIFED.— Proyecto Fin de Carrera. Departamento de Matemáticas Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. U.P.M.

Pulido-Bosch (1982): Consideraciones hidrogeológicas sobre los yesos de Sorbas.— Reunión Monográfica sobre el Karst de Larra. Isaba (Navarra). 257-274.

Ragan, D. M. (1980): Geología estructural. Introducción a las técnicas geométricas.— Ed. Omega. Madrid.

Rockworks TM. (1988): STEREO TM. Orientation analysis and plotting.— A RockworksTM Application Geological Software for Microcomputers. RockWareTM, Inc. Colorado. U.S.A.

Sánchez-Martos, F.; Calaforra J.M. (1991): Grandes cavidades de la provincia de Almería.— Espeleotemas 1: 8-21. ■

Avance al Catálogo de cavidades "Unidad de Escalate" Manto de Lújar. Sectores B (Escalate) y C (Vélez Benaudalla) (Granada)

Preliminary cave list of the Escalate unit (Lújar nappe). Sectors B (Escalate) and C (Vélez Benaudalla). Granada

Florido, F.

Grupo de Actividades Espeleológicas de Motril. G.A.E.M.
C/ Piedrabuena, 18
18600 MOTRIL, Granada (ESPAÑA).

Abstract

The author shows a number of caves (26) located in the district of Vélez Benaudalla (Granada, Spain) in the carbonated materials of the Unit of Escalate; 5 km far from Vélez Benaudalla (sector B) and 2 km far (sector C). The caves are small with the exception of "Sima Redonda" -90 m deep. Physical, geomorphological and structural features of these caves are detailed as well as some characteristics of the geographical environment.

Key words: cave catalogue, Vélez Benaudalla (Granada)

Resumen

El autor presenta una serie de cavidades (26 en total), situadas en el término municipal de Vélez Benaudalla (Granada), en los materiales calcáreo-dolomíticos del manto de la Unidad de Escalate, concretamente en el lugar denominado "Escalate sector B"; a 5 km de la localidad de Vélez Benaudalla, y el sector C situado a 2 km de la mencionada localidad, son pequeñas cavidades de desarrollo horizontal, salvo SIMA REDONDA de -76 m y 100 de recorrido. Se detallan las características físicas, geomorfológicas y estructurales, además del entorno geográfico donde se hallan ubicadas.

Palabras clave: catalogo de cavidades, Vélez Benaudalla (Granada)

INTRODUCCION

Las actividades espeleológicas en los materiales carbonatados de la Unidad de Escalate y los tres sectores en que se divide (Sector A Loma de las Espartinas, publicado en la revista *Andalucía Subterránea*), comenzaron por parte del Grupo de Actividades Espeleológicas de Motril GAEM en la década de los años 80. La cercanía a Motril y el conocimiento de algunas cavidades de importancia, las visitas al macizo kárstico fueron

numerosas; labores de topografía, fotografía y prospección en exteriores han dado como resultado una documentación exhaustiva parte de la cual es publicada en esta información.

Los dos sectores que en este artículo se estudian se encuentran situados a 5 y 2 km de la localidad de Vélez Benaudalla uno al N de la misma, en las proximidades de la Fuente Baldomero y el otro al S en la Sierra de Escalate. Entre los dos se han localizado más de 80 cavidades la inmensa mayoría de origen tectónico y que no sobrepasan los 60 m.p. salvo Sima Redonda con -76 m.p.

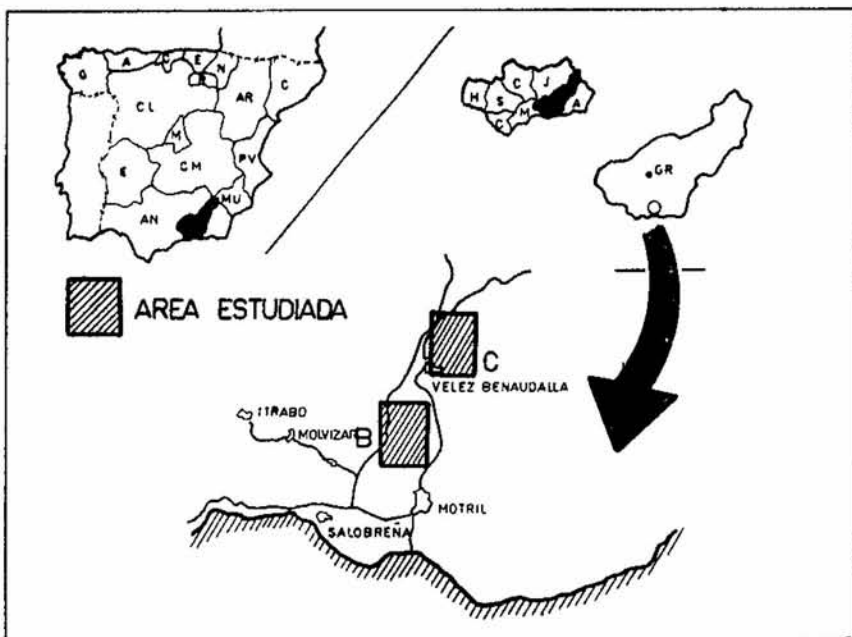
La zona también ha sido visitada esporádicamente por otros grupos espeleológicos como la Sociedad Grupo de Espeleólogos Granadinos, SGEG, y el Grupo espeleológico Iliberis desconociendo los trabajos efectuados en la misma.

Los trabajos en la zona aun no han culminado ya que la complejidad y la lentitud en los mismos no permiten un rápido conocimiento espeleológico de los materiales carbonatados, la existencia de otras unidades geológicas en el término municipal de Vélez Benaudalla y la alternancia de los trabajos en ellas, hacen que el número de cavidades se aproxime al centenar.

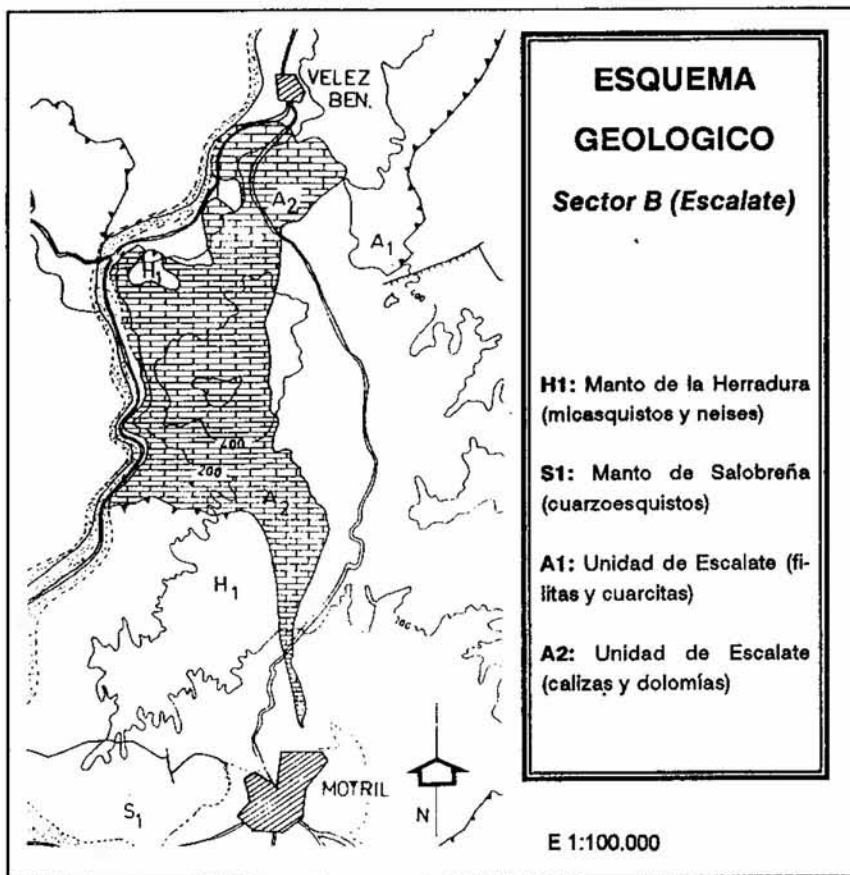
LOCALIZACION GEOGRAFICA

La zona de estudio se situa al Sur de la provincia de Granada en el borde costero, con los municipios de Motril al Sur, Salobreña al O y Vélez Benaudalla al N, como línea divisoria natural de los tres términos municipales se encuentra el río Guadalfeo, que atraviesa de Norte a Sur en un impresionante cañón kárstico los materiales carbonatados de la Unidad de Escalate, esta profunda garganta, conocida en la comarca como "Los tajos de los Vados" nos divide el sector occidental de los dos orientales Escalate y Vélez Benaudalla objetivo del presente trabajo.

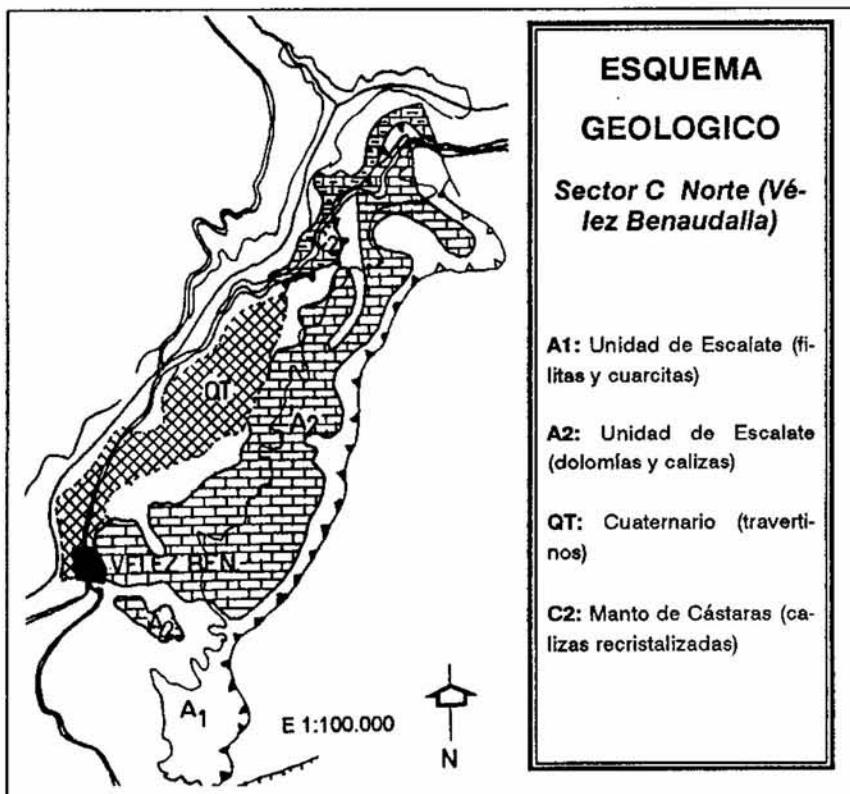
El acceso al karst se efectua desde la carretera nacional 323 Bailen-Motril, a 2 km de Vélez Benaudalla y en la margen izquierda del río Guadalfeo aparecen los mármoles carbonatados de la Unidad de Escalate. La discontinuidad en los afloramientos calcáreos, así como una buena red de pistas forestales y carreteras permiten acceder sin dificultad al interior del macizo kárstico.



Plano de situación general. Conjunto kárstico Unidad de Escalate, sectores B (Escalate) y C (V. Benaudalla)



Esquema geológico. Sector B (Escalate). H1: Manto de la Herradura, micaesquistos y neises; S1: Manto de Salobreña, cuarzoesquistos; A1: Unidad de Escalate, filitas y cuarcitas; A2: Unidad de Escalate, calizas y dolomías. BENAVENTE HERRERA (1985)



Esquema geológico. Sector C Norte (Vélez Benaudalla). A1: Unidad de Escalate, filitas y cuarcitas. A2: Unidad de Escalate, dolomías y calizas. QT: Cuaternario, travertinos. C2: Manto de Cástaras: calizas recristalizadas. BENAVENTE HERRERA (1985).

Los valores extremos de precipitación oscilan entre 300 mm en el año más seco para el sector costero. En los valores medios, la casi totalidad del área estudiada (sector costero y valle del río Guadalfeo) registra precipitaciones comprendidas entre 400 y 600 mm al año. En las vertientes de las alineaciones montañosas (Sierra de Lujar), por encima de los 1000 m es frecuente que se superen los 800 mm como valor medio. Otra característica de las lluvias en este área de estudio, reside en la escasa frecuencia con que se producen (entre 20 y 60 días año, como valores medios según los sectores). Su factor de intensidad es relativamente elevado (del orden de 15 mm por día de lluvia, como valor más representativo).

Las temperaturas medias anuales están comprendidas entre 15°C y 17°C (este último valor caracteriza a la franja litoral) mientras que en determinadas zonas cercanas a las cumbres montañosas, no llegan a superar los 10°C al año.

BREVE INTRODUCCION GEOLOGICA

La atribución de esta unidad a la Unidad de Escalate, está tomada de ALDAYA (1981).

La unidad reconocida en el corte del Guadalfeo, apenas presenta otro término que las calizas y dolomías recristalizadas; en su base aparecen unas filitas y cuarcitas con menor desarrollo que el los afloramientos que conocemos más al Este de la Unidad de Escalate. En el corte de Escalate existen las mayores potencias (hasta 400 m) de calizas y dolomías, resulta sorprendente el acuífamiento de esta importante acumulación carbonatada, que solo en 2 km y hacia el N y E, apenas sí queda representada por 10 o 15 m. Las calizas se presentan con frecuencia, recristalizadas y localmente muestran los efectos de una trituration intensa, sin embargo, los niveles alejados de los contactos muestran con entera nitidez los caracteres de las rocas sedimentarias, aunque con mayor grado de cristalinidad.

En algunos puntos de la Loma de las Espartinas (ANDALUCIA SUBTERRANEA nº 11, en prensa) al Oeste del Río Guadalfeo, se han reconocido deslizamientos submarinos sinsedimentarios. La mineralogía de las calizas y dolomías de la unidad de Escalate sólo tienen minerales carbonatos con algunas impurezas.

Inmediatamente por debajo de los niveles carbonatados aflora aunque con poca potencia, dentro del área estudiada, una formación de filitas y cuarcitas de color azulado. Corresponden a materiales poco metamórficos que contienen cuarzo, albita, mica blanca, clorita y algo de grafito. Hacia el E, esta formación se apoya sobre otra probablemente paleozoica con términos más cuarcíticos, que se manifiestan como bancos de potencia decimétrica; sus colores son grises en afloramientos fresco y de tonos rojizos por alteración.

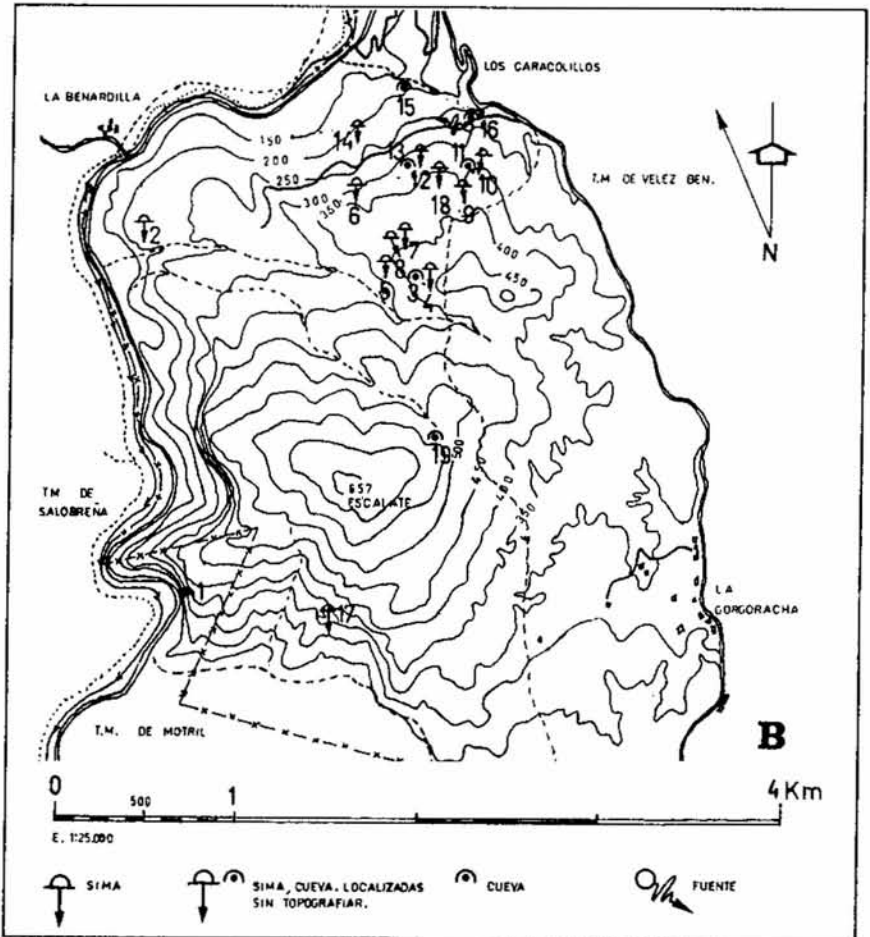
Según Aldaya (1981) contienen los mismos minerales que las filitas superiores, más la biotita, con certeza estos términos están ausentes de la hoja de Motril que junto con los más arriba descritos constituyen la Unidad de Escalate.

METODOLOGIA DE TRABAJO

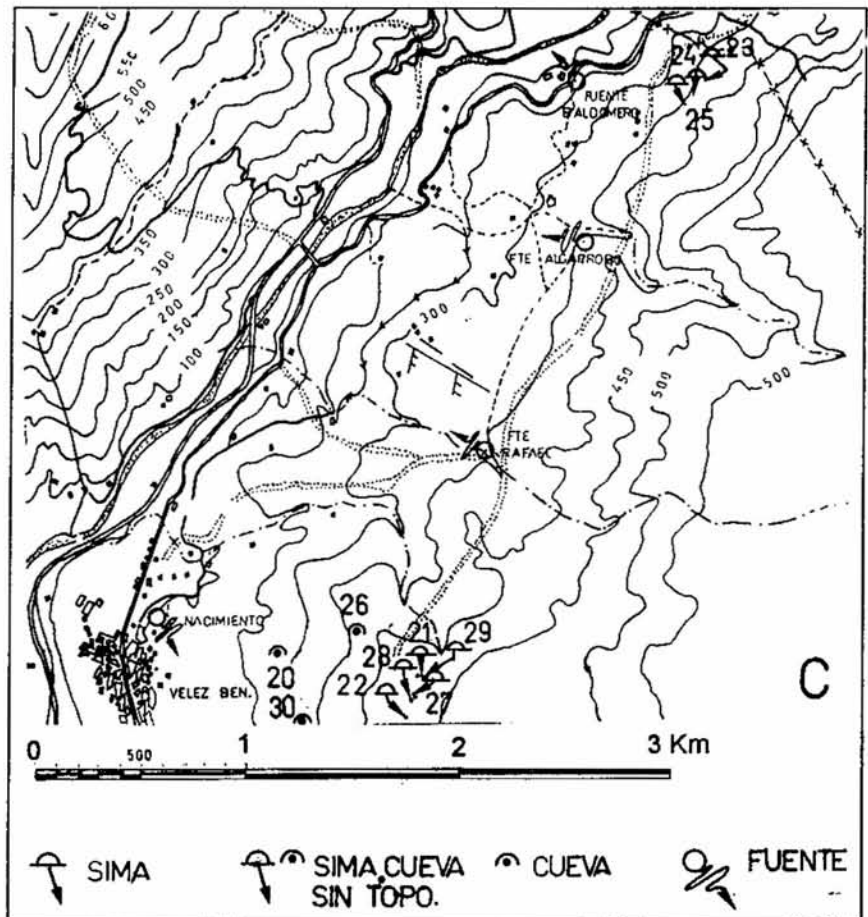
Los afloramientos calcáreos objeto de este estudio (Sierra de Escalate y parte Norte de Velez Benaudalla) discurren paralelos al antiguo trazado de la N-323 en el límite E y el nuevo trazado de dicha carretera, encajonada entre la profunda garganta de "los tajos de los Vados" para la parte O. Los dos sectores pertenecen al término municipal de Velez Benaudalla, aunque la sierra de Escalate alberga los mayores y más profundos fenómenos espeleológicos.

Para la localización y búsqueda de cavidades se utilizó fotogrametría aérea con soporte estereoscópico a escala 1:33.000, sin menospreciar la labor de prospección en campo y la investigación a los habitantes de la zona, pastores, campesinos, cazadores, etc. las cavidades la mayoría fueron localizadas por miembros del GAEM aunque un 5% son conocidas y visitadas de antiguo por los habitantes de la zona o utilizadas de vertedero como "Sima Redonda". Para la confección del catalogo de cuevas y simas se han seguido las normas de la FEDERACION ANDALUZA DE ESPELEOLOGIA (FAE), con pequeñas letras las siglas GAEM de nuestra entidad y a continuación VB para Velez de Benaudalla seguida del número de orden en que se ha localizado la cavidad ejemplo: "Sima de la Penca VB-71" sería una cavidad localizada por el Grupo de Actividades Espeleológicas de Motril en el término municipal de Velez Benaudalla y la número 71 estudiada.

Respecto a los sistemas empleados para la confección de los levantamientos topográficos de



Plano de situación de cavidades. Sector B, Occidental: Sierra de Escalate



Plano de situación de cavidades. Sector C: Vélez Benaudalla

las cavidades en labores de campo y gabinete se han seguido las directrices y recomendaciones del II SIMPOSIUM DE ESPELEOTOGRAFIA celebrado en Marbella en 1987 con el fin de homogeneizar todos los trabajos espeleológicos en materia de topografía subterránea. Los sistemas utilizados fueron los siguientes: método itinerario con poligonal abierta, en algunos casos se utilizó la poligonal cerrada y también la radiación, cuando las dimensiones de la cavidad así lo aconsejaban; Los aparatos empleados fueron: Brújula SUUNTO, Eclímetro calibrado SUUNTO, cinta métrica BMI, para la visualización de coordenadas en exteriores se utilizó el taquímetro LAGUNA TB-II.

CATALOGO DE CAVIDADES

Sector B: Sierra Escalate

Los límites geográficos vienen definidos por las siguientes coordenadas, al Norte limita con la localidad de Velez Benaudalla, al Sur con el término municipal de Motril, al Oeste con el cañón kárstico del "Tajo de los Vados" y el río Guadalfeo y al Este con la cortijada de "La Gorgoracha".

1. Cueva de La Mañoña MT-22

Coordenadas U.T.M. 521,719.
Altitud: 101 m.s.n.m.

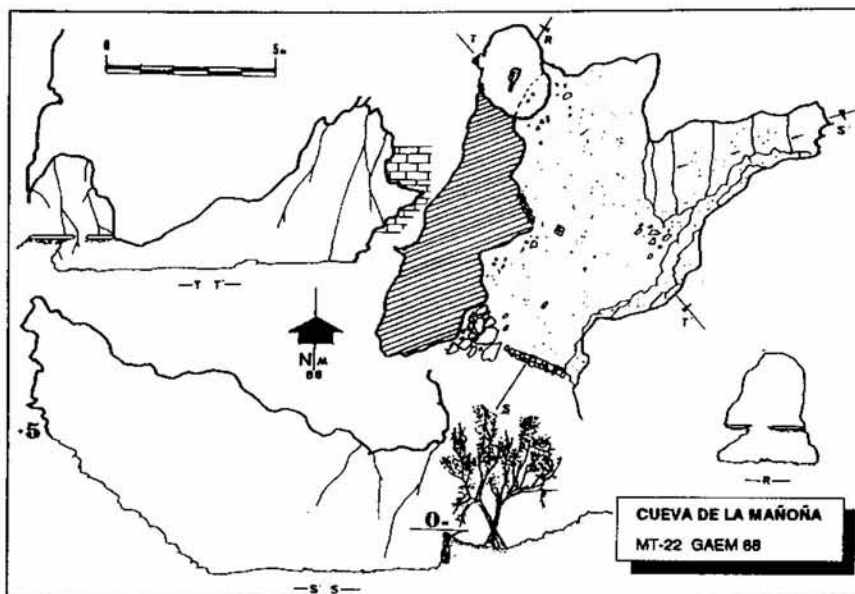
Cavidad situada a la entrada del cañón kárstico del "Tajo de los Vados", su boca se abre al pie del denominado "Tajo del Canal", la cueva presenta una única sala de forma irregular con dos entradas, la superior está urbanizada con una pequeña puerta y la inferior al pie de un árbol. Debe su peculiar nombre a que al parecer estuvo habitada por una mujer conocida por los más antiguos de la zona como "La Mañoña".

No se aprecian en la cavidad ninguna clase de espeleotemas ni de relleno químico, ni fauna de ninguna clase. Alcanza un recorrido total 20 m, recorrido horizontal 20 m y desnivel positivo +5 m. El levantamiento topográfico lo realizaron F.Florido e I.Ortega en 1988.

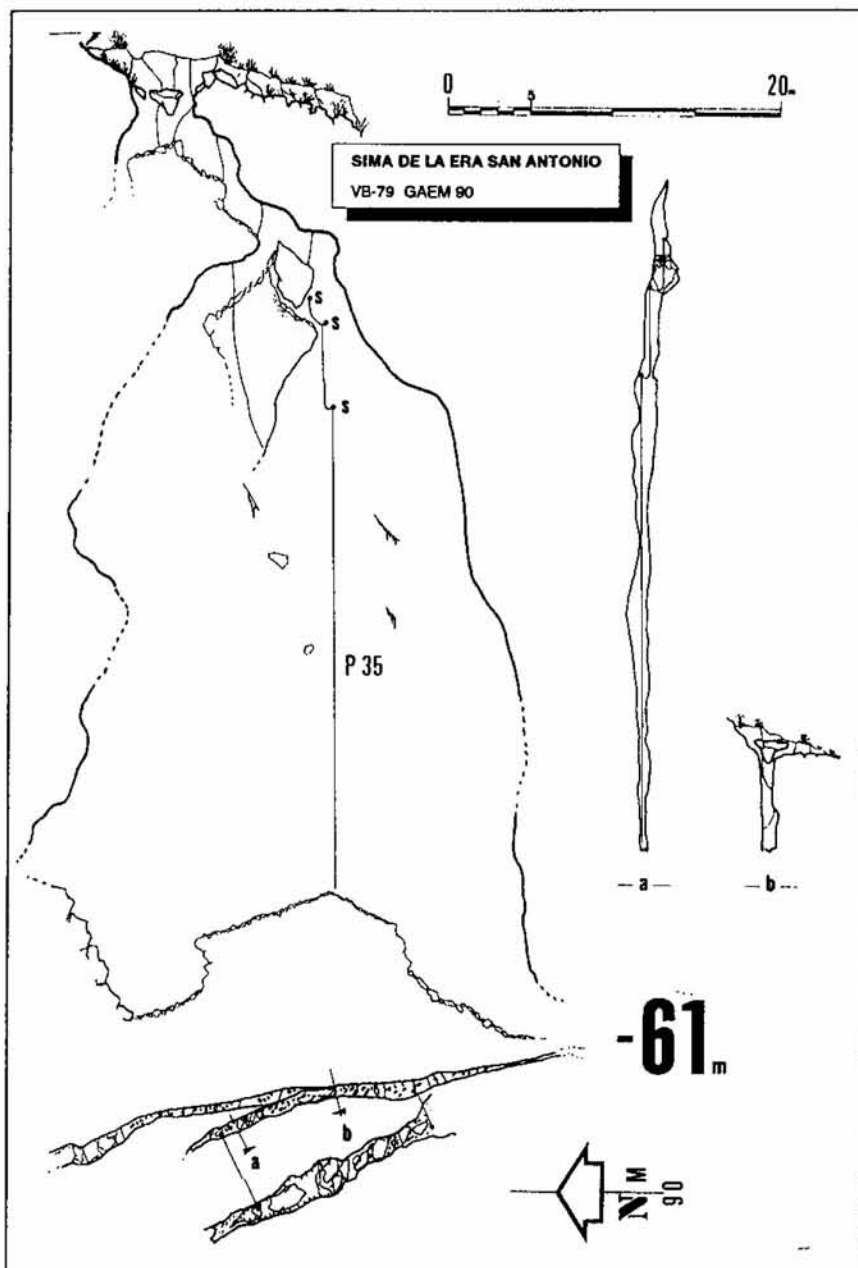
2. Sima de la era de San Antonio VB-79

Coordenadas: U.T.M. 4519,739.
Altitud: 230 m.s.n.m.

