



NUMERO ESPECIAL

ANDALUCIA SUBTERRANEA

— 24 —

Estudio Cllimático

de la

Cueva de la Pileta

CENTRO ANDALUZ DE ENTRENAMIENTO



Campamentos
Rutas Culturales
Actividades Deportivas



Reuniones y Jornadas
Cursos de Técnico
Deportivo Nivel 1, 2 y 3
en Espeleología.



INFORMACIÓN
Y RESERVAS:

C/. José Pérez, 11611 Villaluenga del Rosario (Cádiz)
Teléf. 956 12 61 06 - 952 21 19 29
www.espeleo.com fae@espeleo.com

ANDALUCÍA SUBTERRÁNEA 24



ANDALUCÍA SUBTERRÁNEA 24

Este número especial de Andalucía Subterránea lo presentamos con una recopilación de postales que la editorial sevillana Gráficas del Sur sacó a la luz en la década de los 40. En el juego de 10 postales se muestra distintas zonas de la Cueva de la Pileta, además de recoger un plano con detalle de cada una de las estancias subterráneas.

Un curiosa colección de imágenes que nos sirve para acompañar este gran estudio que de la cueva nos presenta nuestro compañero Manuel Wallace.

EDITORIAL



Con este número monográfico queremos desde la Federación Andaluza de Espeleología potenciar la difusión de estudios de largo recorrido que, por su extensión, son de difícil difusión y no pueden tener cabida en números ordinarios.

Traemos hoy a nuestras páginas un trabajo sobre climatología realizado por Manuel Wallace Moreno en la cueva de la Pileta (Benaoján, Málaga). Una peculiaridad singular es el tiempo invertido en este trabajo. Manolo ha recopilado de forma directa o indirecta datos climáticos desde los inicios de los años 70 del siglo XX. A ello se une el trabajo realizado durante el último año en que se han completado mediciones que abarcan todas las zonas de la cavidad.

La cueva de la Pileta es, sin duda, un exponente singular en el arte rupestre de la Península Ibérica. Desde que H. Breuil la diera a conocer en su libro "La Pileta a Benaoján" en 1918, ha ocupado un lugar relevante en el olimpo del arte paleolítico. Tal motivo le ha hecho centro de interés de científicos y curiosos y de espeleólogos de disciplinas varias. Por desgracia no siempre han encontrado respuesta satisfactoria a sus pretensiones, ya que los propietarios de este Monumento Nacional y Bien de Interés Cultural han administrado de forma muy restrictiva las actuaciones científicas en ella.

Debemos celebrar doblemente que Manolo Wallace haya reunido durante años una serie de datos climáticos en torno a esta cavidad que en su conjunto servirá para mejorar nuestro conocimiento sobre ella y que, además, nos lo facilite para su publicación en Andalucía Subterránea.

Tienes pues en tus manos un trabajo singular donde se recopilan y analizan algo más de 25 años de anotaciones, tal vez el registro más extenso realizado nunca sobre una cueva andaluza.

José Antonio Berrocal Pérez
Presidente de la Federación Andaluza

SUMARIO

4 ARTÍCULO

6 ESTUDIO CLIMÁTICO

7 PARTE 1

Presentación. Necesidad de su realización.
Breve reseña histórica de su descubrimiento.
La Serranía de Ronda.
El marco físico.
El clima en la Serranía de Ronda.

19 PARTE 2

El ecosistema de la Cueva de La Pileta.
Bioespeleología. Especies encontradas en La Pileta.
La Pileta. Situación y desarrollo de la cavidad.
Método de trabajo.
Los datos climáticos de la Pileta. Ubicación de las estaciones
Datos climáticos tomados durante la década de los 90.
Los años dos mil. La continuación de los trabajos.

46 PARTE 3

Análisis de los resultados.

62 CONCLUSIONES

66 BIBLIOGRAFÍA ESPELEOLÓGICA 2009

CIEN AÑOS DE ESPELEOLOGÍA EN ANDALUCÍA

Por José Antonio Berrocal.
Federación Andaluza de Espeleología

“Mi afición a la geología y la fotografía me llevo a realizar excursiones espeleológicas por las cuevas de los cantales”

Con esta frase Andalucía se incorpora a la era moderna de la espeleología en el mundo. Su autor es el malagueño Miguel Such Martín quien además manifiesta que estas excursiones espeleológicas las realiza en compañía de sus amigos Rafael Montañés, José Fuentes y José Lara, además sus propios hermanos Juan y José. Con estas seis personas estamos ante el primer germen o núcleo de lo que más tarde serían los grupos de espeleología. El inicio de estas actividades se produce en el año 1914. O sea que en el próximo 2014 se cumplen los cien años de la efeméride.