Su entrada aparece unos 130 m al SO del "cortijo de la Era S. Antonio", es una fractura de dirección NNO-SSE, presenta una entrada

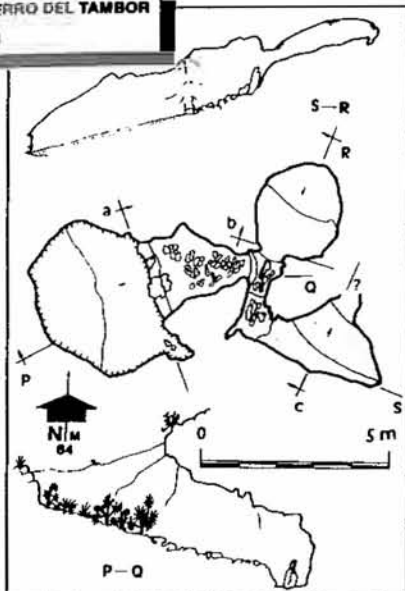


Cueva de la Mañoña MT-22. Topografía: GAEM



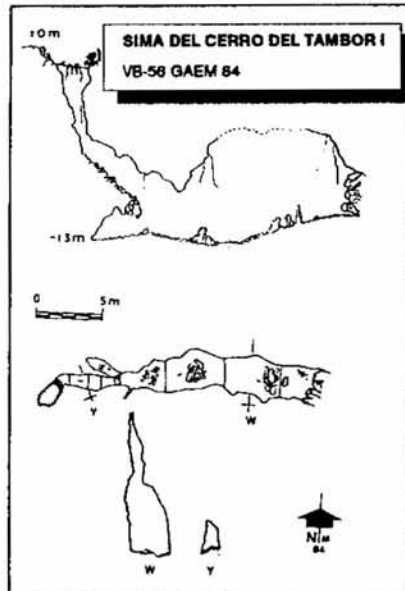
Sima de la Era San Antonio VB-79. Topografía: GAEM

CUEVA DEL CERRO DEL TAMBOR
VB-55 GAEM 84

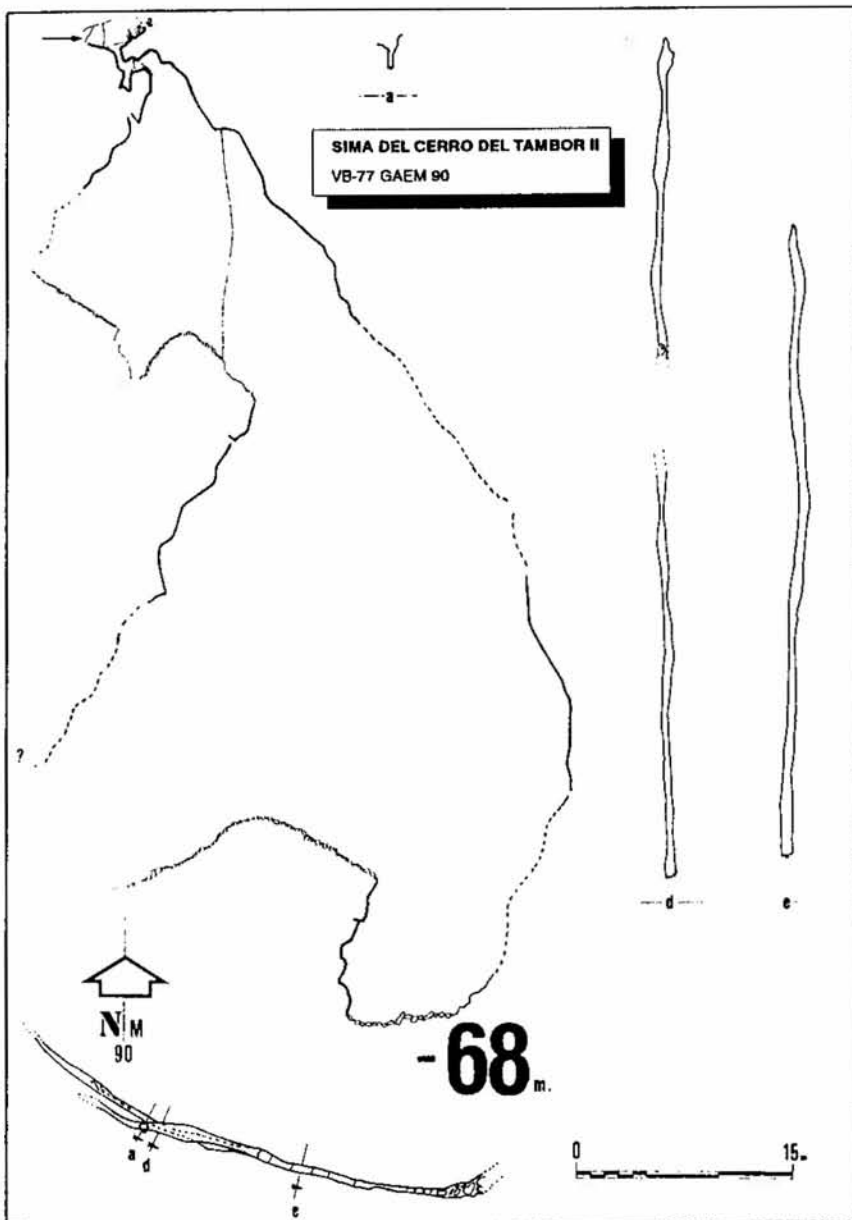


Cueva del Cerro del Tambor VB-55
Topografía: GAEM

SIMA DEL CERRO DEL TAMBOR I
VB-56 GAEM 84



Sima del Cerro del Tambor I. VB-56
Topografía: GAEM



Sima del Cerro del Tambor II VB-77. Topografía: GAEM

vertical de 2 m con algunos bloques empotrados, practicable con técnicas de oposición. Una pronunciada rampa de piedras da paso a un nuevo empotramiento, esta vez de grandes clastos, debajo de uno de estos bloques y en la pared izquierda dos spits nos descienden una vertical de 35 m con un ancho que oscila entre los 30 cm y 1,20 m. Avanzados 15 m a cada lado un estrechamiento de la diaclasa nos impide cualquier posible continuación.

Cavidad de acusado caracter tectónico, no se observó relleno químico alguno, la fauna está representada por numerosísimas colonias de Opiliones.

Material necesario para su exploración: 40 m de cuerda, tres mosquetones y tres placas. La topografía la realizaron F. Florido y E. Pérez en 1990.

3. Cueva del Cerro Tambor VB-55

Coordenadas: U.T.M. 4534,737.
Altitud: 440 m.s.n.m.

Se ubica en la ladera occidental del "Cerro Tambor", subiendo desde el "Cortijo de la Dehesilla". La entrada es una pequeña torca cubierta de maleza y una rampa de piedras de 3 metros de recorrido da paso a una pequeña salita con algunas finas estalactitas en el techo. A la derecha otra pequeña rampa, nos deposita en otra salita de las mismas dimensiones que la anterior y con el suelo cubierto de una capa de arcilla. Se observaron en su exploración colonias de Opiliones en las paredes. Respecto al relleno químico, está circunscrito a unas pequeñas estalactitas en el techo. Su recorrido total es de 11 m y el desnivel de -3 m. El plano de la cavidad lo realizaron F. Florido e I. Ortega en 1984.

4. Sima del Cerro Tambor I VB-56

Coordenadas: U.T.M. 4534,737.
Altitud: 440 m.s.n.m.

Situada a escasos 100 m de la anterior y en la vertiente oriental del "Cerro Tambor". La entrada es una vertical de 7 m practicable en técnicas de oposición; con una rampa de moderada inclinación que da paso a un resalte de 2 m que nos deja en una diaclasa de 2 m de ancha por 13 m de larga, cegada por grandes clastos. No se apreció ninguna clase de fauna, ni proceso litoquímico alguno. Los datos topográficos arrojan las siguientes dimensiones: recorrido total 35 m, desarrollo horizontal 26

m y el desnivel es de -13 metros, los autores de la topografía fueron F.Florido e I.Ortega en 1984.

5. Sima del Cerro Tambor II VB-77

Coordenadas: U.T.M. 4533,737.
Altitud: 355 m.s.n.m.

Esta sima se encuentra situada en la ladera SO del "Cerro Tambor" y se puede acceder a ella desde el carril forestal que termina en la "Era de San Antonio". Presenta una boca de entrada bastante estrecha, la cual da paso a una vertical de 15 m, seguida de una inclinadísima pendiente que nos deja en otra vertical de 35 m, al fondo de la misma una rampa de piedras, da paso a la última vertical de 8 m. La sima es eminentemente de carácter tectónico formada a partir de una fractura de dirección NO-SE, su desnivel es de -68 m y su recorrido horizontal es de 70 m. No presenta procesos reconstructivos ni se observó fauna alguna en su interior.

Material necesario para su exploración: tres cuerdas de 20 m, 40 m y 10 m; 4 placas y 4 mosquetones. La topo: la realizaron F.Florido y D.Alaminos en 1990.

Sima de la Cámara VB-60

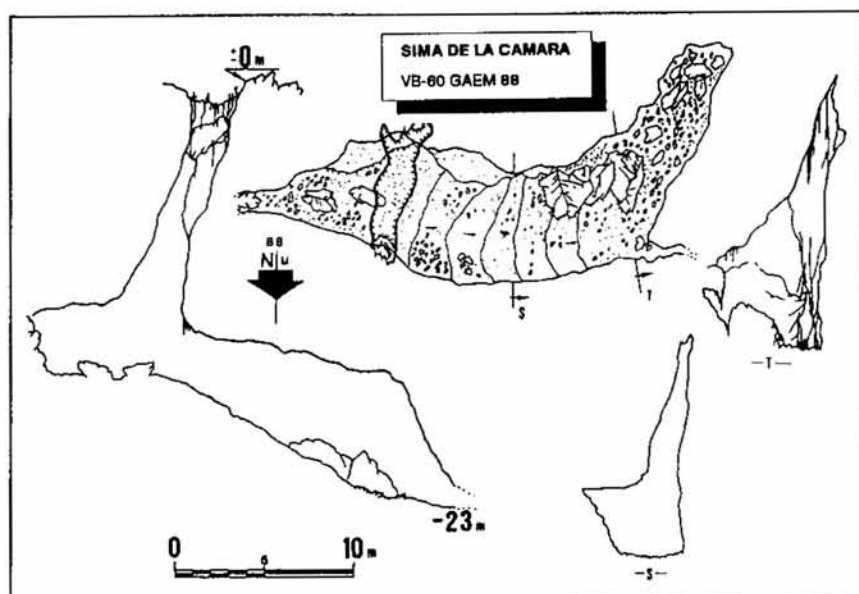
Coordenadas: U.T.M. 4531,741.
Altitud: 330 m.s.n.m.

Partiendo de la pista forestal que sale de la carretera nacional 323, a la altura del "Cortijo de la Dehesilla" a 150 m aproximadamente nos introducimos por unos almendrales hasta llegar a un corredor entre unos tajos, al final del mismo y entre dos grandes bloques se abre la entrada de la cavidad. Esta presenta de entrada una vertical de 12 m que nos deposita en una espaciosa sala descendente de dirección E-SO con grandes clastos desprendidos del techo. La sima termina en un gran desprendimiento sin posibilidad de continuación. Los espeleotemas están representados por gruesas estalactitas en los techos y coladas. El desnivel es de -23 m y el desarrollo horizontal de 35 m.

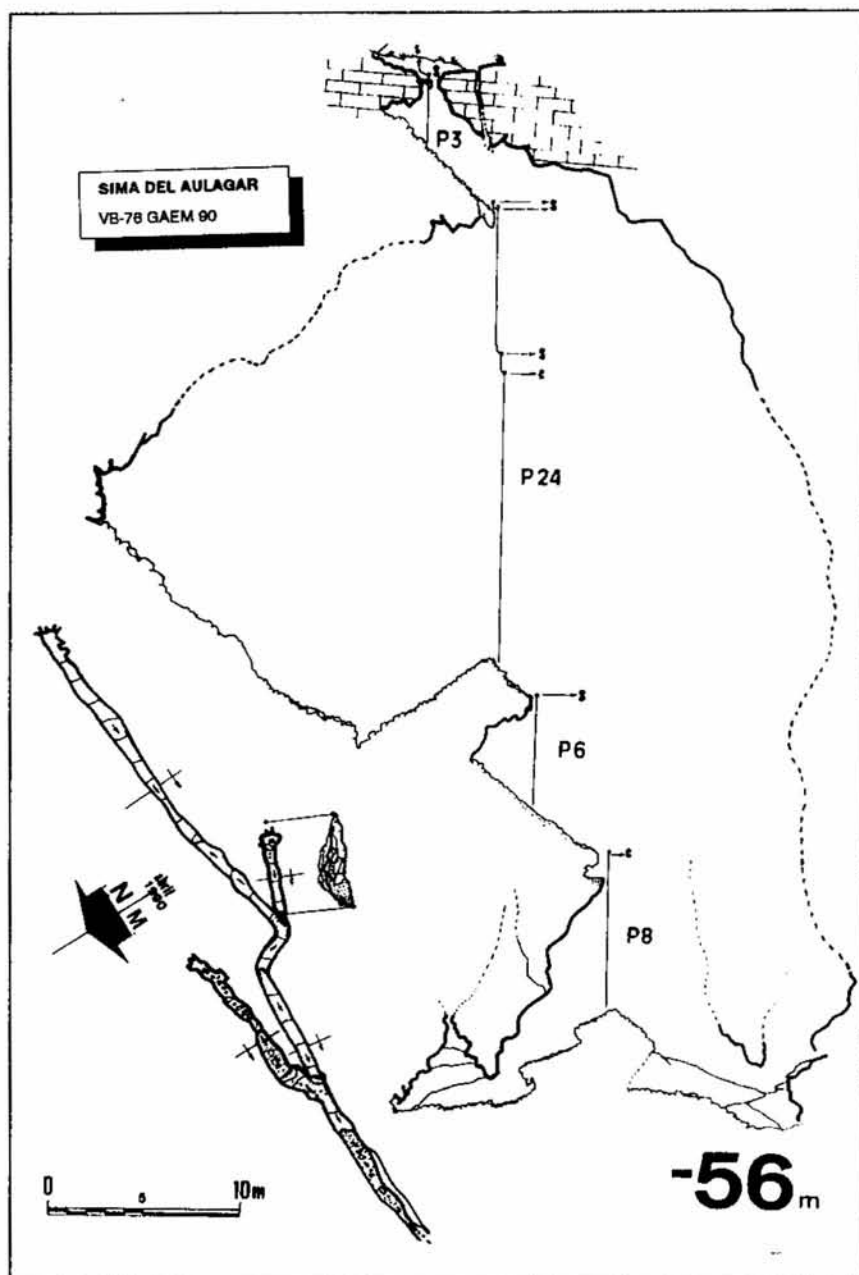
Material necesario para su exploración: Una cuerda de 20 m, 3 placas y tres mosquetones. La topo la realizaron F.Florido y M.Membrives en 1988.

7. Sima del Aulagar VB-76

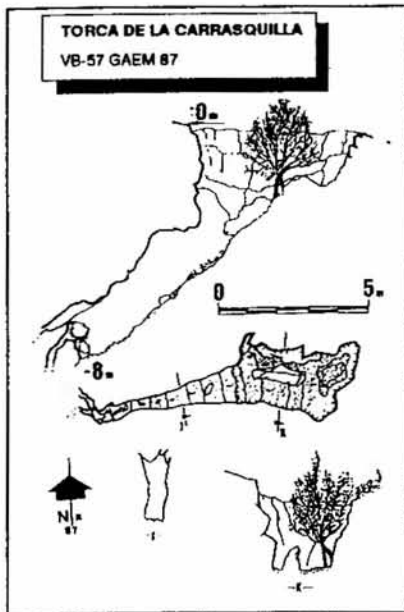
Coordenadas: U.T.M. 4533,739.
Altitud: 400 m.s.n.m.



Sima de la Cámara VB-60. Topografía: GAEM



Sima del Aulagar VB-76. Topografía: GAEM



Torca de la Carrasquilla VB-57
Topografía: GAEM

Subiendo desde la "Sima de la Cámara" y coronando la cima del cerro, se sitúa la entrada de la sima, aunque su localización es difícil dado lo cubierto del terreno y la entrada está tapada de aulagas *Ulex Parviflora* y palmitos. Presenta una vertical de 3 m a continuación y tras una rampa de piedras inestables, un pozo de 24 m., fraccionado 2 veces; dos verticales, una de 6 m y otra de 8 m nos dejan en el fondo de la diaclasa. Tras destrepar entre unos bloques llegamos a la máxima profundidad -56 m. La cavidad es de claro origen tectónico sin ningún tipo de relleno químico.

Material necesario para su exploración: Una cuerda de 70 m, 8 placas y 8 mosquetones, las medidas topográficas las realizaron F.Florido y A.Heras en 1990.

8. Torca de la Carrasquilla VB-57

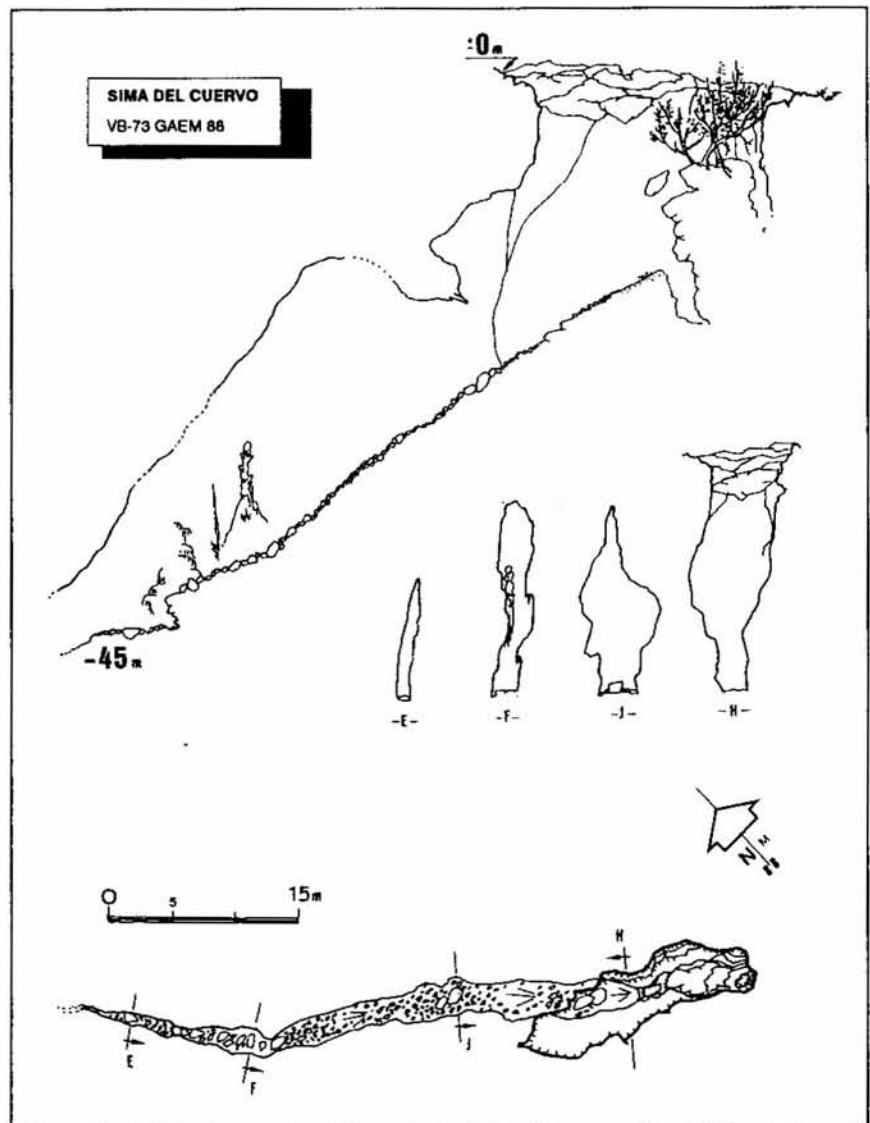
Coordenadas: U.T.M. 4533,738.
Altitud: 388 m.s.n.m.

Situada a 100 m al SO de la cavidad anterior, es una torca de 4x3 m con una inclinada rampa de 8 m cegada por derrumbes en su tramo final. No posee procesos reconstructivos ni se observó fauna alguna en su interior. No requiere material técnico alguno en su exploración, y su desnivel es de -8 m. La topografía, la realizaron F.Florido y J.J.Membrives en 1987.

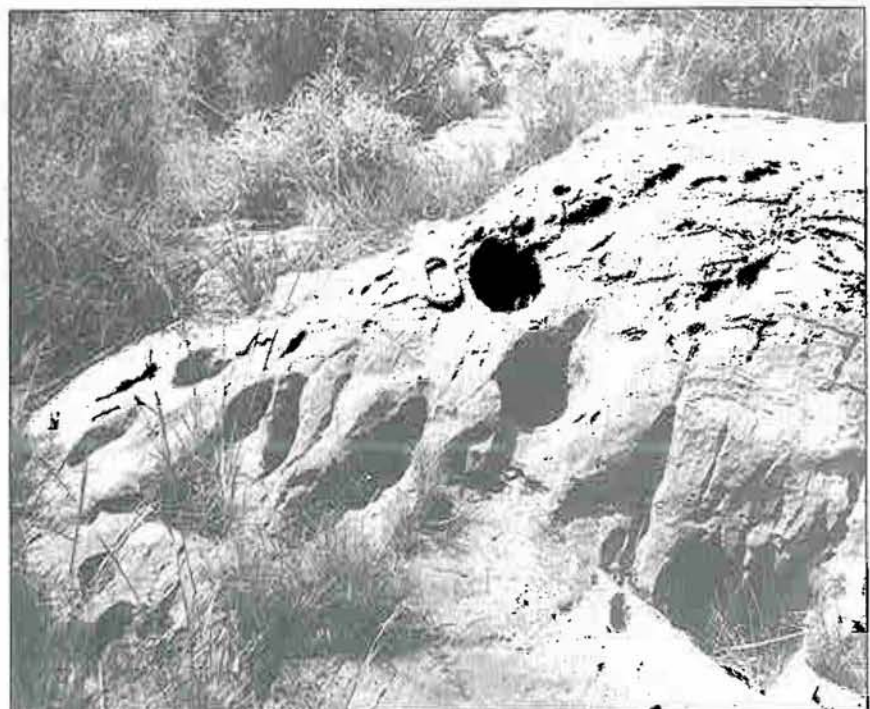
9. Sima del Cuervo VB-73

Coordenadas: U.T.M. 4535,741.
Altitud: 370 m.s.n.m.

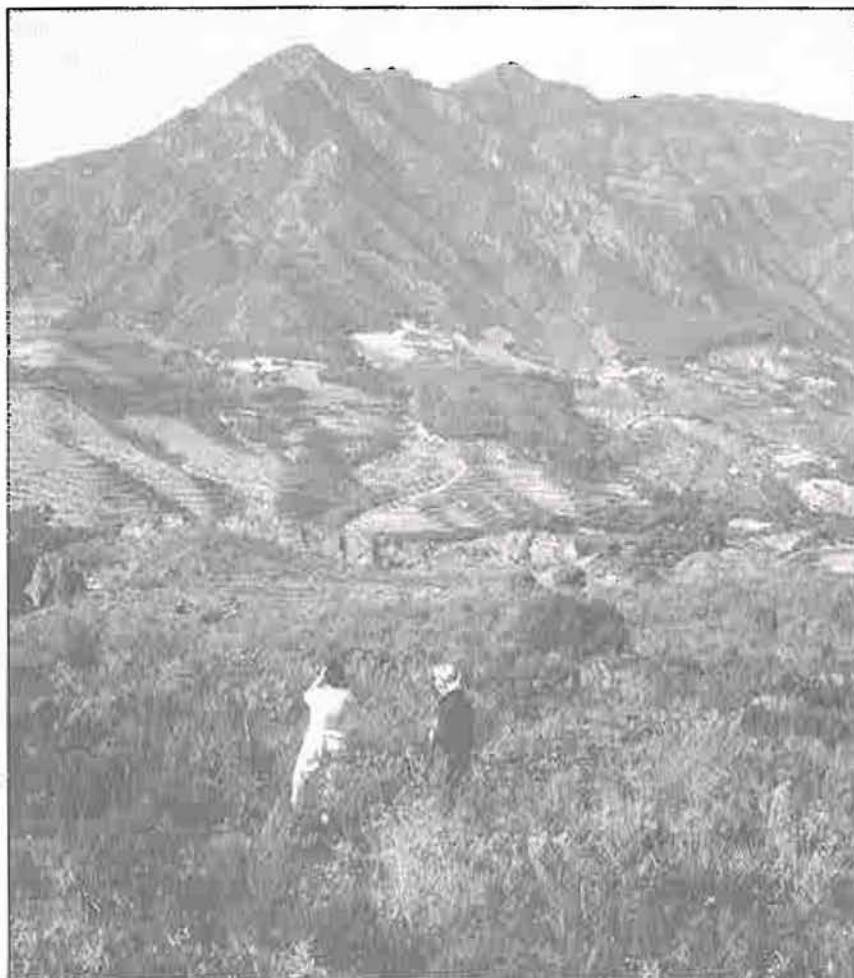
Partiendo del "Cortijo de la De-



Sima del Cuervo VB-73. Topografía: GAEM



Perforaciones cilindroideas (kamenitzas en las inmediaciones de la Sima



Inmediaciones de la Torca de la Carrasquilla. Al fondo, la Sierra del Chaparral con los picos Columba y Guindalera.
Foto: I. Ortega

hesilla" por la pista forestal, subimos entre unos almendrales hasta coronar una primera cima, en dirección S y como referencia un pino solitario salvamos un pequeño barranco y subimos por una pendiente hasta coronar la siguiente cima. Ya en el pino solitario y unos 30 m a la izquierda se abre una de las bocas de "Sima Redonda" avanzamos 80 m en dirección SE y observamos la gran boca de la "Sima del Cuervo", se desciende por las ramas de una gran higuera hasta una vertical de 10 m, salvándose perfectamente con técnicas de oposición. Una fortísima rampa descendente con grandes bloques en el suelo nos deja en un estrechamiento impracticable de la fractura a -45 m. En este tramo final de la cavidad destacan la espectacular estalagmita de 7 m de longitud y la belleza de las paredes cubiertas de coladas.

Material necesario para su exploración: Una cuerda de 30 m si se quiere acceder a la sima por la primera vertical, 2 placas y 2 mosquetones. El levantamiento topográfico lo realizaron F.Florido y M.Bautista en 1988.

10. Cueva de la Fractura VB-74

Coordenadas: U.T.M. 4536,743.

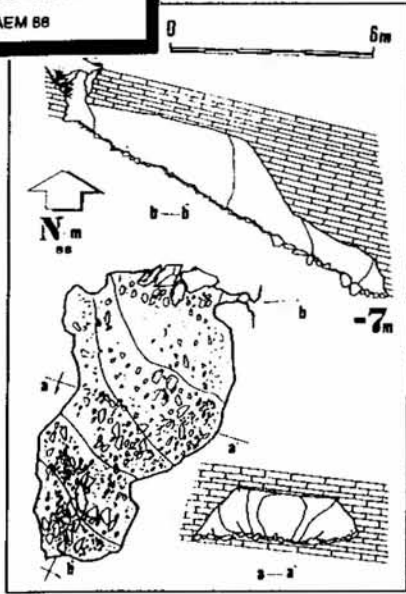
Altitud: 350 m.s.n.m.

Pequeña cavidad situada en el cerro adyacente a la pista forestal del "Coritjo de la Dehesilla". Es



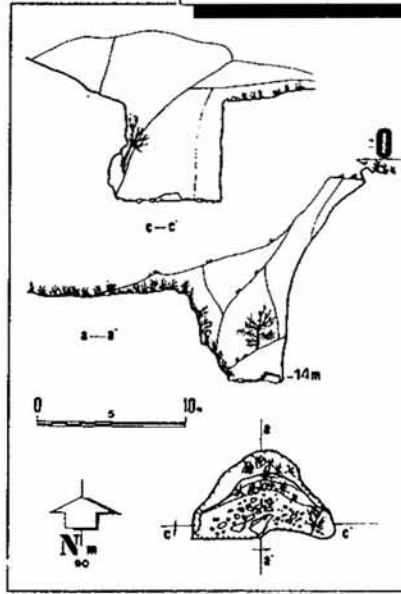
Boca de acceso a la Sima del Cuervo. Foto: I. Ortega

CUEVA DE LA FRACTURA
VB-74 GAEM 88



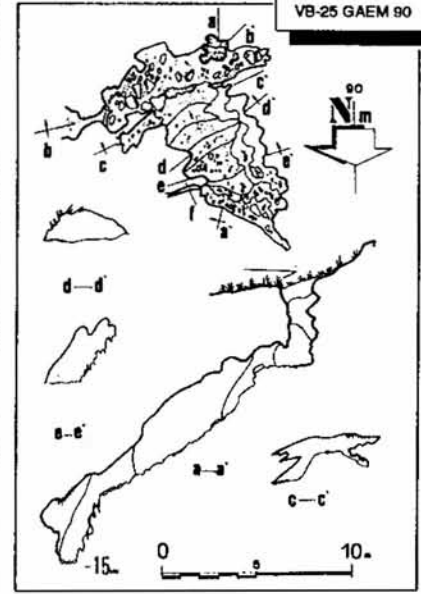
Cueva de la Fractura VB-74
Topografía: GAEM

TORCA DE LA FRACTURA
VB-75 GAEM 90



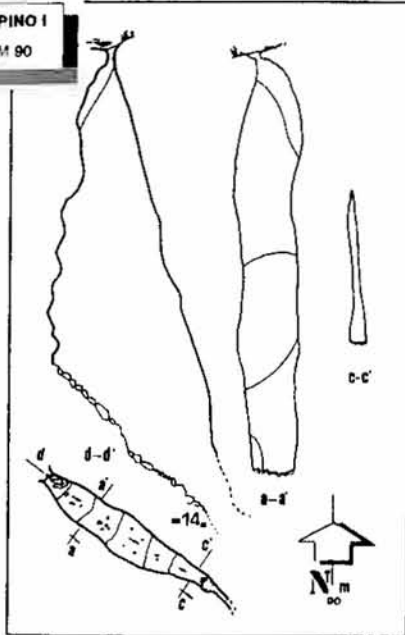
Torca de la Fractura VB-75
Topografía: GAEM

SIMA DEL PINO
VB-25 GAEM 90



Sima del Pino VB-25
Topografía: GAEM

SIMA DEL PINO I
VB-26 GAEM 90



Sima del Pino I VB-26
Topografía: GAEM

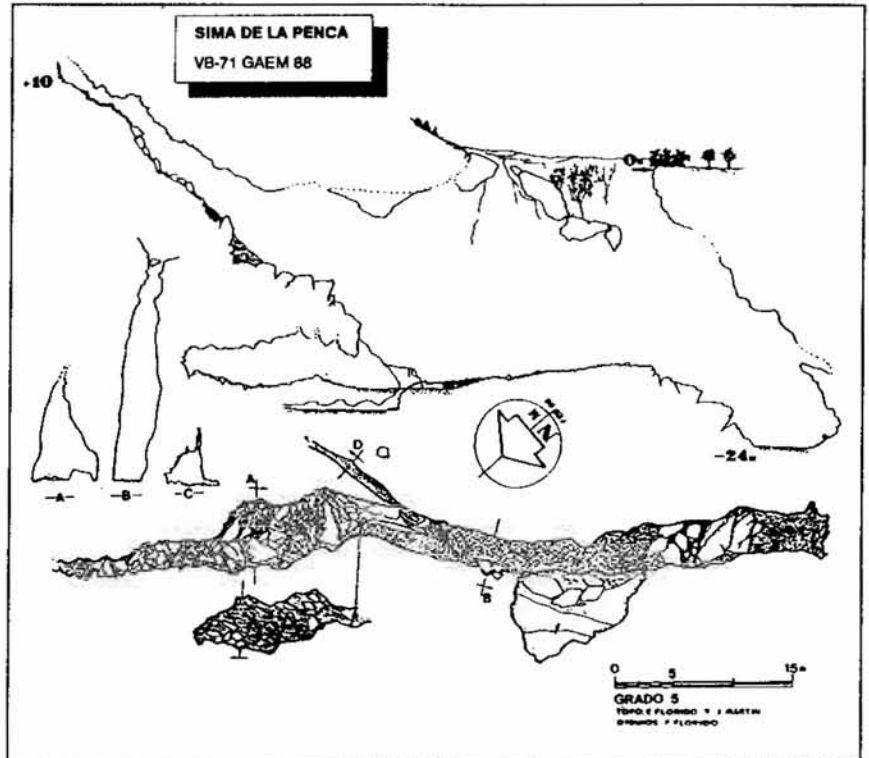
una pequeña salita de 9x4x2 m sin relleno químico alguno, con una profundidad de -7 m. por lo que no se necesita material técnico para su exploración. La topografía la realizaron F.Florido y M.Bautista en 1988.

11. Torca de la Fractura VB-75

Coordenadas: U.T.M. 4536,743.
Altitud: 350 m.s.n.m.

Situada a 20 m al NE de la anterior, es una gran torca en el cruce de dos fracturas, con una profundidad es de -14 m. La topografía la realizaron F.Florido y M.Bautista en 1990.

SIMA DE LA PENCA
VB-71 GAEM 88



Sima de la Penca VB-71. Topografía: GAEM

12. Sima del Pino VB-25

Coordenadas: U.T.M. 4535,743.
Altitud: 330 m.s.n.m.

Subiendo por el almendral que sale del "Cortijo de la Dehesilla" a media ladera y detrás de un frondoso pino se abre su boca. Es una pequeña cavidad con sucesivos destrepes nos deja en la cota de -15 m. La topografía la realizaron F.Florido y D.Alaminos en 1990.

13. Sima del Pino I VB-26

Coordenadas: U.T.M. 4535,742.
Altitud: 334 m.s.n.m.

Situada 10 m al E de la anterior es una estrechísima fisura que por medio de una vertical de 8 m y un destrepe por una pronunciada rampa de piedras, alcanza la máxima profundidad, -14 m, donde se hace impracticable.

Para su exploracion el material necesario es una cuerda de 15 m,



Galería ascendente en la Sima de la Penca
Foto: I. Ortega

2 mosquetones y 2 placas. No posee relleno químico alguno ni se observó fauna en su interior, con un origen tectónico. La topografía la realizó F. Florido.

**14. Sima de la Penca
VB-71**

Coordenadas: U.T.M. 4531,745.
Altitud: 210 m.s.n.m.

La sima se localiza partiendo de la pista de tierra que saliendo de la N-323 (antiguo trazado a V. Benaudalla) a la altura del "Cortijo de la dehesilla", ubicándose a 200 m. del mismo entre un campo de almendros y pencas de ahí su nombre. Presenta dos bocas de acceso, la superior es una vertical de 18 m y la inferior un gran ensanchamiento de la fractura cubierto de vegetación de 8 m de vertical. En el interior y en dirección SO la cavidad se ciega por impresionantes bloques desprendidos del techo. La continuación hay que buscarla hacia el NE donde trepamos por una inclinadísima rampa de grandes bloques y un gran cono de murciélago donde grandes bloques impiden la progresión, a la cota de +10m. Retornando a la base de la rampa se abre una estrecha gatera de 10 m que se obstruye también al final.

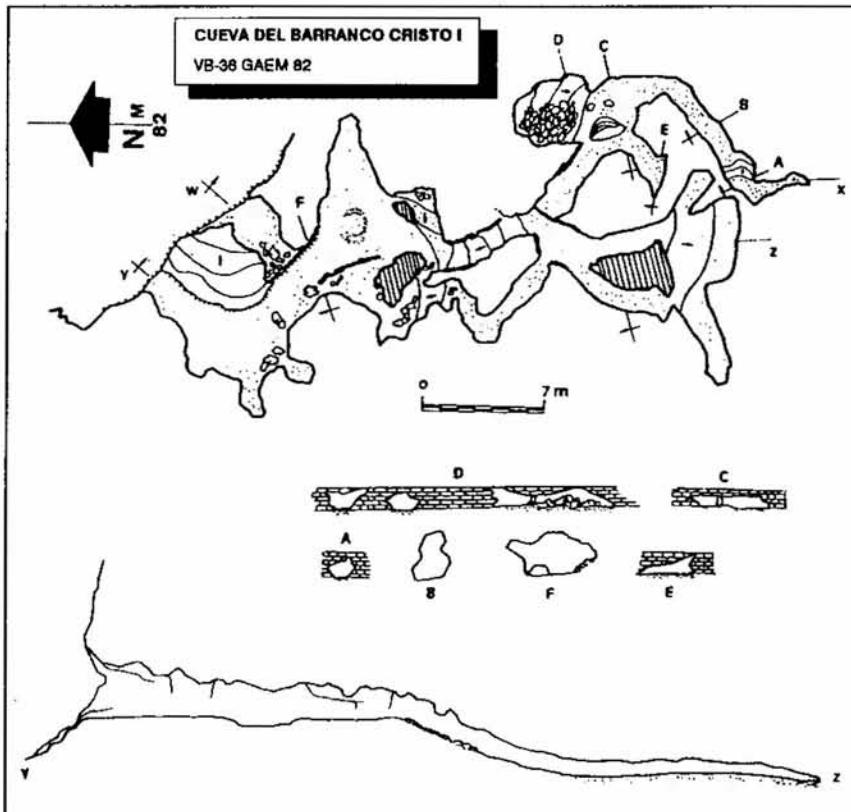
Su recorrido total es 108 m recorrido horizontal 82 m y unos desniveles de +10 y -24 metros, el levantamiento topográfico lo realizaron en 1988 F. Florido y Juan José Martín López. La fauna existente y observable en la sima es una gran colonia de quirópteros, posiblemente murciélagos de "Herradura" del género rhinolophidos.

Material necesario para su exploración: Una cuerda de 20 m tres mosquetones y tres placas.

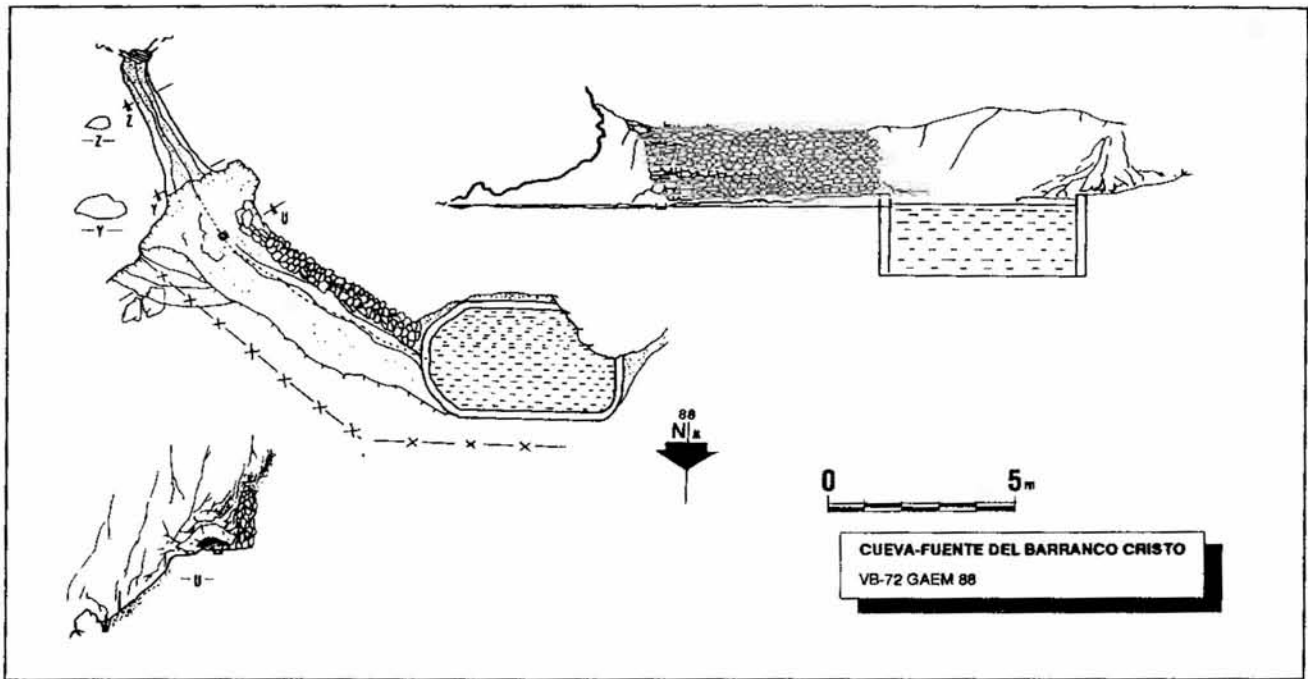
**15. Cueva del Barranco Cristo I
VB-36**

Coordenadas: U.T.M. 4534,747.
Altitud: 155 m.s.n.m.

Partiendo del "Cortijo de la Dehesilla" en la antigua carretera de Motril a Velez Benaudalla y descendiendo la Rambla de Tejedores a 200 m aproximadamente del cortijo, en la margen izquierda del barranco, al pie de un cantil se abre la boca de la cavidad. En realidad, posee dos bocas de acceso situadas al mismo nivel, que nos dejan en una espaciosa sala. Al final de la misma la cavidad se bifurca en dos pequeñas galerías que vuelven a confluir 8 m. más adelante. En esta parte de la cueva el suelo está tapizado de un abundante sedimento arcillo-are-



Cueva del Barranco Cristo I VB-36. Topografía GAEM



Cueva-Fuente del Barranco Cristo VB-72. Topografía: GAEM



Entrada a la Cueva-Fuente del Barranco Cristo VB-72
Foto: F. Florido

noso, donde puede apreciarse, en las secciones de las galerías, los estratos completamente horizontales. A continuación nos encontramos otra bifurcación a la derecha, y a avanzados 10 m llegamos a una salita de forma irregular de 10x4 m con una potente sedimentación en el suelo. Cogiendo el ramal que sale a la izquierda y avanzados 4 m llegamos a una salita ascendente, colmatada de bloques. A la derecha, continuando una galería meandriforme nos deposita en el final de la cavidad.

No se han observado procesos litogénéticos, pero sí una potente sedimentación arcillo-arenosa, posiblemente formada debido a

las filtraciones del cercano barranco, ya que en el tramo final de la cueva están a la misma cota, no se detectó ninguna clase de fauna. Su recorrido total es de 94 m, recorrido horizontal 94 metros y desnivel -2 m. La topografía la realizaron F.Florido y A.Torres en 1982.

16. Cueva del Barranco Cristo II VB-72

Coordenadas: U.T.M. 4538,746.
Altitud: 260 m.s.n.m.

La cueva se halla situada debajo del cantil del "Cortijo de la Dehesilla", en la margen izquierda del Barranco Cristo. Es una pequeña galería de 5 m al final de la

cual surge un pequeño caudal de agua, derivado hacia una alberca cercana para regadío. No presenta fauna ni litogénesis alguna, observándose en el exterior el contacto entre los mármoles de la unidad de Escalate y las filitas. La cueva funciona como una pequeña surgencia perenne, de las filtraciones del macizo calcáreo. La topografía la realizó F.Florido en 1990.

17. Sima del Palmito (Rambla Cañizares)

Sin estudiar ni topografiar.

18. Sima Redonda

Topografiándose actualmente

19. Cueva de Escalate

Sin estudiar ni topografiar.

Sector C (Norte), Vélez Benaudalla

Los límite geográficos vienen definidos por las siguientes referencias: al Oeste y Norte el río Guadalfeo, al Este, las primeras estrabaciones de la Sierra de Lújar y al Sur el "Barranco de las Palomas" y la localidad de Vélez Benaudalla.

20. Cueva de la Palma VB-1

Coordenadas U.T.M. 4549,768
Altitud: 280 m.s.n.m.

Subiendo desde el castillo árabe

be de Vélez Benaudalla en dirección Este, a media ladera se abre su boca. La cavidad es una única galería cubierta de piedras con una gran estrechez, salpicada de pequeños escarpes; al final, una gran obstrucción de bloques ciega totalmente la cavidad. La espeleogénesis está representada por bellas estalactitas en los techos, así como revestimientos parietales en las paredes. El recorrido total es de 21 m, el desarrollo horizontal de 18 m y el desnivel de -11 m. La topografía la realizaron A. Heras y F. Florido en 1981.

21. Sima de los Mulos I VB-2

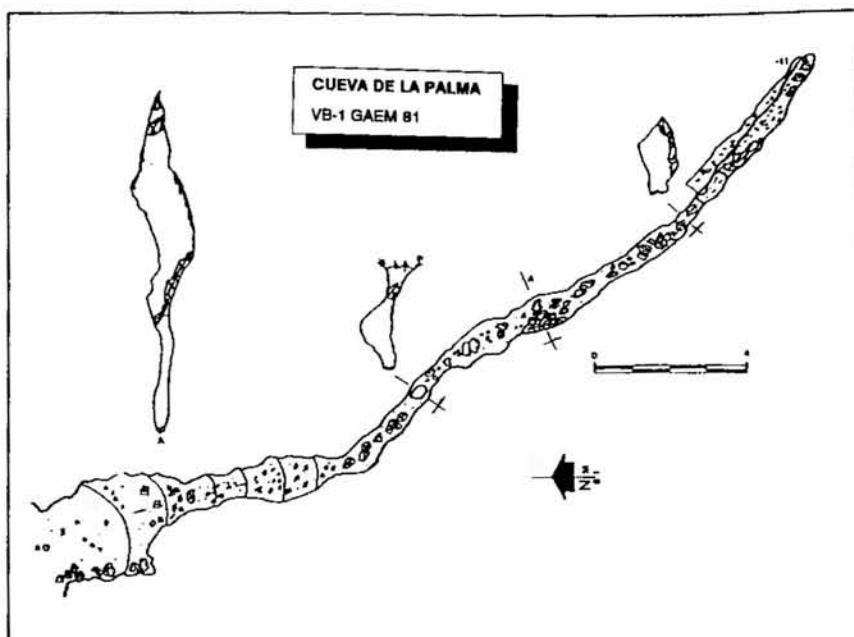
Coordenadas U.T.M. 4555,767
Altitud: 430 m.s.n.m.

Su localización no ofrece dificultad alguna ya que es conocida en la localidad de Vélez. Situándonos en la entrada de la VB-1 y subiendo en dirección Este, llegamos a unos escarpes, dejamos a la izquierda un pequeño cortijo con el techo de chapa y nos introducimos en un campo de almendros. Avanzados 30 m nos encontramos con la espectacular boca de la sima de 25x7 m con un gran bloque empotrado en el centro. Una vertical de 18 m nos lleva a un gran cañon descendente con abundantes huesos de équidos (mulos), arrojados desde el exterior. Después de destrepar entre grandes clastos, llegamos a una zona donde la galería se hace más llana con abundante sedimentación orgánica (murcielaguina). Desde este punto la cavidad asciende abruptamente por una pronunciada rampa de fuerte inclinación, hasta colmatarse totalmente por derrubios. Retornando a la caída vertical y en dirección SE existe una pequeña galería de 16 m de recorrido, al exterior de la cavidad se puede salir también sin utilizar técnica alpina por un pequeño respiradero. Es una cavidad eminentemente tectónica, sus rellenos químicos están representados por coladas y revestimientos parietales en las paredes, sin observarse otra clase de espeleotemas. El recorrido total es de 116 m, el desarrollo horizontal de 90 m y el desnivel de -46m. La topografía es obra de A. Heras y F. Florido.

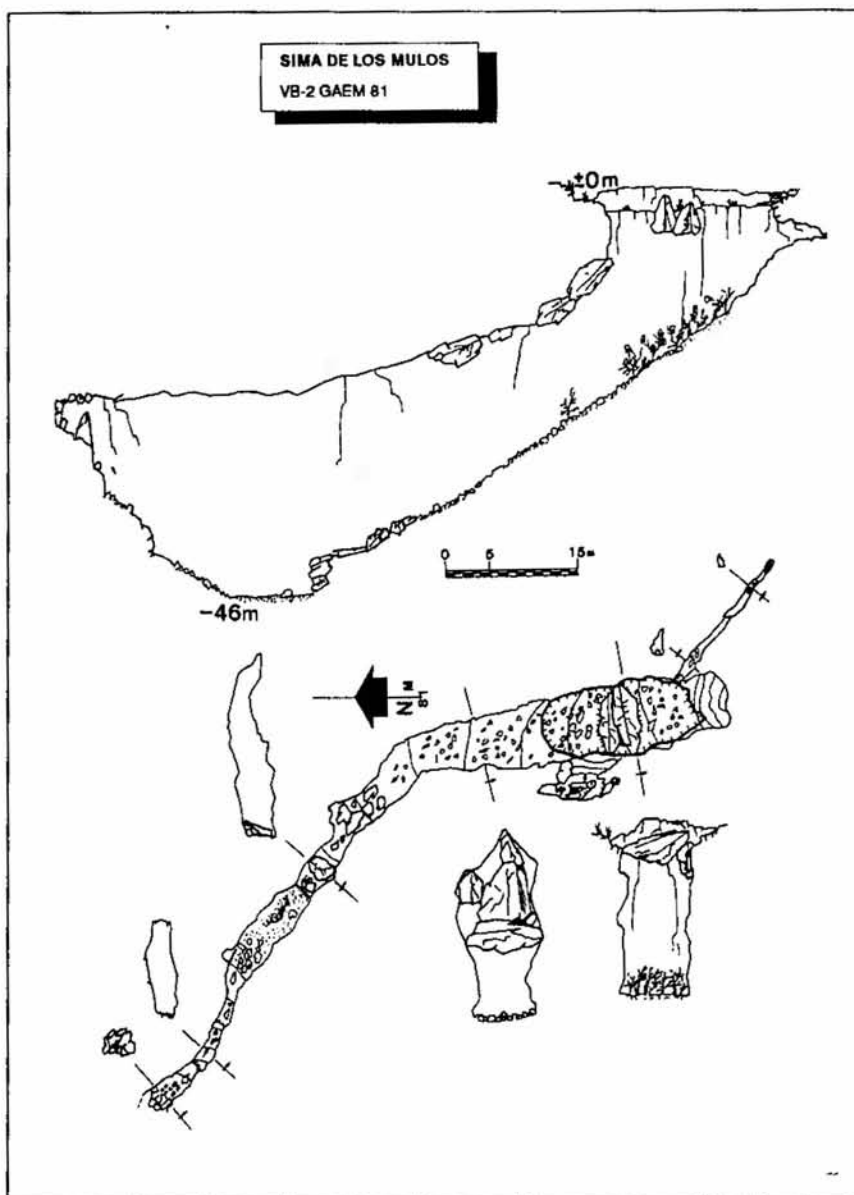
22. Sima del Tajo VB-13

Coordenadas U.T.M. 4554,764
Altitud: 430 m.s.n.m.

Cavidad situada 150 m al este



Cueva de la Palma VB-1. Topografía: GAEM



Sima de los Mulos I VB-2. Topografía: GAEM



Base del pozo de entrada a la Sima de los Mulos VB-2
Foto: F. Gallegos

de la "Sima de los Mulos I" y al borde de un acantilado. Es de origen tectónico y tiene un recorrido de 35 m, un desnivel de -20 m. El plano topográfico lo confeccionaron F. Florido y A. Torres en 1982.

**23. Sima del Perdío
VB-33**

Coordenadas U.T.M. 4569,794
Altitud: 380 m.s.n.m.

Tomando la carretera comarcal de Vélez Benaudalla a Orgiva llegamos a la "Fuente de Baldomero", cogemos un carril que sale de la margen derecha de dicha carretera y comenzamos a subir por un campo de almendrales en dirección Este. Una vez dejados atrás los almendrales, y justo en una gran fractura, se abre la boca de la cavidad. La sima es el resultado de la intersección de dos diaclasas de direcciones 340N y 80N. Sima de una acusada morfología tectónica con dos pisos o niveles superpuestos de 65.5 m de desarrollo total y -26 m de desnivel. No se observa ninguna clase de procesos litogénéticos ni fauna. Topografía: F. Florido y J.A. Badorrey en 1982.

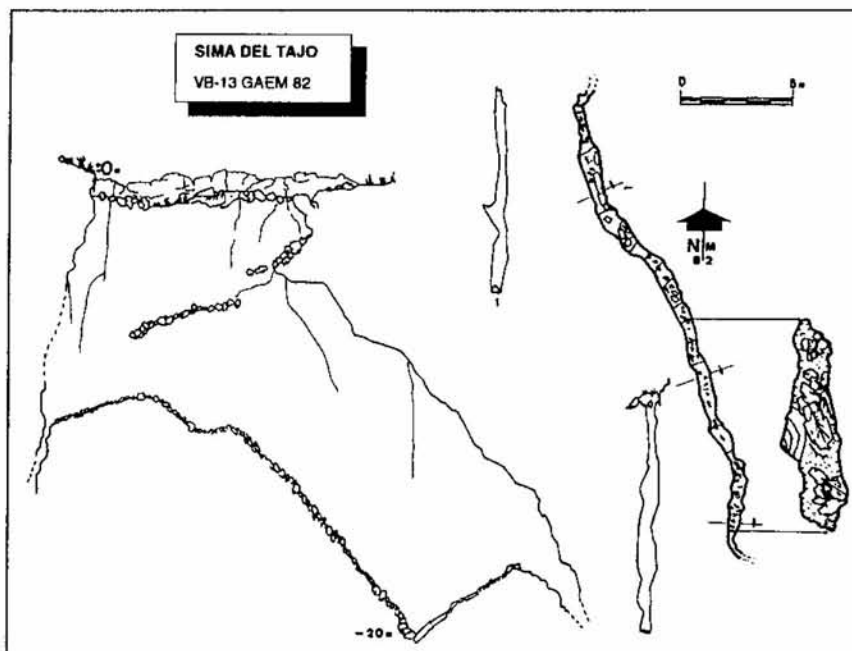
**24. Cueva-Sima del Minino
VB-34**

Coordenadas U.T.M. 4568,794
Altitud: 380 m.s.n.m.

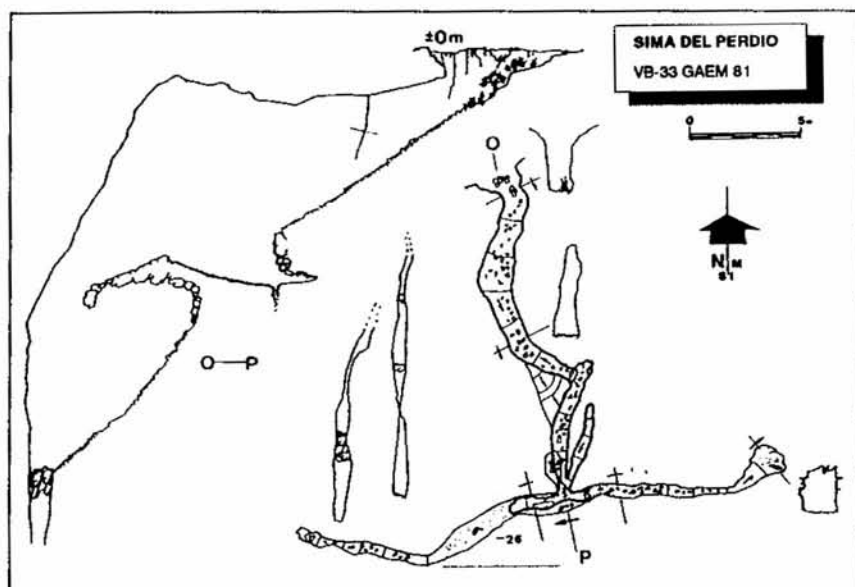
Esta sima está situada 150 m al Norte de la "Sima del Perdío VB-33". Es una gran diaclasa con tres bocas de acceso. Penetrando por la superior, nos encontramos con una rampa de moderada inclinación y unos 40 m de recorrido. Dicha rampa nos deja en una chimenea que no es más que otra entrada de la cavidad, en este caso una entrada vertical de 13 m. A continuación, por un resalte de 8 m, llegamos a otra pronunciada rampa ascendente que, tras salvar un gran bloque, nos deja en la última entrada de la sima. Su origen es tectónico, con abundantes derrubios, no posee procesos reconstructivos y su espeleometría es la siguiente: recorrido total 107 m, desarrollo horizontal 93.5 m, desniveles parciales desde el punto 0 -4 y -8 m (desniveles de las otras bocas respecto de la entrada superior), desnivel total con respecto a la cota 0 -24.3 m. Topografía: F. Florido y E. Sáez 1981.

**25. Sima del Cabrero
VB-35**

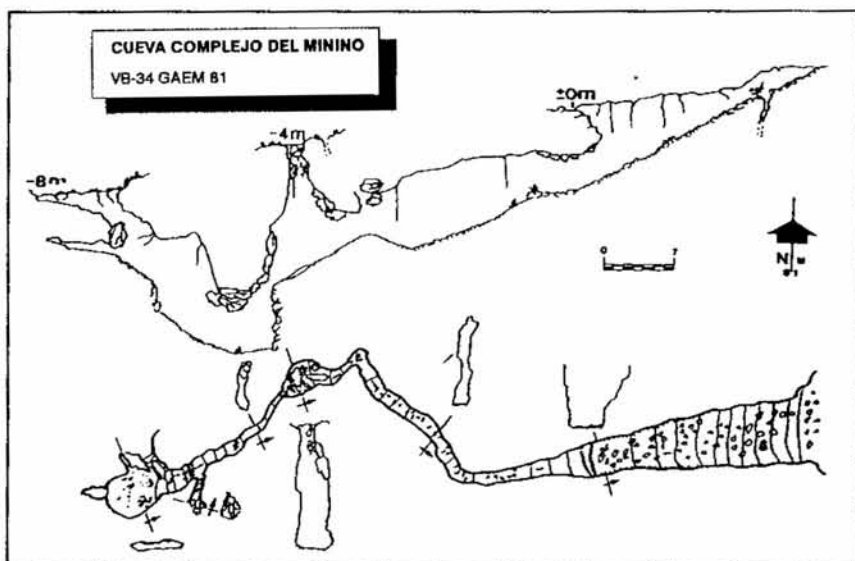
Coordenadas U.T.M. 4568,795
Altitud: 360 m.s.n.m.



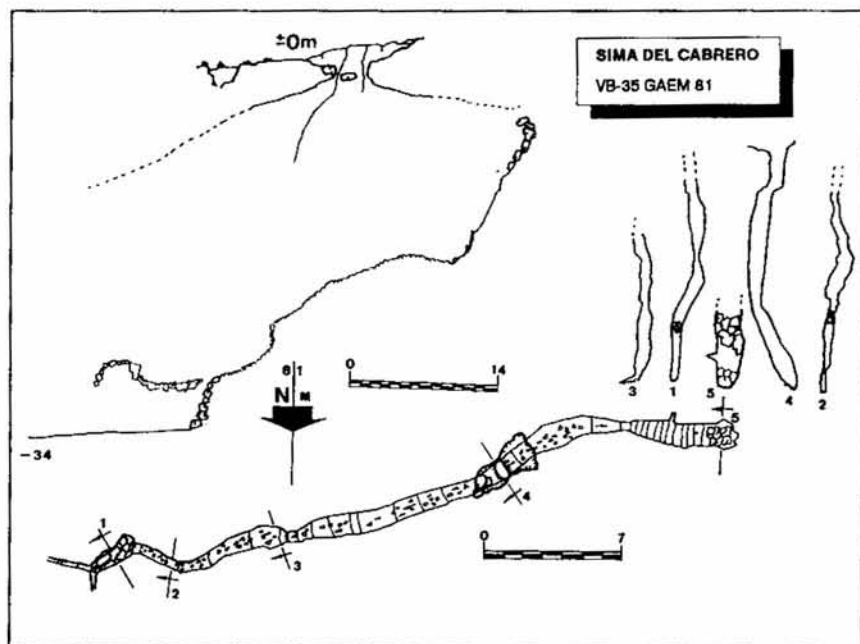
Sima del Tajo VB-13. Topografía: GAEM



Sima del Perdío VB-33. Topografía: GAEM



Cueva Complejo del Minino VB-34. Topografía: GAEM



Sima del Cabrero VB-35. Topografía: GAEM

Ubicada 150 m al Sur de la VB-34. Se trata de una fractura de 3x2 m que da paso a una vertical de 13 m. A continuación nos encontramos con una rampa descendente cubierta de piedras. Salvando un escarpe de 3 m y recorridos 9 m por una diáclasa, llegamos hasta un estrechamiento que nos impide continuar. Volviendo a la caída de la cuerda, avanzamos 7 m por una rampa ascendente de fortísima inclinación que nos deja en un derrumbamiento de clastos que obstruyen por completo cualquier posibilidad de exploración. No se observan procesos reconstructivos. La espeleometría es la siguiente: recorrido total 48 m, desarrollo horizontal 31 m y desnivel -34 m.

26. Cueva del Olivar VB-49

Coordenadas U.T.M. 4553,768

Altitud: 380 m.s.n.m.

Situada a 500 m de las anteriores cavidades en dirección N, presenta una boca de entras de 3x1.5 m. Un pequeño árbol tapa la entrada. Se trata de una surgencia activa con una sala de desarrollo irregular; no se aprecian procesos reconstructivos. La espeleometría tiene un recorrido total de 21 m, y desnivel de -1m. El levantamiento topográfico lo realizaron F. Florido y Juan José Martín López en 1984.

27. Sima de los Tajos I VB-89

Coordenadas U.T.M. 4555,765

Altitud: 472 m.s.n.m.

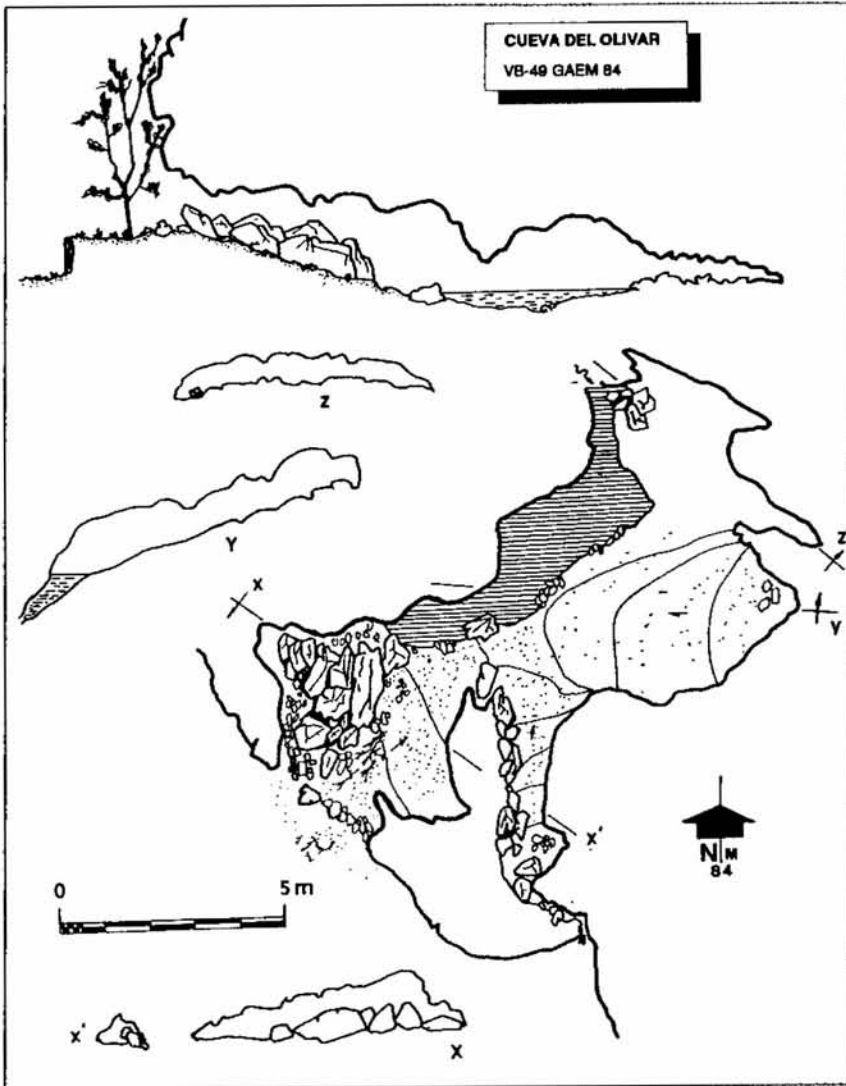
Su boca se abre 250 m al Sur de la "Sima de los Mulos VB-2". Presenta una estrecha entrada debajo de un pino, que da paso a un ensanchamiento y comunica con una pequeña vertical de 2 m, descendiendo una rampa de piedras se llega a la cota mas baja, -19 m, donde un derrumbamiento impide toda posibilidad de continuación. El relleno químico esta representado por bellas coladas parietales. No se observó fauna. La topografía es de F. Florido y D. Alaminos.

28. Torca de los Tajos VB-88

Coordenadas U.T.M. 4555,4765

Altitud: 470 m.s.n.m.

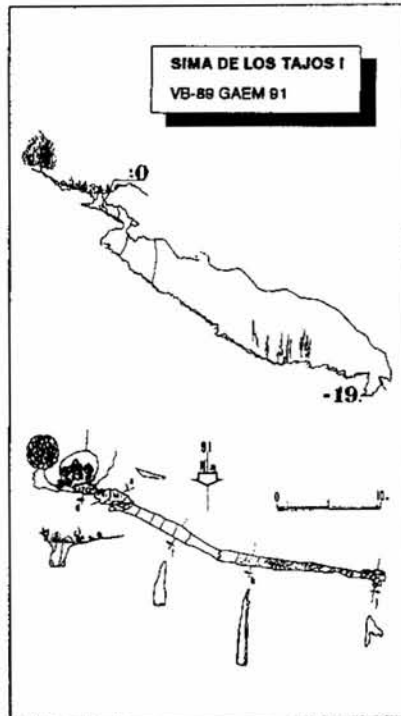
Situada 60 m al sur de la sima anterior en una pequeña depresión. Es una vertical de 5 m. No posee ninguna clase de relleno químico. Tampoco es necesario material técnico para su exploración.



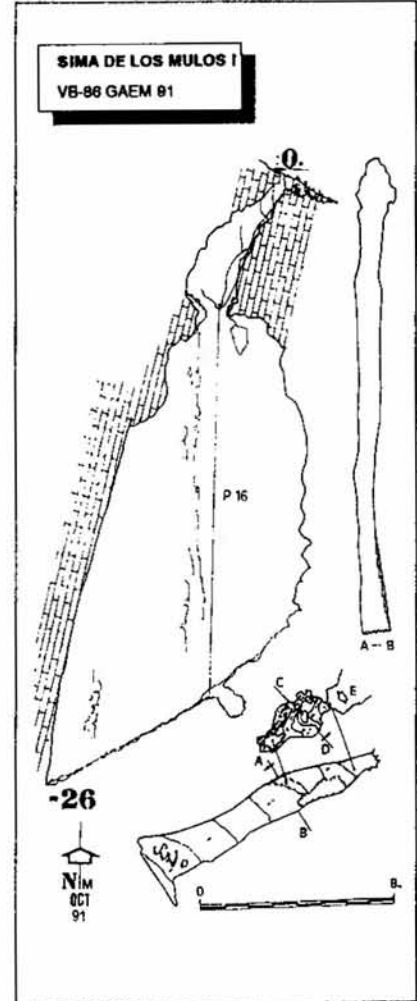
Cueva del Olivar VB-49. Topografía: GAEM



Torca de los Tajos VB-88. Topografía: GAEM



Sima de los Tajos I VB-89. Topografía: GAEM



Sima de los Mulos I. VB-86. Topografía: GAEM

ción. La topografía la realizó F. Florido en 1991.

29. Sima de los Mulos I VB-86

Coordenadas U.T.M. 4553,4767
Altitud: 465 m.s.n.m.

Situada 30 m al Sur de la "Sima de los Mulos I VB-2", se accede al interior por una estrecha fractura que nos deja en una inclinada pendiente que termina en la cabecera de un P-16. Descendida esta vertical, una rampa de piedras nos deja en el final de las sima a -26 m. Se aprecian bellas coladas parietales.

Material necesario para su exploración: una cuerda de 25 m, 2 mosquetones y un pitón.

30. Raja del Tajo

Localizada, sin topografía.

31 Cueva de las Palomas

Localizada, sin topografía.

RELACION DE CAVIDADES ESTUDIADAS

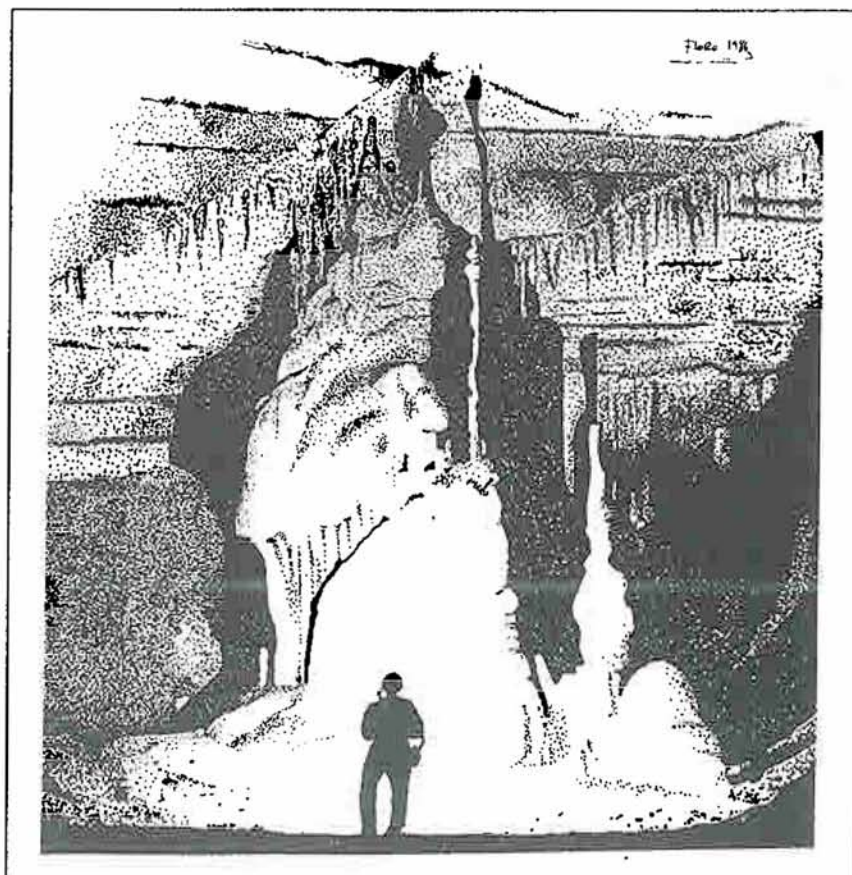
Sector B (Escalate)

Nº	Cavidad	Sigla	DR(m)	DH(m)	Z(m)
1	Cueva de la Mañoña	MT-22	20	20	5
2	Sima de la Era de S. Antonio	VB-79	90	51	-61
3	Cueva del Cerro Tambor	VB-55	11	-12	-3
4	Sima del Cerro Tambor I	VB-56	35	26	-13
5	Sima del Cerro Tambor II	VB-77	79	70	-68
6	Sima de la Cámara	VB-60	42	35	-23
7	Sima del Aulagar	VB-76	106	-65	-56
8	Sima de la Carrasquilla	VB-57	11	11	-8
9	Sima del Cuervo	VB-73	67	11	-45
10	Cueva de la Fractura	VB-74	9	52	-7
11	Torca de la Fractura	VB-75	5	9	-14
12	Sima del Pino	VB-25	18	15	-15
13	Sima del Pino I	VB-26	13	5	-14
14	Sima de la Penca	VB-71	108	82	-34
15	Cueva del Barranco Cristo I	VB-36	94	94	-2
16	Cueva-Fuente del Barranco Cristo	VB-72	5	5	0
17	Sima del Palmito	-	-	-	-
18	Sima Redonda	-	-	-	-
19	Cueva de Escalate	-	-	-	-

Sector C (Vélez Benaudalla)

20	Cueva de la Palma	VB-1	21	18	-11
21	Sima de los Mulos	VB-2	116	90	-46
22	Sima del Tajo	VB-13	35	27	-20
23	Sima del Perdío	VB-33	66	60	-26
24	Cueva-Sima del Minino	VB-34	107	94	-24

Catálogo de cavidades estudiadas



Dibujo: F. Florido

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi enorme deuda de gratitud a las siguientes personas y organismos que de una forma u otra han posibilitado la confección del presente trabajo: a la Concejalía de Cultura del Excmo. Ayuntamiento de Motril, mi más sincero agradecimiento por la utilización de su material gráfico.

A la Sra. Dña Encarnación Escañuela del Archivo Municipal, por la utilización de los medios técnicos puestos a mi disposición (mecanografiado, material de oficina...).

A los espeleólogos de "a pie", miembros del Grupo de Actividades Espeleológicas de Motril, sin cuya labor en la toma de datos de campo en las cavidades topografiadas no hubiera sido posible realizar el presente catálogo. David Alaminos Abad, Juan José Martín López, Eduardo Pablo Sáez Hidalgo, Antonio Torres "Quillo", Francisco Guerrero Florido, Juan Antonio Badorrey, Antonio Heras Pino, Manuel Bautista Pérez. A todos ellos GRACIAS por su labor desinteresada; a los que continúan activos y a los que por diversas causas abandonaron, y a los que por olvido no aparecen, mil perdones.

También quiero desde aquí agradecer a los habitantes de localidad de Vélez Benaudalla su información para la localización de algunas cavidades, sobre todo pastores y cazadores, y a todas las personas repartidas por esta geografía que de alguna forma han contribuido a la publicación de este trabajo. A todos ellos, gracias.

BIBLIOGRAFIA

Aldaya, F. et al. (1981): Memoria explicativa de la Hoja 1056 (Albuñol).— MAGNA. E 1:50000. IGME. Madrid.

Benavente Herrera, J. (1985): Las aguas subterráneas en la Costa del Sol Granadina.— Servicio de Publicaciones de la Univ. de Granada.

Sociedad Espeleológica Marbelli (1987): Curso de iniciación a la espeleometría. Trabajos de campo.— Delegación de Cultura del Ayuntamiento de Marbella.

Sociedad Espeleológica Marbelli (1987): Curso de iniciación a la Espeleometría. Trabajo de gabinete.— Delegación de Cultura del Ayuntamiento de Marbella.

G.A.E.M. (1981, 1982, 1983, 1988, 1989): Memorias (Inéditas).■

Grandes cavidades de la provincia de Jaén

Great caves of the Jaén province

* Gonzalez Rios, M.J.

** Moral Tello, A.

* Sociedad Grupo de Espeleólogos Granadinos
 Museo Andaluz de la Espeleología
 ** Grupo Espeleológico Creus - La Carolina (Jaén)

Resumen

La provincia de Jaén, joven espeleológicamente hablando, aporta interesantísimos fenómenos kársticos al Catálogo de Grandes Cavidades de Andalucía, destacan por su importancia el Complejo LC-15 - LC-28 con un desnivel de 185 metros en el término de Quesada, Hoyo Hundido con 170 m de profundidad en (Huelma) Sierra Mágina y Sima de la Beata con -162 m en el término de Valdepeñas de Jaén. Con respecto a las cavidades con desarrollo preferentemente horizontal, hasta la fecha se han localizado la Sima de la Beata con más de 1903 m y otra cavidad en el término de Peal del Becerro, actualmente en exploración, que puede superar los 2000 m de recorrido.

Abstract

The province of Jaén, young, speleologically speaking, brings some important karst phenomena to the Catalogue of Great Caves in Andalucía. Some of this caves deserve a special mention like "El Complejo LC-15 LC-28" with an unevenness of 185 m in the township of Quesada; "Hoyo Hundido" sinkhole with 170 m of depth (Huelma, Sierra Mágina) and "Sima de la Beata" with -162 m in Valdepeñas. In relation to the cavities with a horizontal development, only two of them have been located nowadays: "La sima de la Beata" with 1903 m, and the other situated in the township of Peal del Becerro. This one is still being explored but it may be superior to 2000 m of length.

INTRODUCCION

Como continuación del Catálogo de Grandes Cavidades publicado en números anteriores, se recogen en esta edición todos aquellos fenómenos espeleológicos que superan los 100 metros de profundidad en la provincia de Jaén, habiéndose localizado varias cavidades que superan los 1000 m de recorrido: Sima de la Beata con 162 m de profundidad y algo más de 1903 m de recorrido y otra en el término de Peal del Becerro -actualmente en fase de exploración-.

El comienzo de las exploraciones de las grandes cavidades en esta provincia datan, al parecer, de las expediciones realizadas por los grupos ERE, SIRE y GRS de Cataluña en los años 1964 y 1965, explorando varias cavidades entre las que destaca el descenso de la Sima del Pinar Negro, donde descienden 150 m (VEROZ, R. et al. 1970).

Posteriormente el Grupo STD de Madrid a finales de los años 70 y principios de los 80, realiza una nueva exploración y topografía de la Sima del Pinar Negro, donde alcanzan la profundidad de 155 m y exploran el sifón del nacimiento del Río Segura. En el año 1982 espeleólogos del E.R.E. del

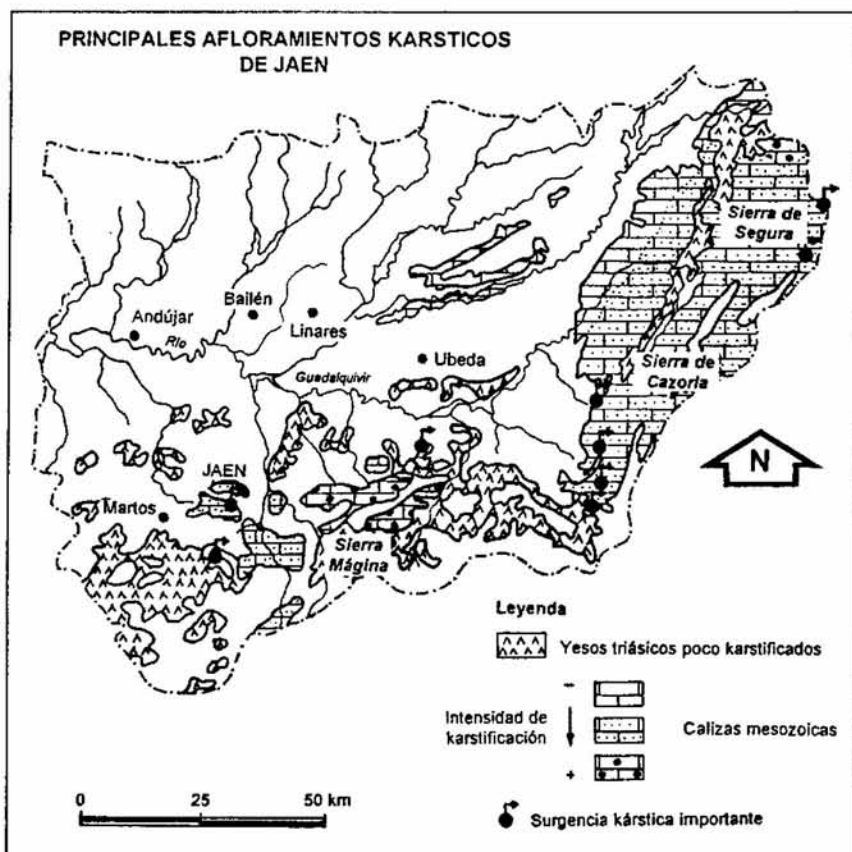
C.E.C. descienden y vuelven a topografiar la Sima del Pinar Negro y otras cavidades de Cazorla.

En años posteriores espeleólogos murcianos y valencianos continúan con las exploraciones al Este de la provincia, principalmente en el Parque Natural de Cazorla-Segura-Las Villas e inmediaciones del mismo, donde se localiza la cavidad más profunda de toda la geografía jiennense, el complejo LC-15 - LC-28 con un desnivel de 185 m, actualllmente en vías de exploración.

Con el resurgimiento de la Espeleología en Jaén, se fundan nuevos grupos que imponen un nuevo ritmo a las investigaciones y al conocimiento de las sierras de la provincia.

La Sección de Espeleología del Club Alhaja, el Grupo Espeleológico Accatuci y posteriormente el Grupo Espeleológico Creus, han localizado importantes cavidades. En Sierra Mágina descienden en la sima de Hoyo Hundido con -170 m y Sima del Pozo -147 m; en Valdepeñas de Jaén descubren la Sima de la Beata con un desnivel de 162 m, y en Castillo de Locubín descienden 104 m en la Sima Colora.

Sin duda alguna, los trabajos sistemáticos que se desarrollan a



Situación de los afloramientos karstificables de la provincia de Jaén (mod. de AYALA et al, 1986)

lo largo de toda la geografía jienense, por parte de varios colectivos de espeleólogos locales y de otras provincias, aportarán nuevos e interesantes datos para el conocimiento de las grandes cavidades andaluzas.

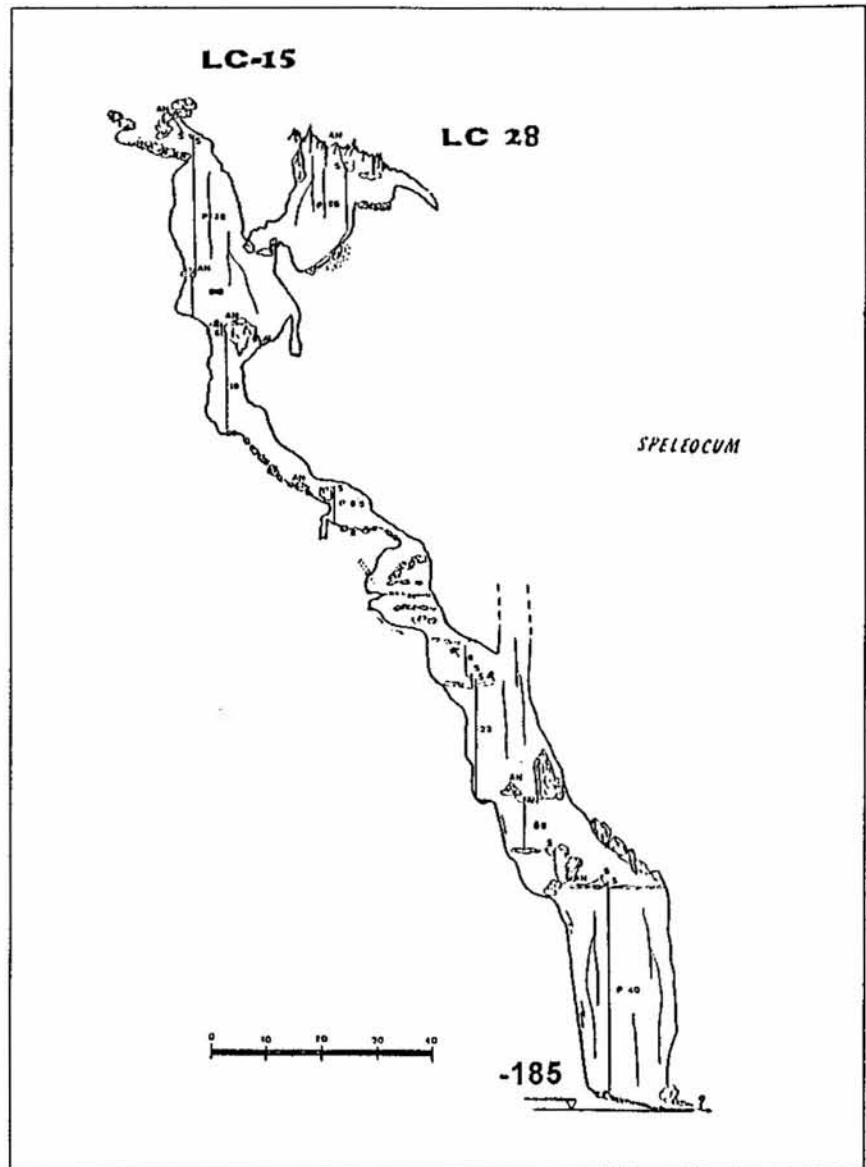
RASGOS GEOLOGICOS

Se comentan seguidamente las características geológicas de los principales afloramientos carbonatados de la provincia de Jaén. Afloramientos situados en las Sierra de Cazorla, Segura y las Villas, Sierra Mágina y en el sector sur de Jaén, en el area Martos-Valdepeñas de Jaén.

Las unidades que aparecen en Sierra de Cazorla, Segura y las Villas corresponden al extremo meridional del dominio Prebético. Son unidades que apenas presentan materiales del Jurásico terminal y Cretácico. La secuencia estratigráfica más completa corresponde a la unidad de Cazorla, en la que aparecen materiales desde el Trías hasta el Cretácico. Los materiales calizo-dolomíticos, de edad Lías-Dogger, alcanzan una potencia mínima de 250 m, con escasas intercalaciones margosas. La Sierra presenta una estructura en escamas, con un cabalgamiento general, hacia el Oeste, de los materiales mesozoicos sobre los depósitos neógenos de la depresión del Guadalquivir. Estas fallas inversas tienen gran continuidad lateral y aparecen interrumpidas por fallas transversales perpendiculares a ellas.

Los materiales aflorantes en la Sierra Mágina corresponden a la zona subbética. Su estratigrafía de un modo general corresponde con dolomías y calizas con intercalaciones de margocalizas poco potentes de edad jurásico y materiales margoso-arenosos de edad cretácico. Los materiales donde se encuentran la mayor parte del modelado kárstico corresponden a las calizas y dolomías liásicas que alcanzan una potencia cercana a 500 m. Su topografía viene condicionada por la activa erosión diferencial desarrollada sobre materiales plegados con buzamientos próximos a la vertical. Uno de los rasgos más significativos es la existencia de varias direcciones de pliegues, fundamentalmente de dirección NW-SE. Esta dirección de la fracturación posee una gran importancia en la morfogénesis de detalle de la sierra y en el desarrollo del karst.

En el sector Valdepeñas de Jaén aparecen diferentes unida-



Topografía de las simas LC-15/LC-28
Topografía: Speleocum

des que pertenecen al Subbético. La litología de los materiales jurásicos está compuesta mayoritariamente por calizas, dolomías y en algunos sectores calizas nodulosas rojas y calizas oolíticas. En el Cretácico por el contrario predominan las litologías margosas. La tectónica es localmente complicada, con pliegues, fallas inversas y normales en varias direcciones, responsables de las líneas de crestas que forman las calizas.

LAS CAVIDADES

Sima LC-15 - LC-28

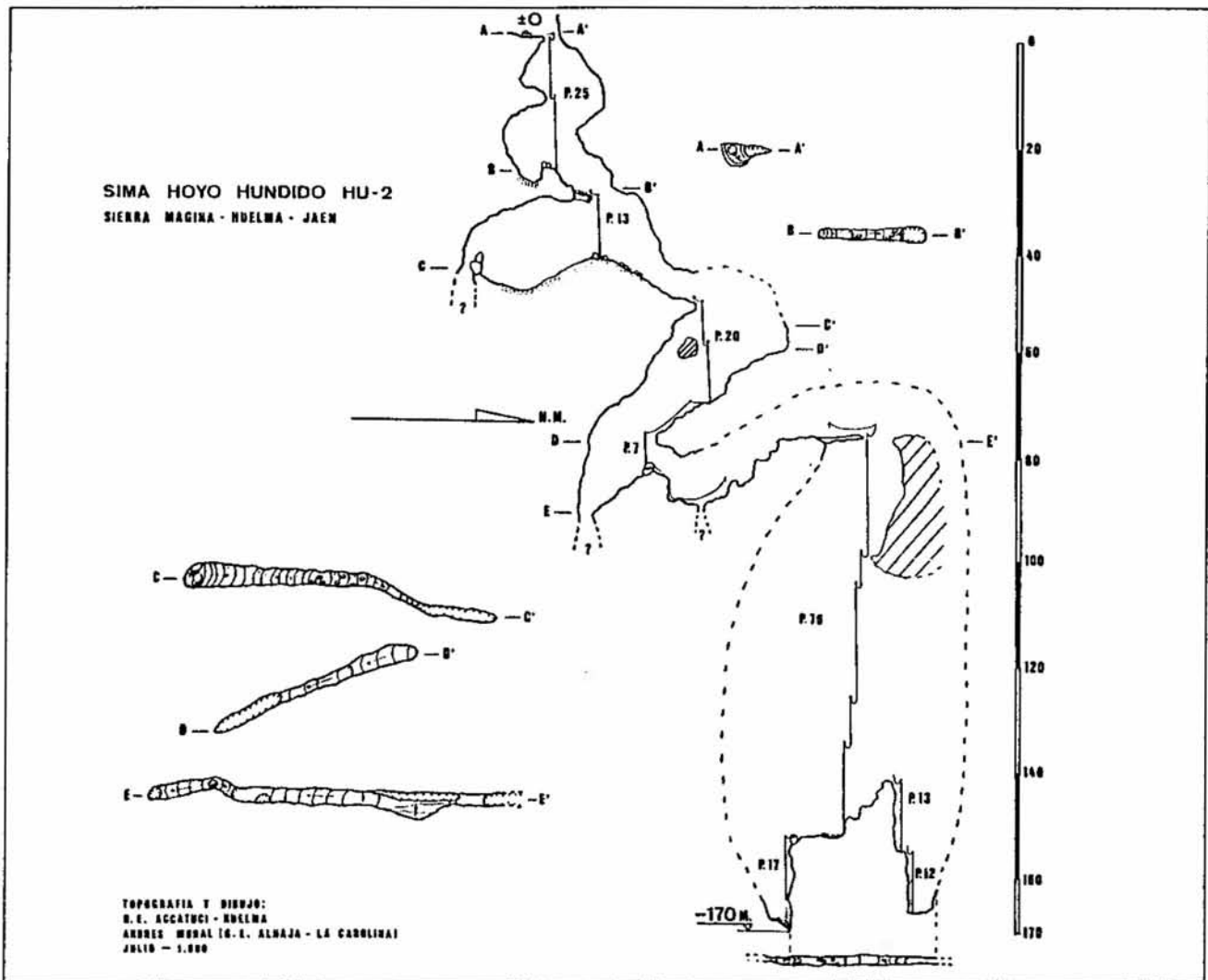
(Z -185 m)
QUESADA

El complejo formado por la unión de estas dos cavidades, se localiza en la Loma de Cagasebo

en el término municipal de Quesada, dentro del Parque Natural de Cazorla, en la hoja topográfica 21-38 (949) Pozo Alcón.

El descubrimiento de esta cavidad se realiza durante las campañas de exploración que el Club Universitario de Montaña de Valencia realiza en esta zona desde el año 1987.

Una sucesión de pozos intercalados con algunos pasos estrechos, cuyos exploradores tuvieron previamente que desobstruir, dan paso a un rosario de nuevas verticales, acompañadas por un pequeño curso de agua. Tras descender un P-40 se alcanza la máxima profundidad conseguida -185 m, la exploración queda detenida en un laminador muy estrecho con posibilidades de continuación (CLUB UNI. MONT. 1991).



Sima Hoyo Hundido (HU-2)
Topografía: G.E. Accatuci y G.E. Alhaja

Sima de Hoyo Hundido

HU-2 (Z -170 m; D - 344 m)
HUELMA

La Sima de Hoyo Hundido, se localiza en el macizo de Sierra Mágina a una altitud de 1800 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas UTM - 4628 417435 de la hoja 20-38 (948) Torres.

Para acceder a su boca y partiendo desde Huelma, se toma la carretera nacional 324, una vez pasada la ermita de la Fuensanta, a la altura del punto kilométrico 151, se localiza un carril que seguiremos hasta su término. Desde aquí nos encaminaremos a la Loma de los Bolos hasta llegar a un lugar llamado "El Boquerón", donde se encuentra la cavidad.

Su descubrimiento se debe al Grupo Accatuci de Huelma en el año 1985, tocándose fondo en el 86. En julio de 1990 este grupo junto con la Sección de Espeleología del Club Alhaja, comienzan el



Base del P-13 (Hoyo Hundido)
Foto: Andrés Moral

levantamiento topográfico de la sima, concluyéndose dichos trabajos en octubre del 91 con una nueva revisión del dibujo del plano.

La sima se desarrolla a favor de una gran diaclasa que sigue dirección Norte-Sur. Una sucesión de verticales P-25, 13, 20, 7 y 4 dejan en la cabecera de un pozo de 76 m, seguido de un P-17, donde se alcanzan los 170 m, máxima profundidad de la cavidad. Poco más arriba en la misma base del pozo y al Norte de la fractura se abren dos nuevas verticales de 13 y 12 m (MORAL TELLO, A. 1991).

Sima de la Beata

VJ-10 (Z -162 m D - 1500 m)
VALDEPEÑAS DE JAEN

Se localiza en el centro del Mentidero, dentro de la Finca de la Beata en el término municipal de Valdepeñas de Jaén; en las coordenadas UTM - 423625 4166350 y a una altitud de 1200 m (hoja topográfica 968-II, Fuensanta de Martos).

Se accede a ella desde el km 26 de la comarcal 3221, Jaén a Valdepeñas de Jaén, de aquí parte un camino asfaltado y señalizado como Finca de la Beata. Se recorren unos 3 km en dirección al Cerro del Mentidero, localizándose la cavidad a unos 10 m a la derecha del carril.

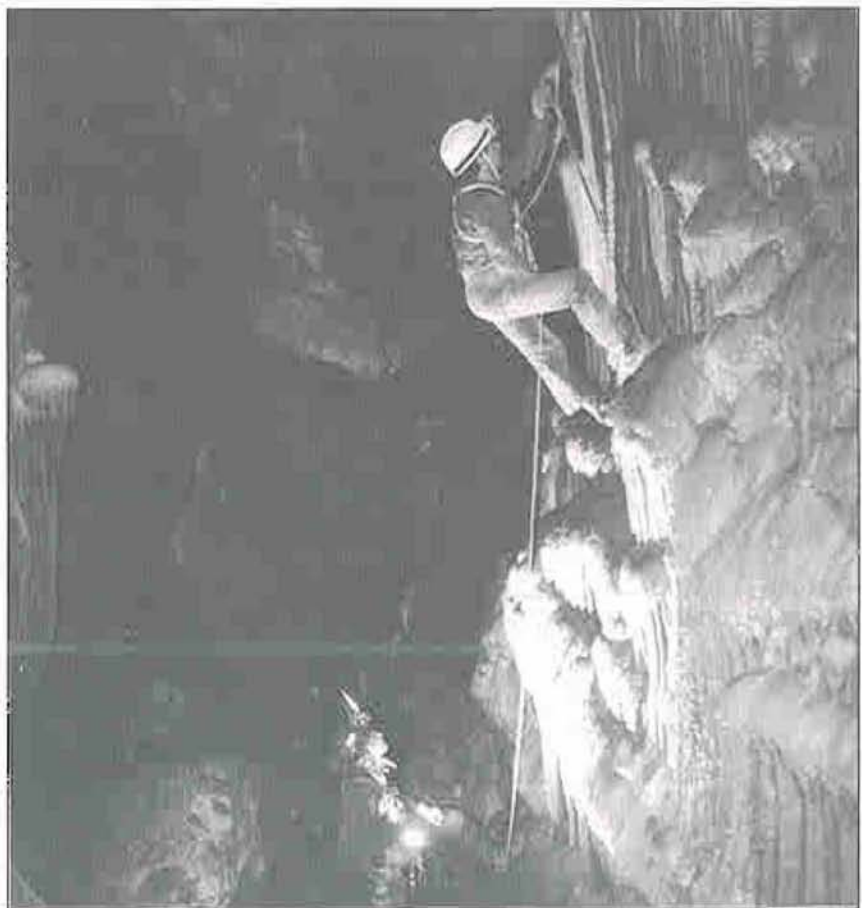
Para visitar esta cavidad es imprescindible el permiso del propietario de la finca, ya que el paso a la misma está prohibido.

Su descubrimiento viene de manos del propietario de la finca, sin explorarse con anterioridad. En Agosto de 1989 el Grupo de Espeleología Creus comienza los trabajos de exploración, descendiendo 15 m hasta un paso muy estrecho, donde se detiene la exploración. Un año después, septiembre de 1991, se desobstruye la gatera, llamada de los estribos, explorando hasta la cota -68 m, dando por terminada la exploración. En noviembre de ese mismo año se realiza el levantamiento topográfico. Posteriormente, en agosto de 1992 se localiza un nuevo paso estrecho en el fondo de la cavidad, que tras desobstruirse, da paso a una red de fracturas alcanzando los 162 m de profundidad con un desarrollo de 1903 m.

La sima se abre a favor de una fractura con dirección SE-NO hasta -68 m. Desde aquí, una laberíntica red de fracturas interconectadas entre sí, con multitud de salas

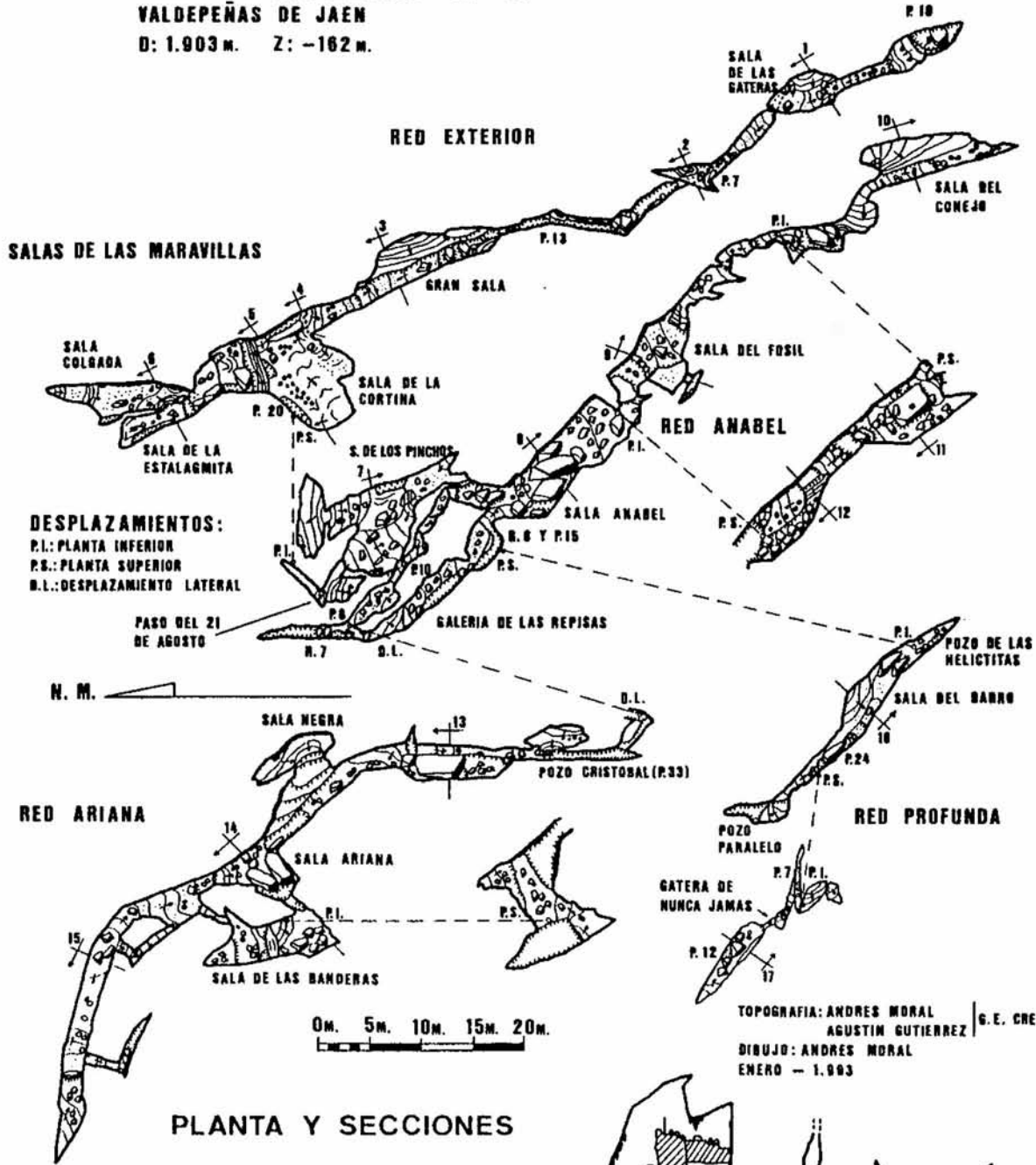


Entrada a las Salas de las Maravillas (Sima de la Beata)
Foto: Andrés Moral



Sala Anabel, a -100 m (Sima de la Beata)
Foto: Andrés Moral

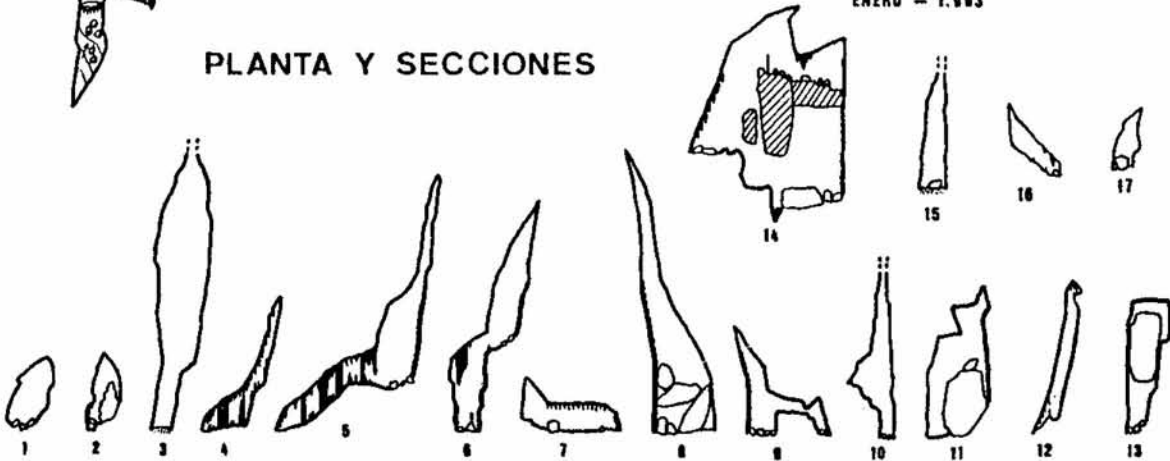
SIMA DE LA BEATA VJ-10
VALDEPEÑAS DE JAEN
 D: 1.903 m. Z: -162 m.



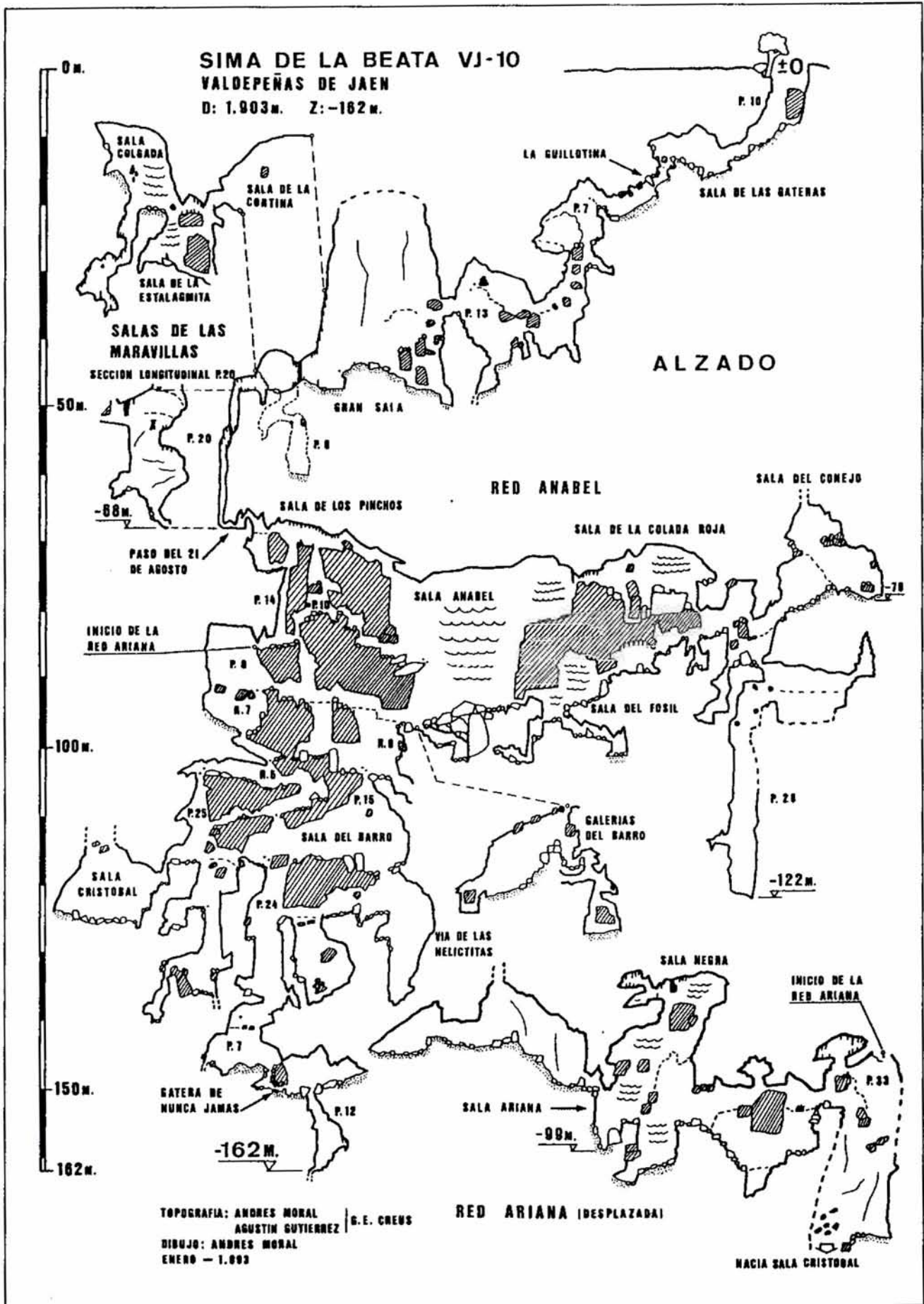
DESPLAZAMIENTOS:
 P.I.: PLANTA INFERIOR
 P.S.: PLANTA SUPERIOR
 D.L.: DESPLAZAMIENTO LATERAL

TOPOGRAFIA: ANDRES MORAL
 AGUSTIN GUTIERREZ | G.E. CREUS
 DIBUJO: ANDRES MORAL
 ENERO - 1.993

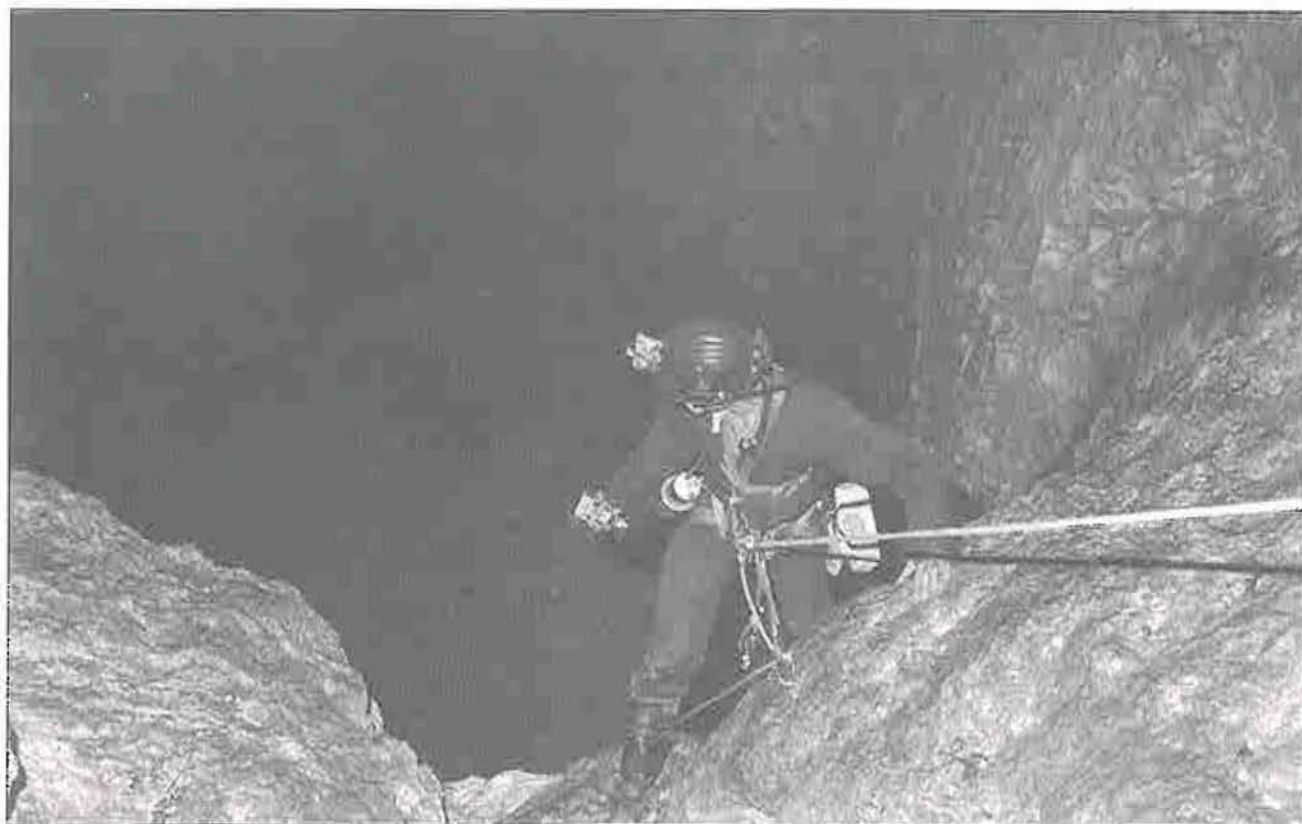
PLANTA Y SECCIONES



Sima de la Beata (Planta)
 Topografía: G.E. Creus



Sima de la Beata (Perfil)
 Topografía: G.E. Creus



Ultimo fraccionamiento del P-100 (Sima del Pinar Negro)
Foto: Agustín Gutierrez

y pequeños pozos que descienden hasta los 162 m.

Actualmente es la cavidad más profunda descubierta en las sierras del Sur de Jaén.

Sima del Pinar Negro

(Z -155 m)
SANTIAGO DE LA ESPADA

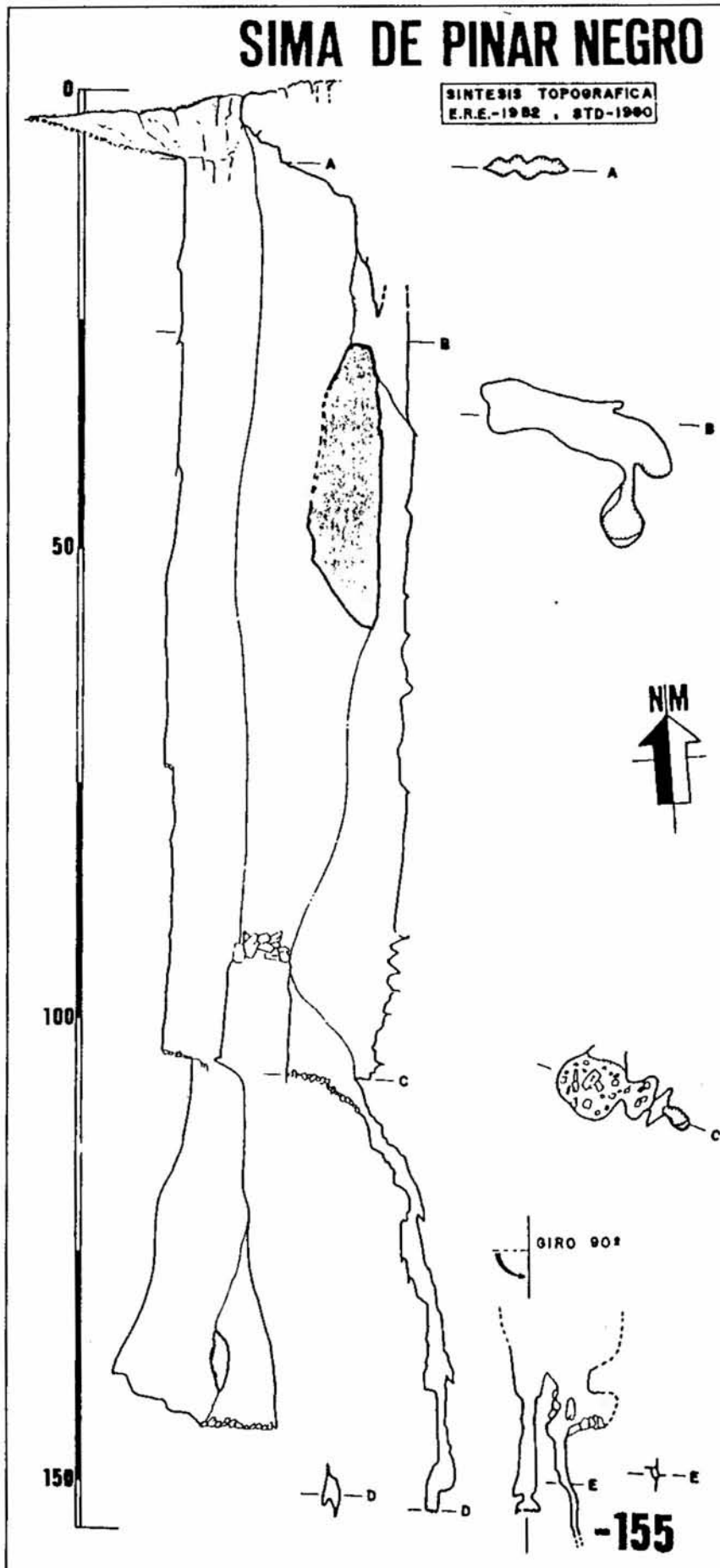
La Sima del Pinar Negro, se localiza al S.E. de la Sierra de las Banderillas, en la depresión formada por ésta y la Cuerda de la Cueva del Agua, a pocos metros del Cortijo de la Sima en las coordenadas UTM - 51915 42058 y una altitud de 1650 m, tomado de la hoja 22-37 (929) San Clemente (Huéscar).

Esta cavidad es sin duda alguna la más conocida de la provincia de Jaén. La primera exploración se realiza en el año 1965 por espeleólogos del E.R.E. del C.E.C., tras localizarla un año antes (ROMERO, M. y AMENOS, A. 1983); aunque no realizan el levantamiento topográfico.

Fue topografiada en el año 1980 por el Grupo STD de Madrid, volviéndose a topografiar posteriormente en el año 1982 por miembros del E.R.E. del C. Exc. de Cataluña, quienes aportan nuevos datos al conocimiento integral



Vista parcial de la boca de la Sima del Pinar Negro
Foto: Gerardo Martín



Sima del Pinar Negro
Topografía: E.R.E. y S.T.D.

de la cavidad. La síntesis topográfica publicada ha sido realizada por José L. Montero, basada en la fusión de los planos realizados por las entidades anteriormente reseñadas (LOPEZ LIMIA, B. 1987). La boca de grandes dimensiones (8 x 2 m) sirve de sumidero de una gran dolina 105 x 103 m en la que se ha formado un pequeño cauce por donde circula temporalmente un curso de agua que penetra en la cavidad, producto de la lluvia o el deshielo. Esta boca comunica con un gran pozo de unos 104 m de vertical absoluta, seguido de otro de 40 m, llegándose al fondo del pozo principal. A unos 15 m de la base del P-104, se abre un nuevo pozo paralelo al anterior, de dimensiones más reducidas, por donde se alcanza la máxima profundidad de la cavidad -155 m.

Una vía alternativa se abre a pocos metros de la entrada, descendida y topografiada por el Grupo STD en el año 1980, que lleva directamente a la cota -155 m.

Sima del Pozo

HU-3 (Z -147 m D -373 m)
HUELMA

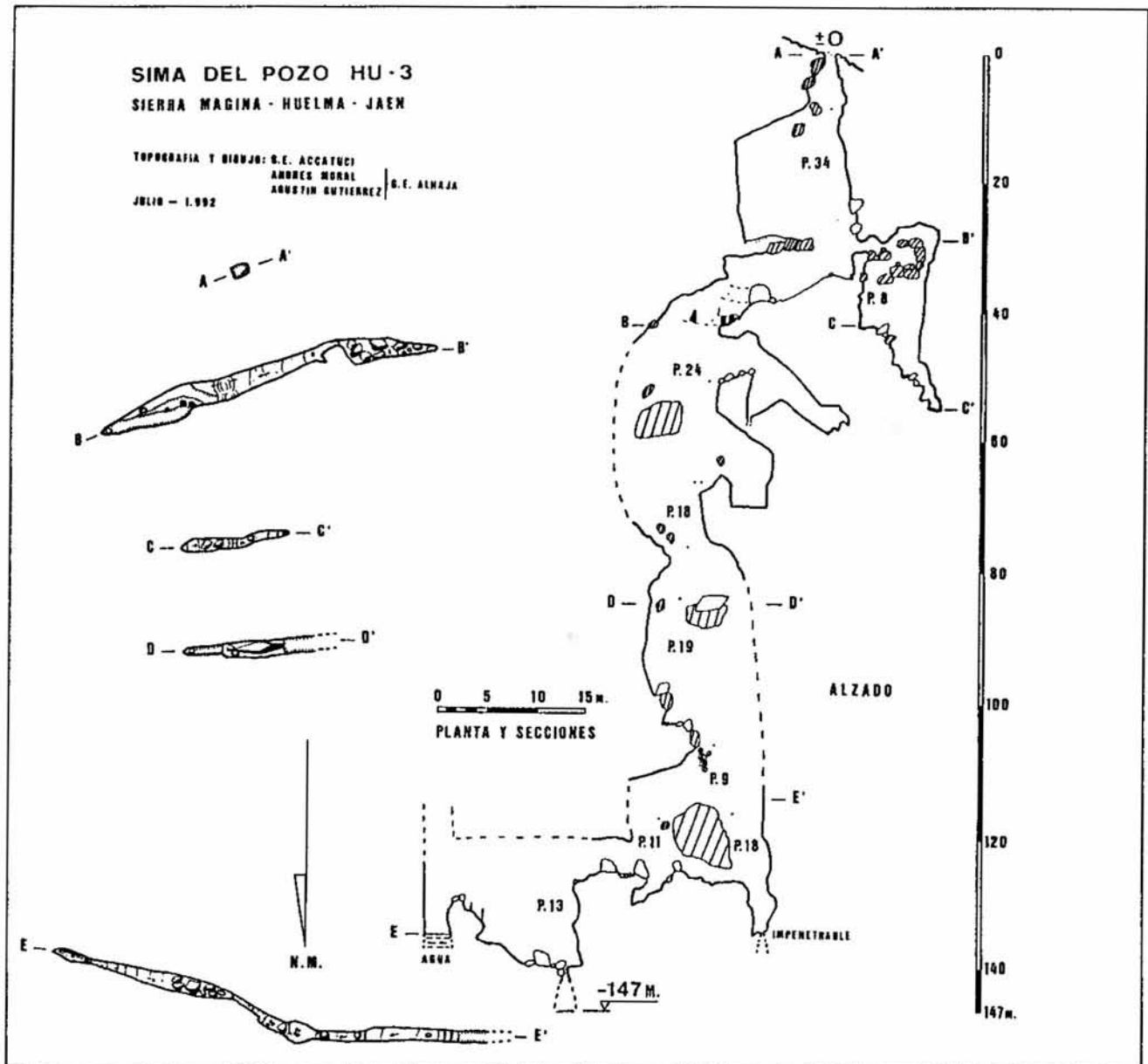
La Sima del Pozo se localiza en Sierra Mágina en las coordenadas UTM - 4591 41751 y a una altitud de 1950 m., tomado de la hoja 20-38 (948) Torres.

El acceso se realiza desde Huelma en dirección a Jaén por la carretera nacional 324; pasada la ermita de la Fuensanta, a la altura del punto kilométrico 151 se abre un carril a la derecha, recorrido unos 7.5 km se llega al pozo. Desde aquí se hace necesario subir a pie por una fuerte pendiente con dirección a las cumbres de Sierra Mágina.

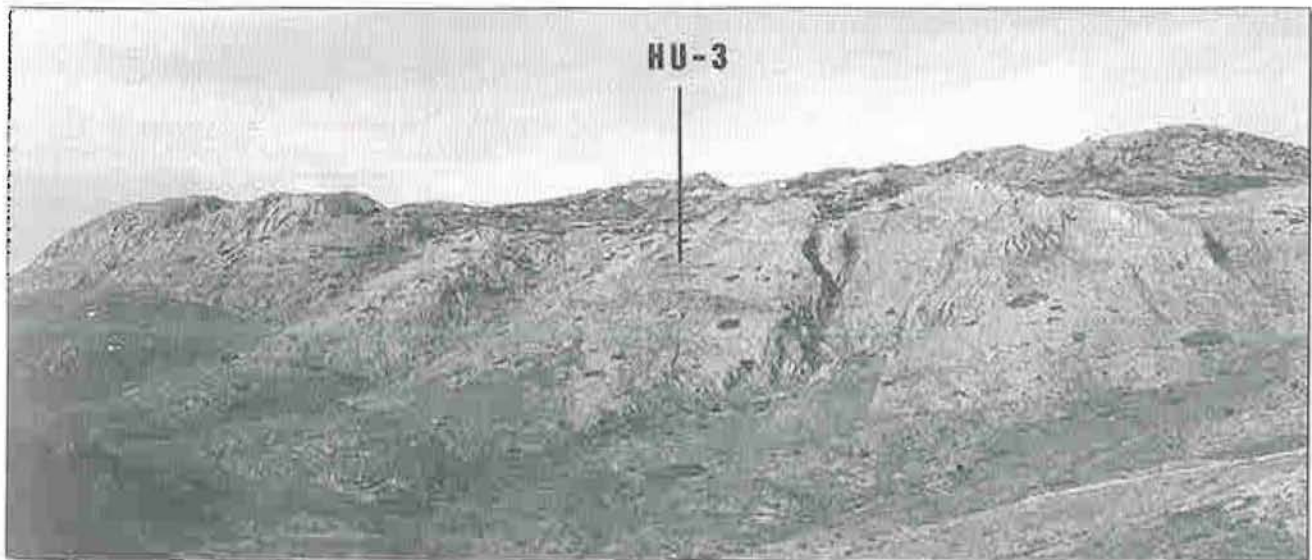
La entrada de la sima, de pequeñas dimensiones, fue localizada por el Grupo Accatuci y topografiada conjuntamente con el Grupo Alhaja entre 1991 y 1992.

Dicha boca se abre sobre un pozo de 34 m abierto a favor de una fractura Este-Oeste. Al Oeste y tras subir unos bloques, se abre un paso entre los mismos que lleva a la cabecera de un P-8 en cuya base una rampa descendente alcanza la profundidad de unos 55 m.

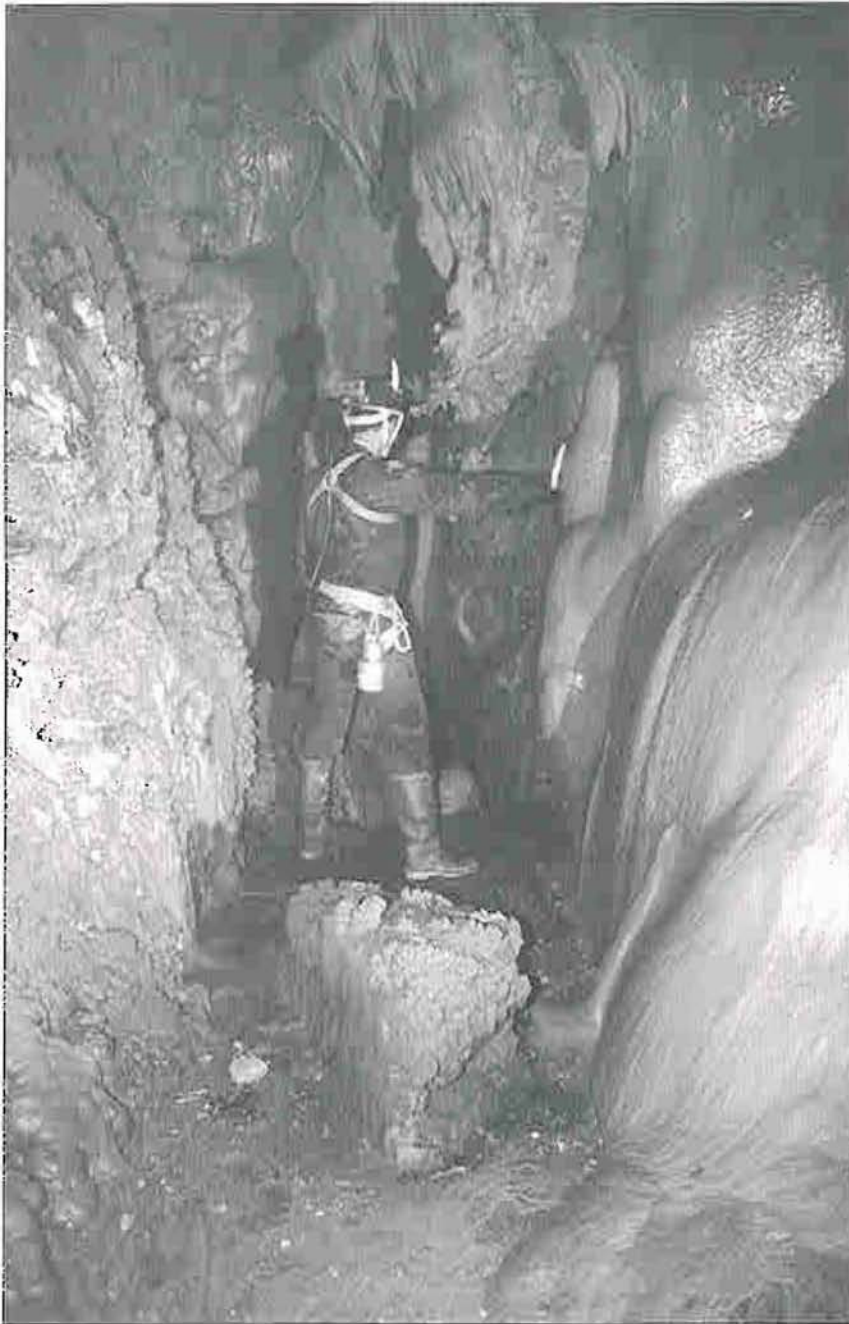
Desde la base del P-34 y al Este, se abre una sucesión de verticales: P-24, P-18, P-19 y P-9 que dejan sobre una gran repisa donde se abren dos nuevas verticales: P-18 al Oeste y P-11 al Este, seguida de una nueva vertical de 13 m. En este lugar se alcanza la



Sima del Pozo (HU-3)
 Topografía: G.E. Accatuci y G.E. Alahaja



Vista panorámica de situación de la Sima del Pozo
 Foto: Andrés Moral



Base del P.35 a -143m (Sima de la Lastra)
Foto: Andrés Moral

máxima profundidad -147 m.

Al Este y tras subir una fuerte rampa, se llega a la cabecera de una pequeña vertical de unos 6 m cuyo fondo se encuentra inundado de agua.

Sima de la Lastra

S-01 (Z -143 m)
SEGURA DE LA SIERRA

La primera exploración a la cavidad, se produce el 23 de agosto de 1989, realizada por dos espeleólogos del E.R.E. de la Agrupación Excursionista de Catalunya.

Se localiza en el Calar de la Sima, término municipal de Segura

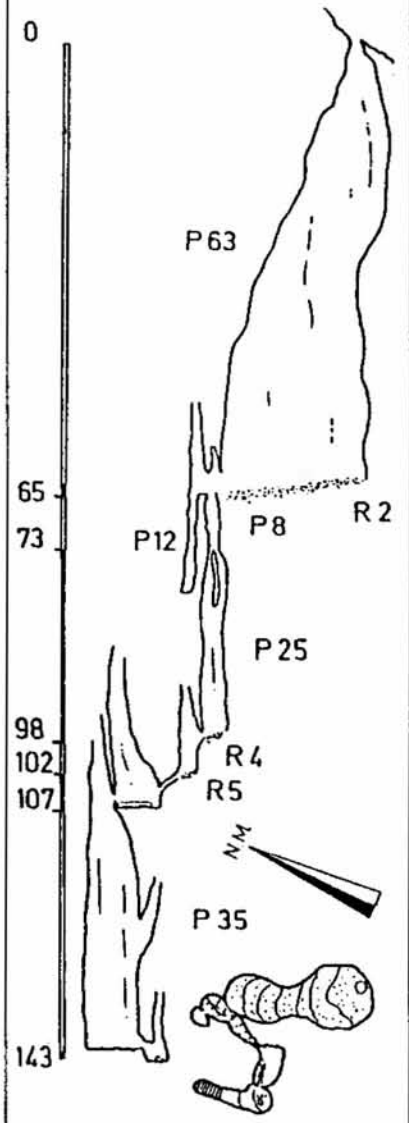
de la Sierra, en las coordenadas UTM- 54475 3980 con una altitud de 1660 m. en la hoja 23-35 (888) Yetas de Abajo.

Para acceder al Calar de la Sima, partimos desde la población de Beas de Segura en dirección a Cortijos Nuevos, desde aquí se en dirección a Segura de la Sierra, se continua hasta el cruce con la carretera que va a Hornos de Siles. Desde este cruce seguimos por un carril que pasa junto al Cerro Espino y que lleva hasta el cortijo de Prado de Juan Ruiz y un poco más adelante a la cortijada del Collado de Fuente. desde este punto se continuará a pie unas dos horas.

Se aconseja para la visita de la

SIMA DE LA LASTRA

Calar de la Sima
Segura de la Sierra (Jaén)
J.SECALL - J.TARRUELLA
23.03.89 ERE-AEC



Sima de la Lastra. Topografía:
E.R.E.-A.E.C.

cavidad, ya que es muy fácil no dar con la entrada, consultar a los propietarios del cortijo del Collado de Fuente, ya que desde ese lugar se ve donde se encuentra la sima.

La boca de unos 2 m de diámetro da paso a una vertical de 63 m bastante aérea en su primera mitad, en la base, una nueva sucesión de pozos: P-8, P-25 y varias rampas de 4 y 5 m llevan a la cabecera de una nueva vertical de 35 m de gran belleza (E.R.E.-A.E.C., 1989). En la base del P-25 se abre una galería colgada que conecta con la repisa de los gours (R-4), que no aparece en topografía.

Sima Carrascalejo

C.C-2 (Z -108 m)
SANTIAGO DE LA ESPADA

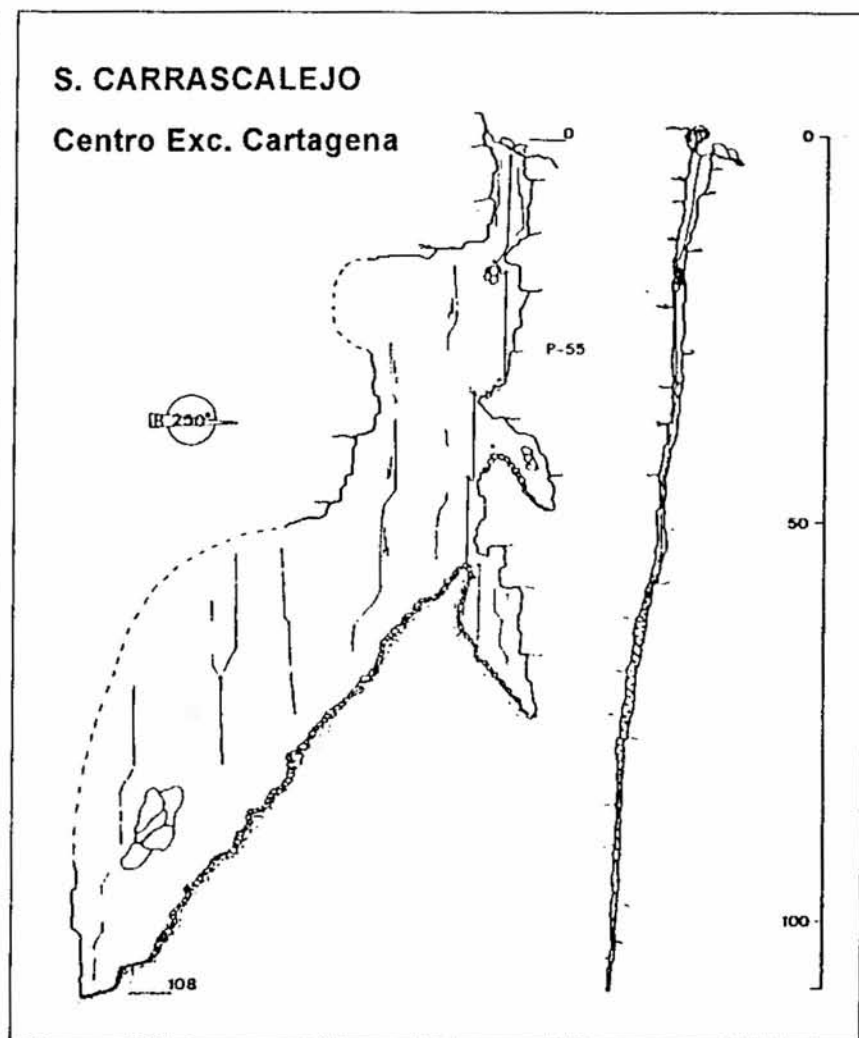
La sima de Carrascalejo fue explorada por vez primera por el Centro Excursionista de Cartagena entre los años 1983-85 durante los trabajos espeleológicos en la cuenca alta del río Segura. Su boca se localiza en el Cerro de los Cocones, por debajo del Pollo Carrasco, en las coordenadas UTM - 5364 42227, a una altitud de 1350 m sobre el nivel del mar, de la hoja 22-36 (908) Santiago de la Espada.

La cavidad se desarrolla a lo largo de una fractura con dirección NE-SO. Su entrada de 5 x 2 m da paso a una vertical de 60 m que progresivamente va estrechándose a lo largo de una fuerte rampa descendente, hasta alcanzar los 108 m de profundidad (PEREZ, C.; LLAMUSI, J.L.; INGLES, S.; et al. 1986).

Sima Colorá

CL-1 (Z -104 m D - 348 m)
CASTILLO DE LOCUBIN

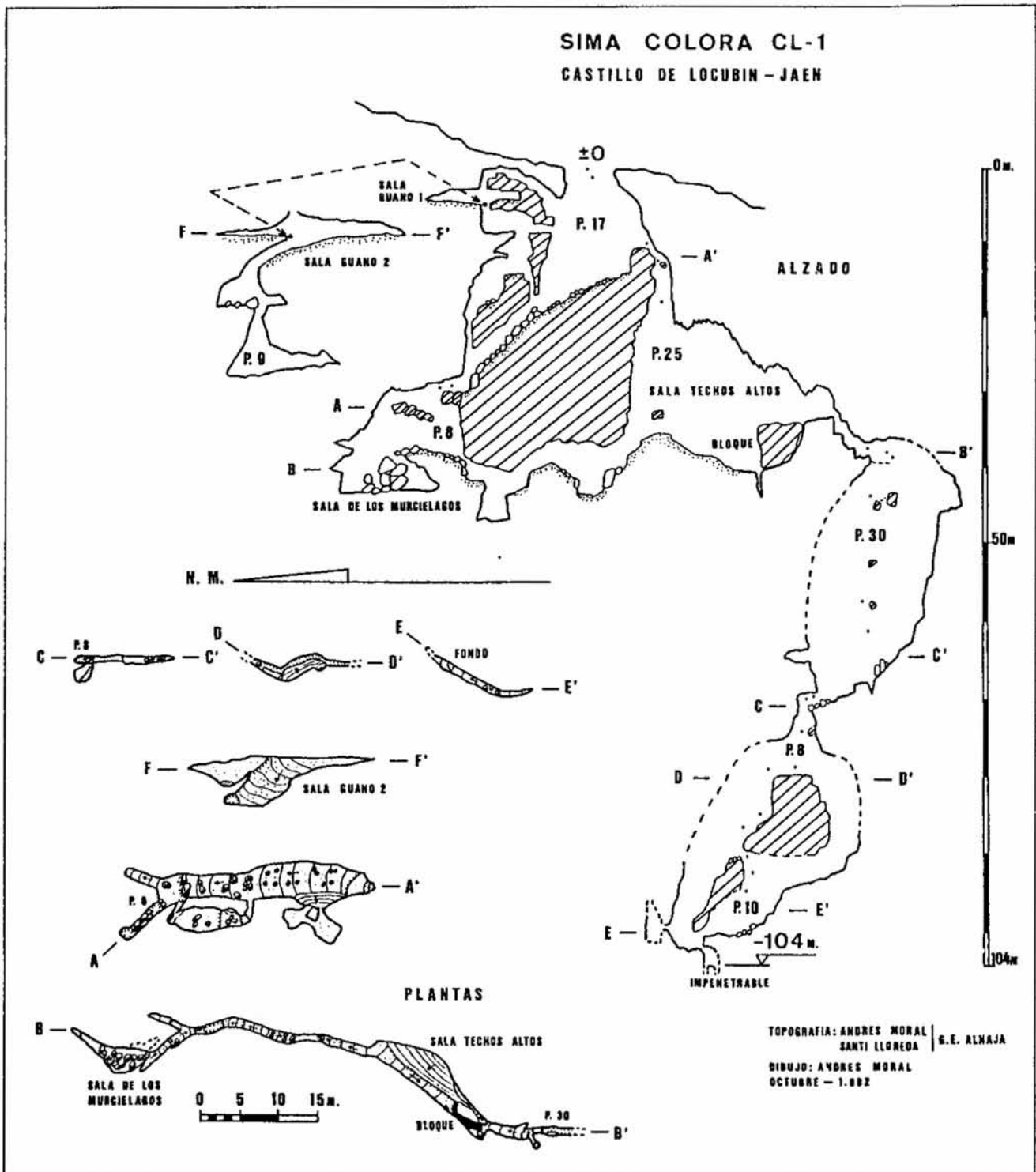
El primer descenso de su espectacular boca lo realizó en el año 1977 el propietario de la finca de Navasequilla, aficionado a la espeleología, sin internarse en profundidad en la sima. Posterior-



Sima de Carrascalejo II (C.C. 2)
Topografía: Centro Excursionista de Cartagena



Sala del gūano (Sima Colorá)
Foto: Andrés Mora



Sima Colorá (CL-1)
Topografía: G.E. Alhaja

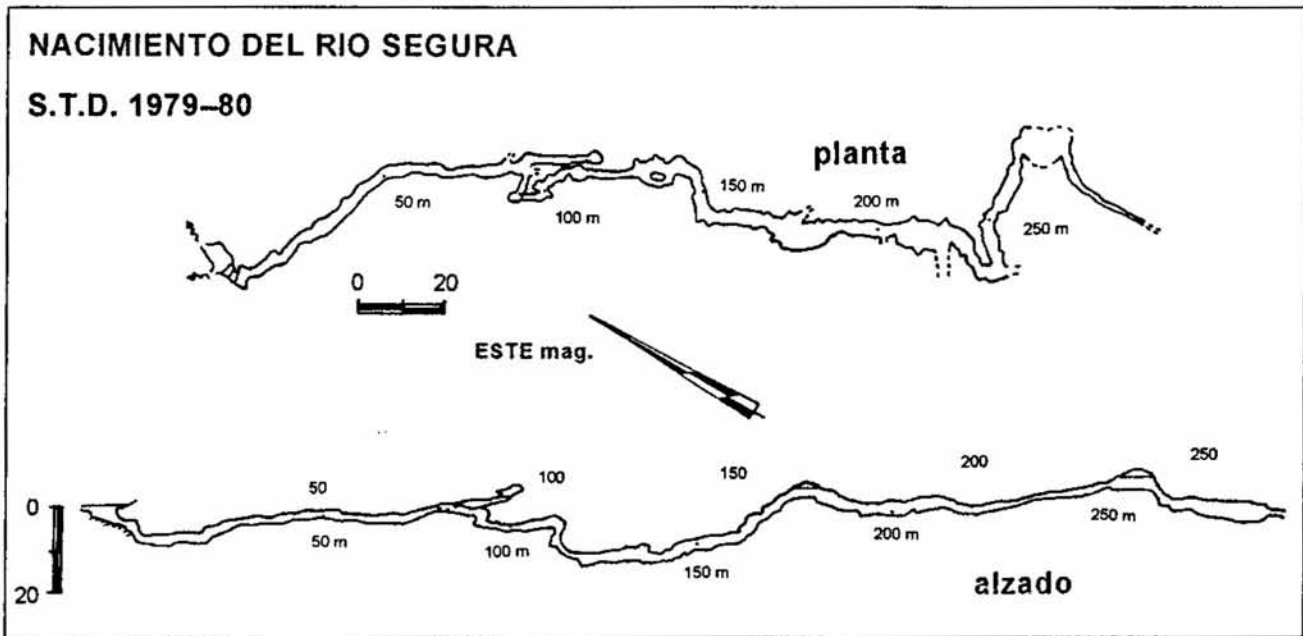
mente en marzo de 1989 miembros del Club Alhaja (hoy Creus) descienden a la cavidad hasta la Sala de los Murciélagos a una profundidad de unos 40 m; un nuevo descenso en agosto se exploran la Sala de Techos Altos, deteniéndose el avance en la cabecera de una nueva vertical de 30 m. Posteriormente se realizan varios descensos a la cavidad hasta alcanzar en octubre la cota más profunda -104 m.

La sima se localiza en el Cerro Morenilla en el término municipal de Castillo de Locubín en las coordenadas UTM - 422375 4159325 y a una altitud de 1280 m de la hoja 18-39 (968) Alcaudete.

Desde Valdepeñas de Jaén se toma la carretera comarcal 3221 en dirección a Castillo Locubín, recorridos unos 8 km se llega al Puerto de Locubín. desde aquí y a pie se asciende a la cumbre del Cerro Morenilla; unos 500 m en

dirección Oeste se divisa la Nava (gran dolina en forma alargada), la cavidad se localiza unos 200 m al Norte, rodeada de tierra de color rojizo.

La cavidad se abre a lo largo de una fractura de dirección predominante N-S, con varios niveles o pisos interconectados por pozos de diversa profundidad (P-17, P-8, P-9, P-25, P-30, P-8, P-10). En el sector sur se alcanza el máximo desnivel de la sima -104 m.



Nacimiento del Río Segura
 Topografía: S.T.D.



Nacimiento del Río Segura.
 Foto: Fidel Molinero

Nacimiento del Río Segura

(D - 354 m Z -17 m)
 SANTIAGO - PONTONES

Como complemento del catálogo de las grandes cavidades jienenses, se incluye en este trabajo la topografía del nacimiento del Río Segura, sifón penetrable, con una longitud explorada de 354 metros y un desnivel de 17 metros.

La exploración de esta cavidad, fue llevada a cabo por espeleobucadores del Grupo Standard de Madrid, durante los años 1979 y 1980, realizando una importante labor de desobstrucción dentro del sifón. (G.E. STANDARD, 1980)

La surgencia se localiza en el fondo de un valle ciego en las estribaciones de la Sierra de Segura próximo a la población de Pontones, en las coordenadas UTM - 5265 42163 y a una altitud de 1420 m de la hoja 22-36 (908) Santiago de la Espada.

Se trata de una galería inundada en la que se localizan tres burbujas de aire a unos 100, 160 y 255 m de la boca.

También han de destacarse los trabajos que en la actualidad desarrollan un colectivo de espeleólogos de Granada y Almería, en el término de Peal del Becerro, dentro del Parque Natural de Cazorla. Donde se han localizado importantes cavidades de desarrollo horizontal, actualmente en fase de exploración y estudio. Entre ellas destaca la Cueva PB-4 con un desarrollo estimado superior a los 2000 m de galerías.

Agradecimientos

Queremos agradecer muy especialmente a Fidel Molinero y Gerardo Martín por la cesión de parte de las ilustraciones aquí presentadas.

BIBLIOGRAFIA

Ayala J., Rodríguez J.M., del Val J., Durán J.J., Prieto C., Rubio J. (1986): Memoria del mapa del karst en España.- Inst. Geol. y Minero de España. 68p.

Club Universitario de Montaña (1991): Campaña Espeleológica CAGACEBO-89 (Sierra de Cazorla).- Lapiaz 20: 42-56. Valencia.

E.R.E. de l'A.E.C. (1989): Contribució a l'estudi espeleològic del "Calar de la Sima".- Exploracions 13: 109-112. Barcelona.

García-Rossell, I. y Pezzi M.C. (1975): Un karst mediterráneo su-

praforestal en Sierra Mágina (Jaén). Condicionamientos geológicos y geomorfológicos.- Cuadernos Geográficos. Serie Monográfica 1: 19-58.

Grupo Espeleológico Standard (Inéd): Exploraciones en el nacimiento del Río Segura.- (Memoria de las campañas 1979 y 1980). Madrid.

López Garrido, A.C. (1971): Geología de la Zona Prebética al NE de la provincia de Jaén.- Tesis Doctoral. Universidad de Granada

López-Limia, B. (1987): Geomorfología del karst de Pinar Negro (Sierra de Segura - Jaén) Lapiaz. Monografía II. Valencia.

Martínez Garrido, J.C. et al. (1991): Caracterización hidrogeológica de los acuíferos carbonatados de la Sierra de Cazorla (Jaén).- El Agua en Andalucía. Vol I. Córdoba.

Moral-Tello, A. (1991): La Sima

de Hoyo Hundido HU-2 (Sierra Mágina - Jaén).- Andalucía Subterránea 10: 3-6. Granada.

Pérez, C.; Llamusí, J.L.; Inglés, S.; et al. (1986): Cavidades en la cuenca alta del Río Segura (Provincias de Jaén y Albacete).- Lapiaz 15: 34-45. Valencia.

Rivas, P., Sanz de Galdeano, C. y Vera, J.A. (1979): Itinerarios geológicos en las zonas externas de las Cordilleras Béticas. Itinerario: Granada - Jaen y Cabra - Loja. Universidad de Granada.

Romero i Rectoret, M. y Amènon i Vidal, A. (1983): L'e.r.e. a les serres de cazorla i de segura.- Espeleolog 34-35: 270-279. Barcelona.

Veroz, R.; Magariño, J.A. y Salinas, V. (1970): Prospecciones espeleológicas en la Sierra de Cazorla (Jaén) I Campamento Andaluz de Espeleología.- Geo y Bio Karst 27: 16-20. Barcelona. ■



Interior del sifón del Río Segura
Foto: Fidel Molinero

Exploraciones espeleológicas en el sector "Talavera-Corzos" -Sierra de Partalooa- (Estancias). Urrácal (Almería)

Speleological explorations in the sector "Talavera-Corzos" -Sierra of Partalooa (Estancias). Urrácal (Almería)

García Sánchez, J.; Sánchez Martos, F.

Espeleo-Club Almería. C/Santa Bárbara, 67. Almería

Resumen

Se describen los rasgos geológicos de un importante sector con materiales carbonatados de la Sierra de Partalooa en la provincia de Almería, así como un resumen de los resultados de las exploraciones espeleológicas realizadas en 8 cavidades de la zona desde 1986 por el Espeleo-Club Almería (E.C.A.), destacando la sima U-1 con -124 metros de desnivel.

Palabras clave: catalogo espeleológico, geomorfología de cavidades, Sierra Partalooa (Almería)

Abstract

Geological features of an important sector with carbonated outcrops in Sierra Partalooa and a summary of speleological research in this area is described. Exploration was carried out in 8 cavities from 1986

to the present by the Espeleo-Club Almería (E.C.A.). U-1 cave is the most important with -124 m depth.

Key words: speleological catalogue, cave geomorphology, Partalooa Mountains (Almería)

INTRODUCCION

Dentro de la diversidad kárstica que posee la provincia de Almería, la Sierra de las Estancias ocupa un lugar destacado. La presencia de materiales carbonatados de potencia media (200-300 m), la tectónica zonal, el índice pluviométrico e incluso nival de ésta (a tener en consideración), favorecen el desarrollo de cavidades horizontales y verticales interesantes por la magnitud de algunos de sus desarrollos. Considerando la uni-

dad general de las Estancias, sobresale especialmente la subunidad de la "Sierra de Partalooa", en la cual se localiza el sector "Talavera-Corzos", objeto de este trabajo. Es aquí donde el Espeleo-Club Almería (E.C.A.), ha realizado exploraciones localizando diversas cavidades de desarrollo predominantemente vertical entre las que se encuentra la 2ª cavidad más profunda de la provincia. El trabajo que se expone a continuación, aunque tardío en ver la luz, avala humildemente las posibilidades espeleológicas que ofrece el conjunto de esta sierra.

SITUACION GEOGRAFICA. RASGOS GENERALES DEL AREA

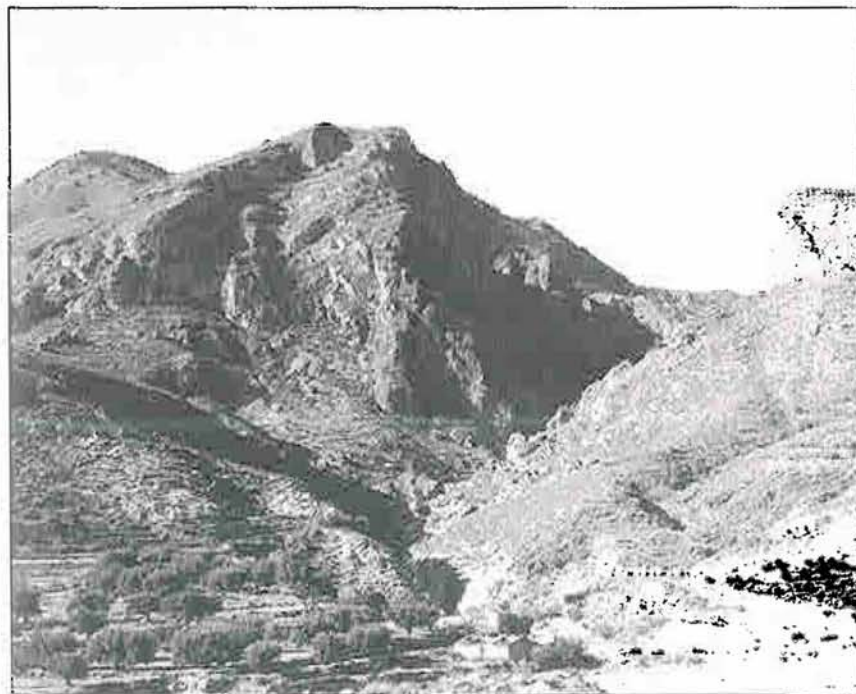
La zona estudiada se encuentra, en la subunidad de la Sierra de Partalooa, dentro del Término Municipal de Urrácal (Almería) (Fig. 1).

Esta sierra se sitúa al Norte de la provincia, prácticamente en la zona occidental de la "Sierra de las Estancias". Sus elevaciones más importantes son el "Talavera" (1237 m), "Cerro de Los Corzos" (1165 m), "Cerro del Tesoro" (1119 m), "Cerro del Almirez" y el "Partalooa" (ambos con 1106 m). Entre ellas se forman profundas depresiones surcadas por cauces temporales de importancia como la "Rambla de Huítar" mas conocida por los lugareños como "La Cerrá", y la "Rambla de Olula" o "de la Tonta", ambas presentan tramos escarpados en forma de cañón con paredes de altura considerable muy espectaculares. Este conjunto de elevaciones junto con sus hermanas "Lúcar" (1722 m), "Morenillas" (1376 m), "Cascaire" (1345 m) y "Carriconda" (1194 m), en la Sierra de Lúcar, constituyen la parte occidental de la Sierra de las Estancias, dominando al Sur sobre el valle del Río Almanzora a su paso por centros de población de importancia como Serón, Tijola, Purchena, Olula del Río, Mael y Cantoria, próximos al límite con la provincia de Granada.

RASGOS GEOLOGICOS

La Sierra de las Estancias corresponde a una alineación montañosa que se extiende al Norte de la provincia de Almería con una superficie de unos 50 Km².

Estos relieves están constituidos básicamente por materiales alpujárrides en los que se diferencian dos unidades (Partalooa y Campillo). Presentan la típica se-



La "Cerrá". Aspecto de la zona de estudio. Foto: J. García Sánchez

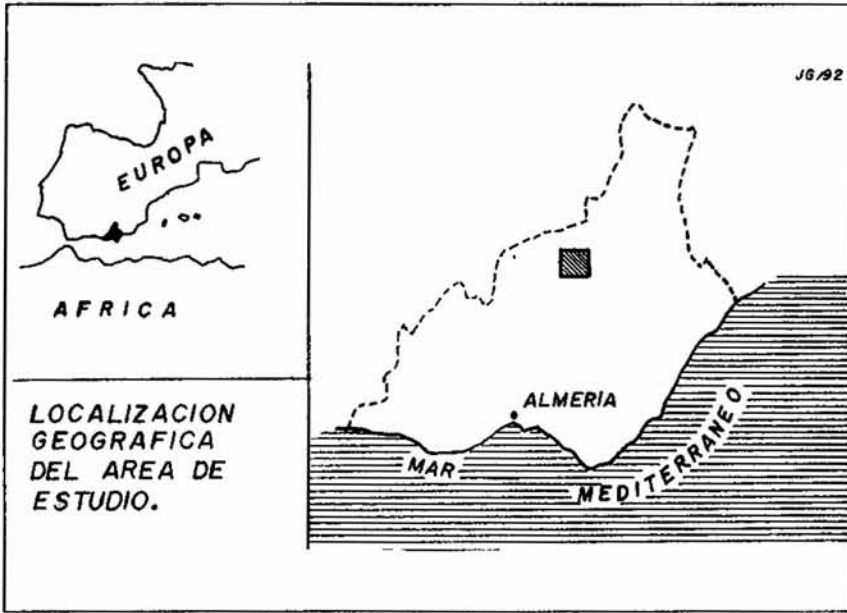


Figura 1. Localización geográfica

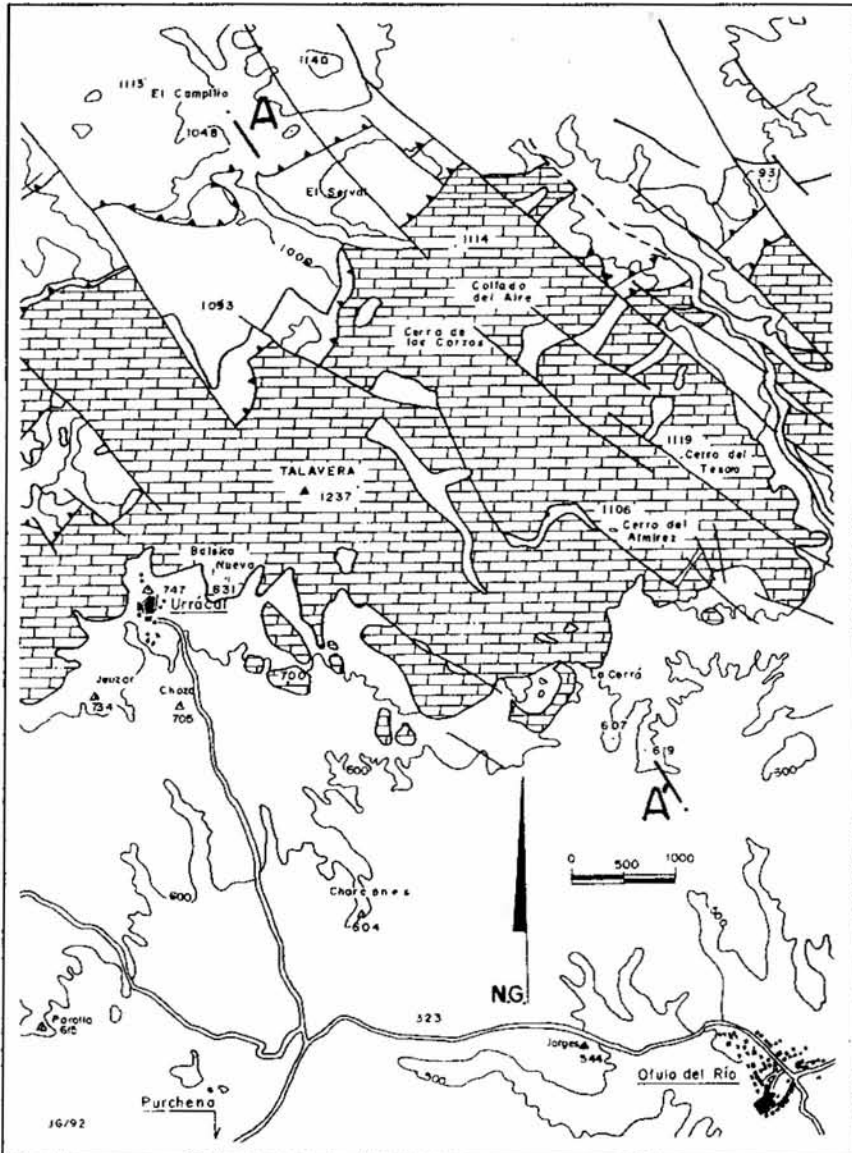


Figura 2. Esquema general de situación geológica (afioramiento carbonatado) Modificado de WOEFMANS et al. (1979)

cuencia alpujárride, que se inicia con una formación de micasquistos sobre la que se sitúa una formación filítica, coronando la serie una formación carbonatada.

La Unidad de Partalao aflora mayoritariamente en el sector Partalao-Urrácal-Somontín (fig.2), conformando los materiales carbonatados las mayores elevaciones, especialmente al Norte de Urrácal, como es el caso del cerro "Talavera". También aparecen algunos pequeños afloramientos metapelíticos en la base de algunos barrancos (Rambla de Huftar), y en la vertiente Norte del cerro "Talavera".

La secuencia de la formación carbonatada se inicia con unas dolomías de color oscuro y aspecto ruinoso, con algunas estructuras de desplome y brechas sedimentarias. Su potencia es del orden de 200 metros. Le sigue una alternancia de calizas finamente laminadas y estratificadas con intercalaciones margosas filíticas y cuarcíticas con unos 60 metros de espesor. La serie aparece coronada por unas dolomías bien estratificadas y masivas con intercalaciones de calizas. La potencia de este tramo alcanza los 80 metros.

La estructura general de la Sierra corresponde con un largo anticlinal en el que el flanco meridional aparece muy reducido y separado de una estructura sinclinal por una zona de falla. Las estructuras más frecuentes son fallas inversas y superficies de cabalgamiento (fig. 3), que se desarrollan aprovechando la plasticidad de las filitas, lo que reduce la potencia de las series más incompetentes e individualizan las series carbonatadas.

La tectónica es muy compleja, con imbricaciones y cabalgamientos importantes que afectan esencialmente al complejo alpujárride. Este complejo se ve afectado por fallas normales y transversales de dirección NNO-SSE o NO-SE, generalmente perpendiculares a la dirección general de la alineación montañosa.

HISTORIA DE LAS EXPLORACIONES

Desde que en la década de los 60 se obtuvieran los primeros datos sobre la existencia de varias cavidades importantes en la zona, en base a una recopilación realizada por el antiguo GEP-OJE y el órgano político del entonces Frente de Juventudes, encuestando a todos los Ayuntamientos de la provincia almeriense. Pero no es hasta bien entrada la siguiente década

da (años 70) cuando se exploran por primera vez algunas de las cavidades existentes por parte de un grupo de Espeleología de Alcoy que dejó su firma en una de las simas situadas en la elevación del "Talavera". Posteriormente, en 1981, miembros de la Sección de Espeleología del C.A.M. (Almería), exploran por 1ª vez la "Sima del Telar" o "Sima de la Encantá." (en la misma elevación), estimando su profundidad en unos 100 m. A finales del mismo año, miembros del mismo grupo exploran la que, hasta hoy, es la sima más profunda de Almería en materiales carbonatados, se trata de la U-1 (bautizada como "Sima de Los Salteños"). Precisarán de 2 exploraciones para tocar fondo en la cavidad, que estiman con un desnivel de -180 m; sin realizarse levantamiento topográfico alguno de las simas exploradas.

Abandonada la zona por algún tiempo, el Espeleo-Club Almería (E.C.A.), inicia sus trabajos en la zona. El E.C.A. consciente de la magnitud de las cavidades conocidas, plantea un trabajo sistemático de prospección, exploración y topografía. Así en 1986 se exploran y topografían las simas U-3 (Pino Loco) y U-7 (Sima de la Cerrá). En 1987 se topografía la U-1 (Salteños) y al año siguiente (1988) la U-2 (Sima del Telar). A modo de anécdota es preciso mencionar que durante los trabajos topográficos en la U-2, coincidimos con tres aficionados a la espeleología residentes en la zona, naciendo tras este encuentro un nuevo grupo, el Espeleo-Filabres Club. Grupo que nos acompañará en sucesivas ocasiones en nuestras exploraciones, destacando el campamento de trabajo en Abril de 1989 durante el que se localizan y topografían 3 nuevas cavidades U-4 (Sima Frascuito), U-5 (Cueva del Alpargatazo) y U-6 (Cueva del Repetidor).

DESCRIPTIVA DE LAS CAVIDADES

Es preciso aclarar, respecto de la denominación de las cavidades, que además de la sigla correspondiente (ej. U-3-ECA), los nombres utilizados para su identificación van en orden preferente:

- 1º Nombre popular (reconocido).
 - 2º Nombre toponímico (topónimo más cercano).
 - 3º Nombre espeleológico familiar (si lo tiene).
- Por ejemplo:
- U-1-ECA / Talavera I / (Sima

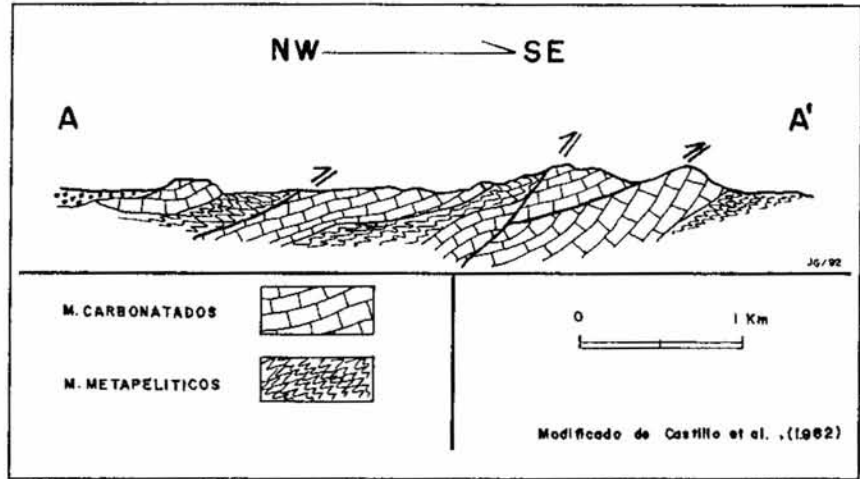


Figura 3. Corte geológico. Modificado de CASTILLO et al. (1986)

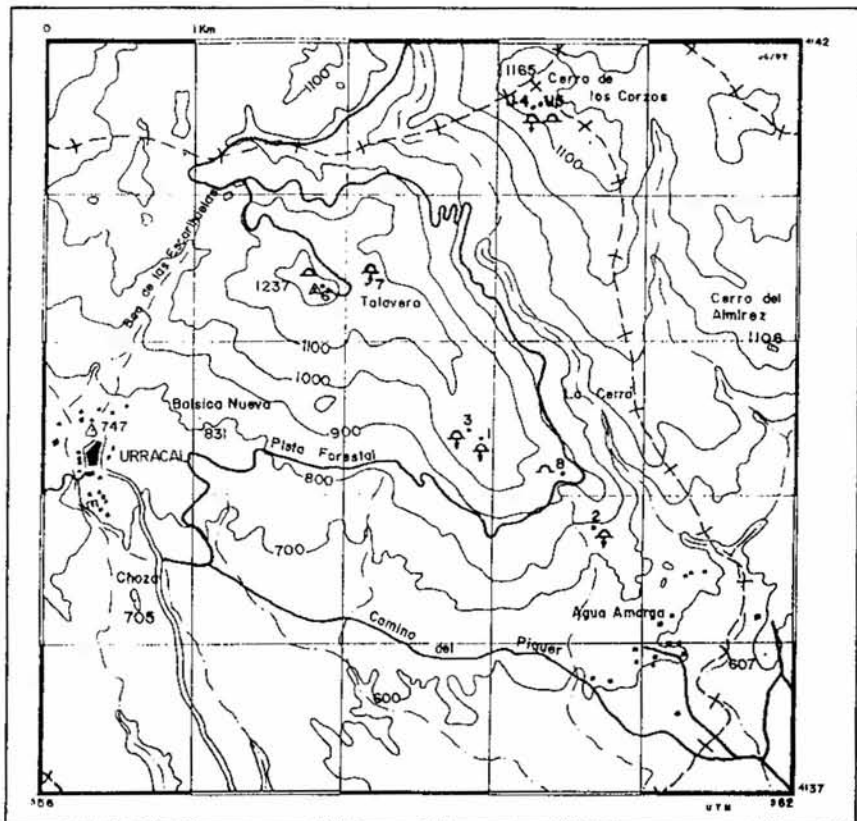


Figura 4. Situación de las cavidades

de Los Salteños)
 • U-2-ECA / Sima del Telar o de la Encantá / Talavera II
 ello siguiendo las directrices sobre este punto de la Escuela Española de Espeleología y Normativa del Catálogo Nacional de Cavidades.
 En cuanto a los datos de localización, se utilizan coordenadas UTM sobre cartografía del Servicio Geográfico del Ejército: Mapa Militar de España; Escala 1:50000; Hoja 995 (23-40)-CANTORIA (1974); 2ª Edición (1980). Cuadrícula 100 Km "WG".

U-1-ECA / TALAVERA I (Sima de Los Salteños)

Desde Urracal parte un camino hacia el cerro "Talavera" (1237 m), que tras 3 Km nos situa en una

COORDENADAS-UTM:
X: 558.910
Y: 4.144.650
Z: 1.080 m.s.n.m.
EPELEOMETRIA:
DR: 450 m
Z: -124 m

curva cerrada muy amplia, en el lugar conocido como "Las Covaticas". A partir de aquí se sube a pié por la divisoria de aguas que parte desde la curva hasta coronarla por su parte izquierda (1100 m.), donde en un claro se abre la entrada a la cavidad.

Es una cavidad de génesis tectónica apreciándose en su parte superior un posible desarrollo a favor de un pliegue anticlinal truncado por una gran fractura vertical.

La boca es de pequeñas dimensiones (120x80 cm), con un bloque encajado tras el cual llegamos a una fuerte pendiente algo peligrosa en condiciones de humedad, por el peligro de arrastre de piedras al pozo existente. Descendiendo esta rampa y a la izquierda existen 2 galerías formadas en el mismo plano de curvatura de la parte superior de la sima.

La primera, con dirección N28E está abundantemente concreccionada. La segunda desciende con dirección N110E en sentido SE, entre bloques considerables empujados en las paredes recubiertas de coladas poco desarrolladas. Se llega tras un pequeño destrepe a la cabecera de un pozo (sin descender aún), que topográficamente debe coincidir con la rampa existente en la base del P.17.

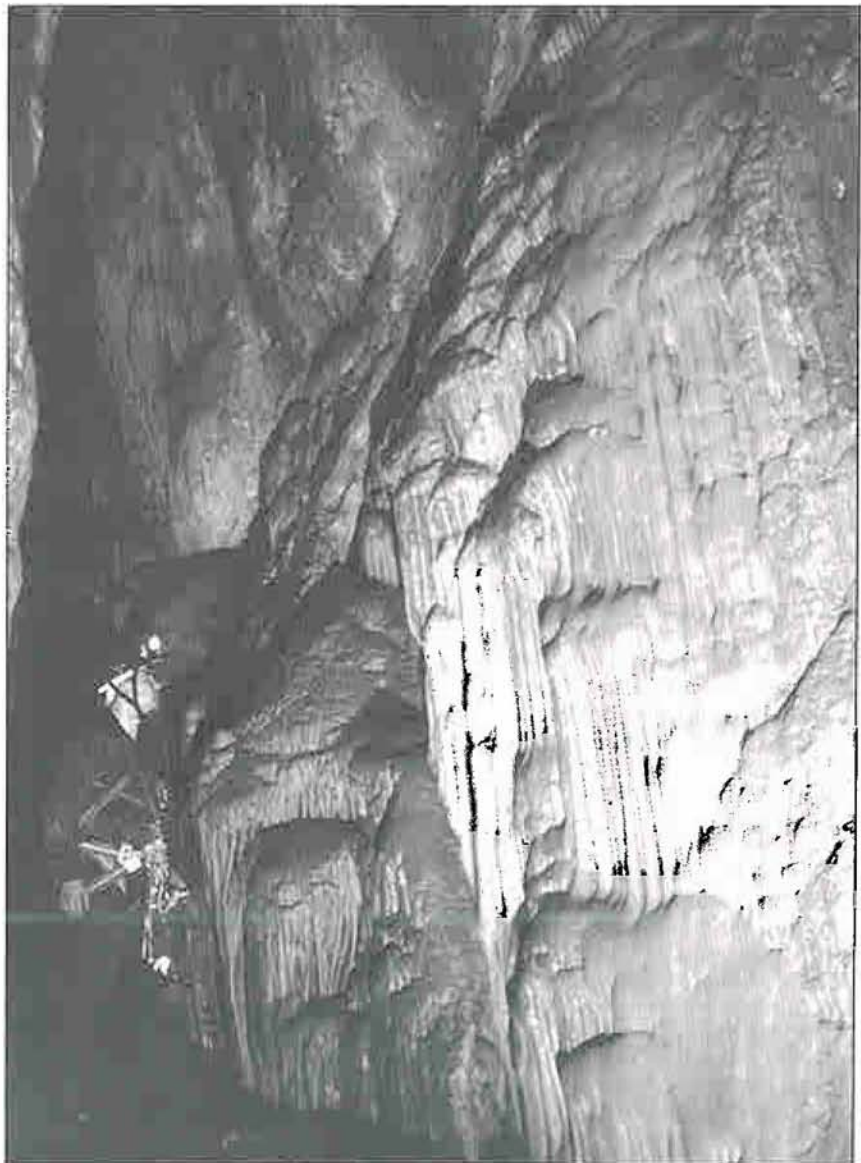
Volviendo a la rampa de acceso, nos situaremos en la cabecera de un P.46 (cota -10), instalando 2 spits en una placa lisa que aparece en la pared derecha (se considerará así para el resto de la cavidad aún en contra del sentido de la marcha), debiendo realizar un pasamanos hasta un nuevo spit en la misma pared y sobre una colada consistente que nos acompañará ya en todo el descenso.

Bajaremos unos 7 m y encontraremos una repisa formada por bloques encajados algo inestables, fraccionando en un nuevo spit (pared derecha). Esta repisa es el punto más estrecho de la cavidad (aprox. 1 m). Sigue un nuevo descenso de 13 m (cota -33), que nos obliga a fraccionar en la pared izquierda. Posteriormente y unos 4 m mas bajo volveremos a la pared derecha montando una derivación para separarnos de la pared izquierda. Nos encontramos en este momento delante de la "Cornisa Juana", a partir de la cual el pozo se abre espectacularmente, realizando a continuación un descenso de 24 m.

La cavidad se abre a lo largo tomando dirección N120E en sentido quedando la pared derecha



Subida a la sima U-1. Foto: J. García Sánchez



Coladas en la galería de "los bichos" Sima U-1. Foto: J. García Sánchez

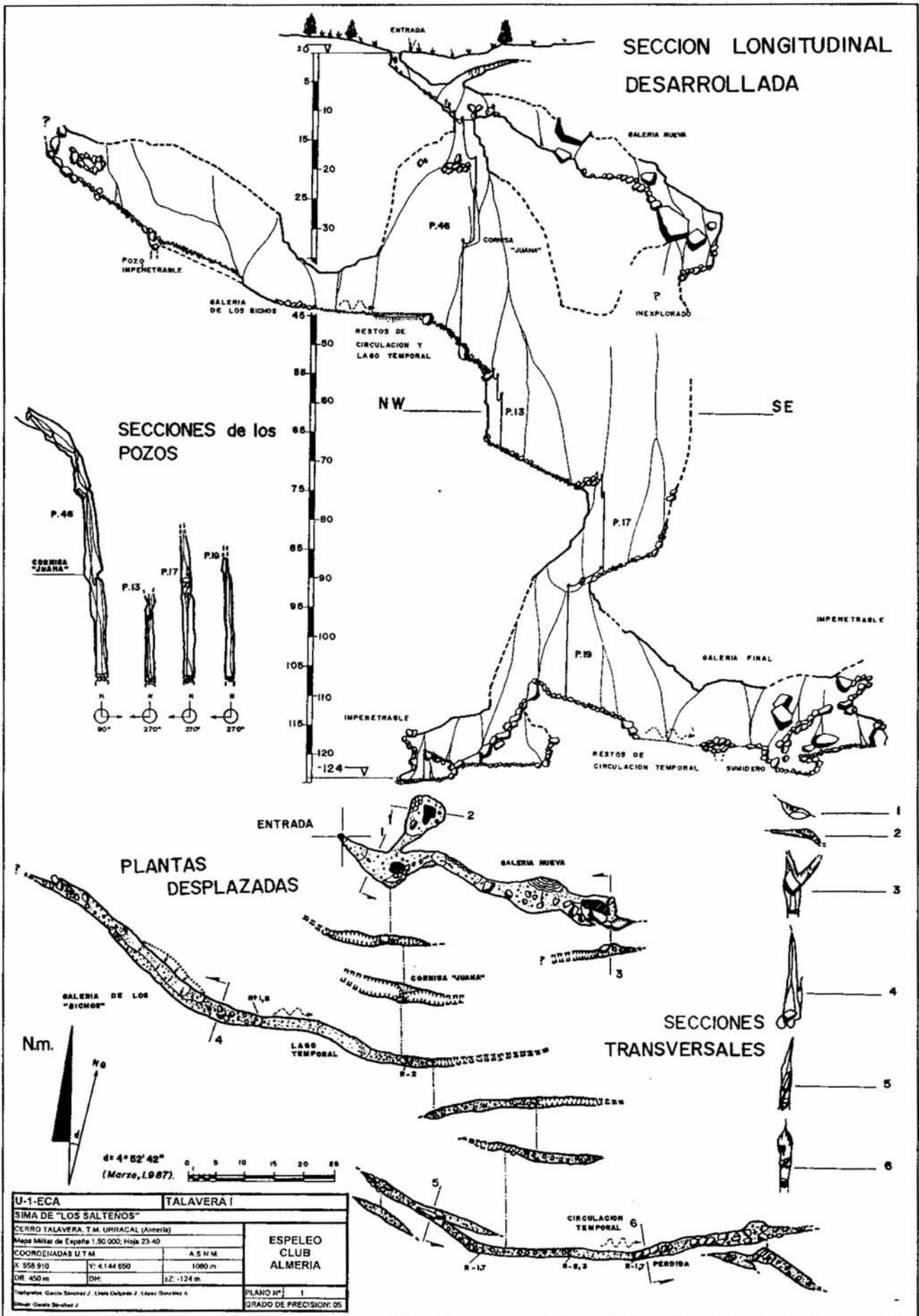


Figura 5. Topografía de la sima U-1 (Sima de los Salteños). Topo: E.C.A.

FICHA TECNICA DE INSTALACION (U-1)			
Dificultad	Cota	Anclaje	Observaciones
P.46	-10	AN+Spit	Cabecera. Pared izqda
	-12	1 Spit	Pared derecha
	-19	1 Spit	Pared derecha
	-33	1 Spit	Pared izquierda
	-38	1 Spit	Derivación pared dcha.
P.13	-55	1 Spit	Péndulo. Pared izqda.
	-56	2 Spit	Pared derecha
P.17	-59	1 Spit	Pared derecha
	-67	2 Spit	Pared izqda. s/bloques
	-68	1 Spit	Pared izquierda

Ficha técnica de instalación de la Sima de los Salteños (U-1)



Pozo en la Sima U-1("Los Salteños"). Foto: J. García Sánchez

extraplomada. La pared izquierda adquiere un color rojizo oscuro a causa de los materiales que componen la colada que la recubre. Se aprecian en el mismo lugar los impactos de bloques caídos desde la

cabecera. Se trata quizá, del punto más comprometido del descenso ante la imposibilidad de apartarse de la trayectoria de posibles piedras.

En la base del pozo encontra-

mos una rampa poco compactada. Si tomamos dirección N120E en sentido NW remontaremos la "Galería de los Bichos", de desarrollo casi horizontal ganando en pendiente ascendente en su tramo final, donde existe la posibilidad de forzar algún paso. Es de destacar la gran belleza y magnitud que adquiere la colada en esta galería.

Volviendo al pozo, tomando dirección N90E, con la precaución de no mover piedras en la rampa, descendemos un P.12 fraccionado 4 m mas abajo, y se llega a un tramo de galería descendente (cota -67), que acaba en la cabecera de un P.17, también fraccionado un poco más abajo. En la base de éste último (cota -89), aparecen en ambas paredes un considerable escalonamiento de la colada que nos acompaña desde el inicio. Continuando en dirección N105E, montamos un pasamanos para llegar en oposición a la cabecera de un P.19 totalmente aéreo y que bajaremos empleando 2 spits en la pared izquierda.

Ya en el fondo de la cavidad (cota -110), la galería avanza en las direcciones N115E y N130E en dirección NW, donde, tras descender unas rampas de bloques y un pequeño pocito de 5 m accedemos al punto más profundo de la sima (cota -124). En esta zona de la sima son muy abundantes las formaciones calcíticas en forma de flores y agujas, que se extienden verticalmente a lo largo de la parte final de la colada.

Es interesante mencionar igualmente, la existencia en la zona SE de huellas de circulación temporal y un posible sumidero impenetrable que permanece pendiente de trabajos de desobstrucción que pudieran dar continuidad a la cavidad.

U-2-ECA / TALAVELA II Sima del Telar o de la Encantá

COORDENADAS UTM:
X: 559.675
Y: 4.145.220
Z: 790 m.s.n.m.
ESPELEOMETRIA:
DR: 319,5 m
Z: -86,5 m

Se accede desde "Las Covaticas", descendiendo por la ladera Sur en dirección al cortijo de Los Molinos (Agua Amarga), localizándose en la base de un escarpe rocoso existente. Desde el cortijo anterior es mas fácil su localización al encontrarnos de cara el

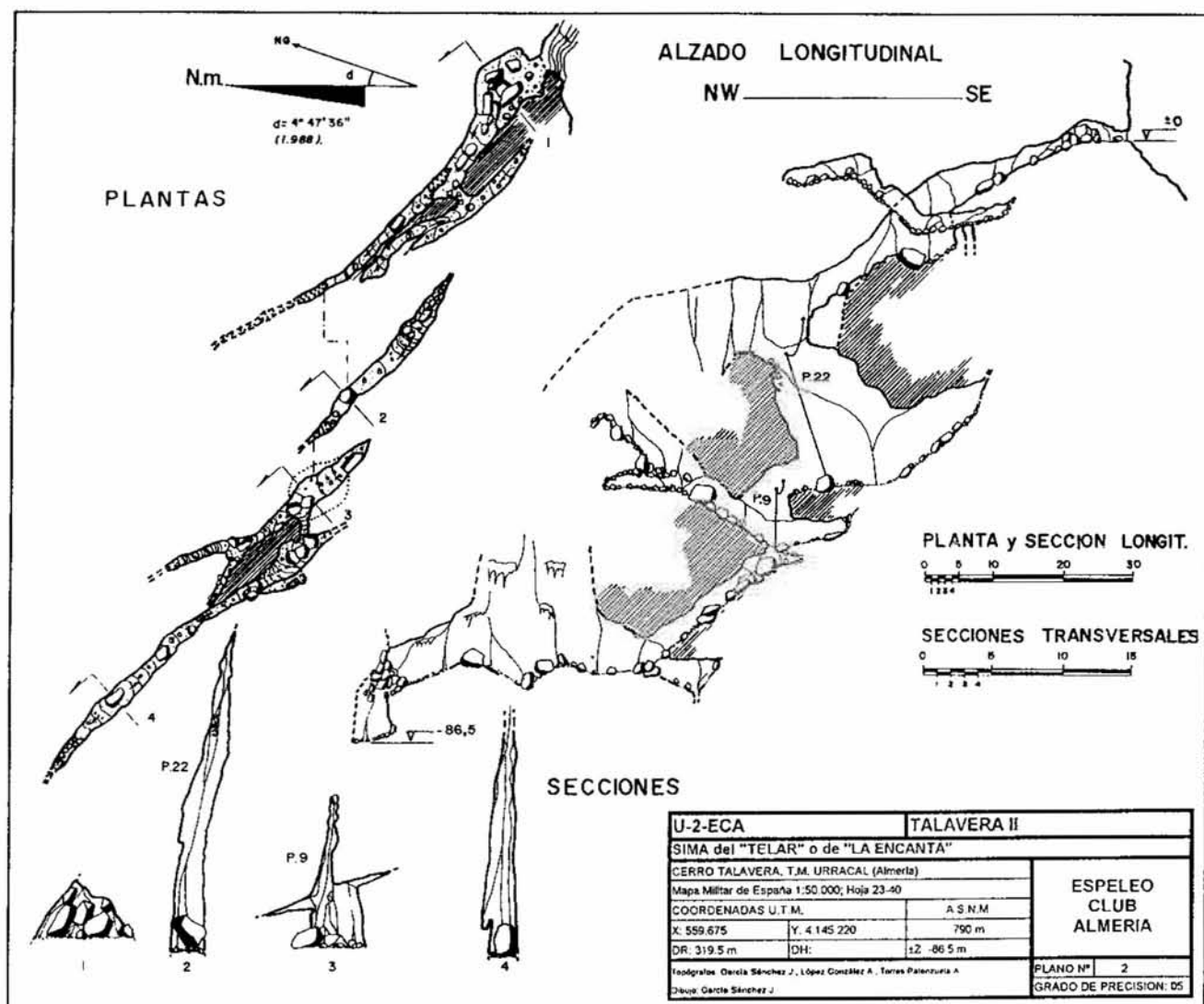


Figura 6. Topografía de la sima U-2 (Sima de la Encantá)
Topografía: E.C.A.

FICHA TECNICA DE INSTALACION (U-2)			
Dificultad	Cota	Anclaje	Observaciones
P.22	-30	AN+Spit	Cabecera. Pared izqda.
	-32	Spit	Fraccio. Pared izqda.
P.9	-48.5	AN+Spit	Pared izquierda

Ficha de instalación de la Sima de la Encantá

escarpe y la entrada de la cavidad a media ladera.

Etnológicamente la cavidad ha sido objeto de distintas leyendas que hablan en su esencia de los sonidos producidos por el telar de una mujer "la Encantá", que atrapaba a los visitantes para no dejarlos salir. Lógicamente los sonidos tienen su explicación en la propia circulación de aire a través de la boca de la cavidad obstruida interiormente por numerosos bloques que dejan pasar corrientes de aire entre sus huecos.

La boca de la cavidad es horizontal con forma rectangular y dimensiones 200 x100 cm aproxi-

madamente, esta da paso a un pequeño vestíbulo con el suelo tapizado de bloques. La bóveda presenta un color oscuro (ahumado), lo que pudiera inducir a un posible interés arqueológico como más adelante se señalará.

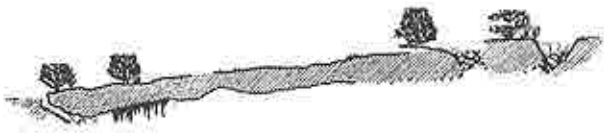
Progresaremos por la pared derecha a través de un pasaje de 180 cm de ancho que nos coloca dentro de la fractura principal (posible falla en la que la pared izquierda es el labio hundido), de dimensiones aceptables. Esta tiene dirección N130E en dirección NW.

Descendiendo sin material llegamos a la cota -10, abriéndose en la pared izquierda una galería

paralela, a favor de una fractura subsidiaria.

Situados en -14 m, el suelo se hunde en un escarpe, la altura de la cavidad crece hasta los 10 m. aproximadamente. Seguimos descendiendo hasta la cabecera de un P.22 (cota -30). Se instala sobre un anclaje natural y 1 spit situado 2 metros más abajo. El pozo se desciende sobre la pared derecha, encajonándose paulatinamente y obligando a desplazarnos lateralmente en dirección SE, hacia la zona mas amplia de la fractura.

Ya en la base del P.22 (cota -48,5), avanzamos por una rampa ascendente muy empinada que se cierra posteriormente. Volviendo a la base del pozo, continuamos bajo un gran bloque para descender un nuevo P.10, utilizando 2 spits en la pared izquierda. En su base (cota -59) observamos una fractura horizontal que "sesga" perpendicularmente el plano vertical de la fractura principal. Es en este punto



	Uru	Anciale	Cheruvamias
	-5	2 Spits	Capecera

COORDENADAS UTM:

ESPELEOMETRIA:

COORDENADAS UTM:

ESPELEOMETRIA:



FICHA TÉCNICA DEL CIELO

Dificultad	Cota	Anclaje	Observaciones
P.25	-8.5	AN	Bloque empotrados
	-11	SPIT	Fraccion.
	-14	SPIT	Fraccion.
	-19	SPIT	Fraccion.
P.12	-38.6	AN	Bloques empotrados
	-41	AN	Derivacion.
	-43	SPIT	Fraccion.
P.12	-53.5	AN	Bloques empotrados
	-57	AN	Derivacion.



COORDENADAS UTM:

ESPELEOMETRIA:

COORDENADAS UTM:

ESPELEOMETRIA:

COORDENADAS UTM:

ESPELEOMETRIA:



COORDENADAS UTM:

ESPELEOMETRIA:







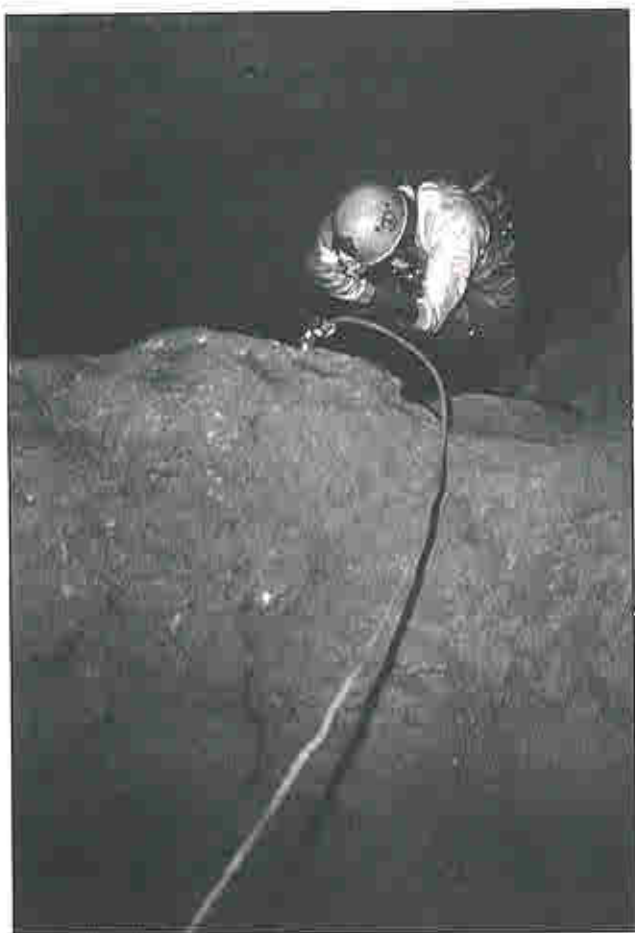




Figure 10

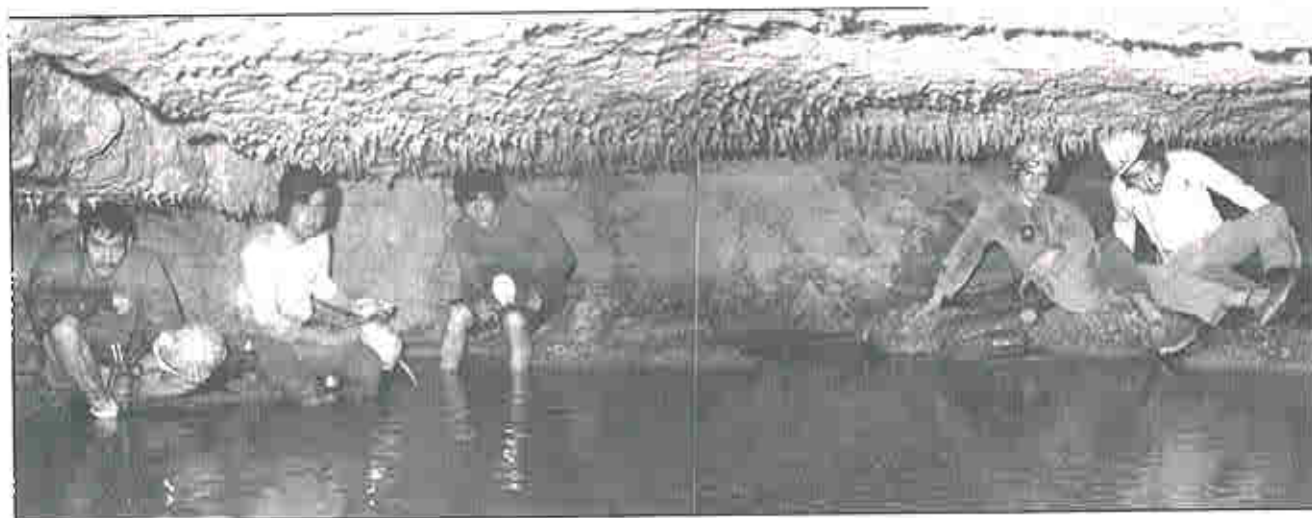
Figure 11

Area	Area	Area	Area
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

[REDACTED]

[REDACTED]



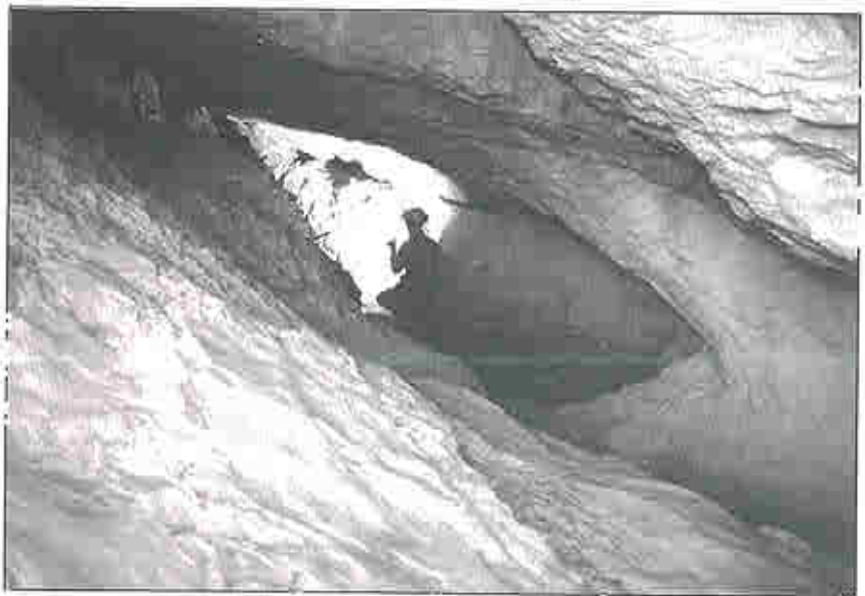






The longest	
1. Pestera Vintului	40.300 m
2. Sistemul Poienita-Humpleu	34.000 m
3. Pestera din Piriui Hodobanei	22.142 m
4. Pestera Topolnita	20.500 m
5. Pestera Ciur Ponor	
6. Pestera Tausoare	16.106 m
7. Pestera Zapodie-Neagra	12.048 m
8. Pestera Polovragi	10.350 m
9. Pestera Cornilor	10.200 m
10. Pestera Ponorului	7.718 m
The deepest	
1. Avenul din Grind	-520 m
2. Pestera Tausoare	462 m (-356 m.. +6 m)
3. Pestera Sura Mare	+405 m
4. Avenul din Ciur Ponor	-339 m
5. Sistemul Poienita-Humpleu	-308 m
6. Pestera Jghiabul lui Zalion	303 m (-289 m.. +4 m)
7. Pestera Sincuta,	-295 m
8. Avenul din Hoanca Urzicarului	288 m (-286 m.. +2 m)
9. Avenul Rachitea	287.5 m (-202 +5m)
10. Avenul din Dealul	-273 m

ECActividades



1. *...*
 2. *...*
 3. *...*
 4. *...*
 5. *...*
 6. *...*
 7. *...*
 8. *...*
 9. *...*
 10. *...*
 11. *...*
 12. *...*
 13. *...*
 14. *...*
 15. *...*
 16. *...*
 17. *...*
 18. *...*
 19. *...*
 20. *...*
 21. *...*
 22. *...*
 23. *...*
 24. *...*
 25. *...*
 26. *...*
 27. *...*
 28. *...*
 29. *...*
 30. *...*
 31. *...*
 32. *...*
 33. *...*
 34. *...*
 35. *...*
 36. *...*
 37. *...*
 38. *...*
 39. *...*
 40. *...*
 41. *...*
 42. *...*
 43. *...*
 44. *...*
 45. *...*
 46. *...*
 47. *...*
 48. *...*
 49. *...*
 50. *...*
 51. *...*
 52. *...*
 53. *...*
 54. *...*
 55. *...*
 56. *...*
 57. *...*
 58. *...*
 59. *...*
 60. *...*
 61. *...*
 62. *...*
 63. *...*
 64. *...*
 65. *...*
 66. *...*
 67. *...*
 68. *...*
 69. *...*
 70. *...*
 71. *...*
 72. *...*
 73. *...*
 74. *...*
 75. *...*
 76. *...*
 77. *...*
 78. *...*
 79. *...*
 80. *...*
 81. *...*
 82. *...*
 83. *...*
 84. *...*
 85. *...*
 86. *...*
 87. *...*
 88. *...*
 89. *...*
 90. *...*
 91. *...*
 92. *...*
 93. *...*
 94. *...*
 95. *...*
 96. *...*
 97. *...*
 98. *...*
 99. *...*
 100. *...*

	Localidad	Litología y Estrat.
1		
2		
3		
4		
5		

1. *...*
 2. *...*
 3. *...*
 4. *...*
 5. *...*
 6. *...*
 7. *...*
 8. *...*
 9. *...*
 10. *...*
 11. *...*
 12. *...*
 13. *...*
 14. *...*
 15. *...*
 16. *...*
 17. *...*
 18. *...*
 19. *...*
 20. *...*
 21. *...*
 22. *...*
 23. *...*
 24. *...*
 25. *...*
 26. *...*
 27. *...*
 28. *...*
 29. *...*
 30. *...*
 31. *...*
 32. *...*
 33. *...*
 34. *...*
 35. *...*
 36. *...*
 37. *...*
 38. *...*
 39. *...*
 40. *...*
 41. *...*
 42. *...*
 43. *...*
 44. *...*
 45. *...*
 46. *...*
 47. *...*
 48. *...*
 49. *...*
 50. *...*
 51. *...*
 52. *...*
 53. *...*
 54. *...*
 55. *...*
 56. *...*
 57. *...*
 58. *...*
 59. *...*
 60. *...*
 61. *...*
 62. *...*
 63. *...*
 64. *...*
 65. *...*
 66. *...*
 67. *...*
 68. *...*
 69. *...*
 70. *...*
 71. *...*
 72. *...*
 73. *...*
 74. *...*
 75. *...*
 76. *...*
 77. *...*
 78. *...*
 79. *...*
 80. *...*
 81. *...*
 82. *...*
 83. *...*
 84. *...*
 85. *...*
 86. *...*
 87. *...*
 88. *...*
 89. *...*
 90. *...*
 91. *...*
 92. *...*
 93. *...*
 94. *...*
 95. *...*
 96. *...*
 97. *...*
 98. *...*
 99. *...*
 100. *...*

NOTICIAS