No podemos olvidar a otros precursores del siglo XIX, como el almeriense Manuel Góngora con su trabajo sobre la cueva de los Murciélagos de Albuñol, de las exploraciones en la sima de Cabra (Córdoba) en 1841, donde unos profesores del instituto trataban de dilucidar si la sima era de origen natural o fruto de la mano del hombre. Ni de los trabajos de H. Breuil en la Pileta (Málaga) que ponen a Málaga en el mapa mundial de la prehistoria vinculada a cuevas, o del jiennense, afincado en Málaga, Eduardo J. Navarro con su trabajo de la Cueva del Tesoro, de Torremolinos.

La sustancial diferencia son las palabras mágicas escritas por Such: espeleología y su continuación en el

tiempo con otra serie de exploraciones y trabajos en diversas cuevas de la provincia. Y sobre todo que a partir de aquí se incorporan otras actividades en diversos puntos de Andalucía conformando un colectivo de exploradores que se prolonga hasta nuestros días.

Nació Miguel Such, eje de esta celebración, el 17 de enero en la industrial Málaga de 1889. Su figura es la de un autodidacta del siglo XX que por sus avatares personales se mantuvo casi silenciado durante muchos años. Sus hermanos Juan y José estudiaron en la Universidad de Granada, Derecho uno y Filosofía y Letras el otro. Miguel sin embargo no fue a la universidad y cambió las aulas por un largo viaje que le llevo por Sudamérica y estancias largas en Francia e Inglaterra que le ofrecieron el dominio fluido del francés y el inglés, muy útiles para sus actividades posteriores. Los trabajos de Such llamaron la atención del sabio francés Henry Breuil que le animó a publicar los resultados de sus investigaciones en la cueva de Hoyo de la Mina. El trabajo *Avance al estudio de la caverna Hoyo de la Mina* vio la luz en el año 1920. Y ya con la publicación en la calle fue Hugo Obermaier, quien pidió visitar la cueva y conocer los materiales arqueológicos procedentes de la misma.

Such continuó explorando e inves-

tigando en cuevas de distintos puntos de la provincia pero estos trabajos se vieron interrumpidos por la guerra civil.

Su convicción republicana le llevo al exilio a Francia, con la ayuda de su amigo Breuil. Después se marchó a Colombia donde trabajó como profesor, seguramente de arqueología, en la Universidad de Bucaramanga, en la provincia del Santander del Sur. La mayoría de su familia quedó en Málaga y esto propició la conservación de su colección arqueológica, hoy en los fondos perdidos del Museo Arqueológico Provincial, pero no la



Miguel Such (inclinado) junto a su hermano Francisco

documentación de sus investigaciones que continúa extraviada desde su exilio. Durante una expedición arqueológica a la selva de Venezuela se le reprodujo una hernia inguinal que le obligo a regresar a Bucaramanga e ingresar en el hospital del que por desgracia saldría camino del cementerio el día 21 de abril de 1945. Pero los trabajos iniciados por Such fueron continuados en Andalucía por otros muchos que siguieron los pasos de sus exploraciones.

Desde los primeros años de la posguerra se reanudan las actividades vinculadas con exploraciones espeleológicas y trabajos en las cuevas. Proliferan grupos en todas las provincias y la espeleología se cuele en nuestro vocabulario.

En el año 1972 se descubre la sima GESM y en 1978 se alcanza la profundidad de 1000 metros. Es la primera vez que un equipo español alcanza esta punta de exploración y durante unos meses se convierte en la tercera más profunda del mundo. Hoy ocupa el lugar 18 de la lista mundial de las más profundas. Como

dice el espeleólogo Adolfo Eraso “los espeleólogos exploramos y las son las cuevas las que compiten por su lugar en el ranking.”

Con casi 12.000 cuevas exploradas en toda Andalucía se han catalogado más de doscientas especies animales vinculados a estas exploraciones. Se ha contribuido de forma decisiva al inventario de quirópteros en Andalucía y se ha facilitado la localización y acceso de las cavidades de interés a los científicos que han realizado estos estudios a través del CSIC y de nuestras universidades. Más de 500 lugares prehistóricos han sido informados por espeleólogos a la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Eso incluye cuevas como la del Cuarenta, con su enterramiento colectivo de 27 esqueletos completos, Cueva del Angel de Lucena o el Abrigo de Zafarraya donde aparecieron restos neandertales, o las más recientes de Hediondas II, con una decena de enterramientos secundarios de entre 5.000 y 7.000 años de antigüedad. La lista sería interminable con la incorporación de lugares con pinturas rupestres desde Jaén a

Tarifa y desde Huelva hasta Almería. En fin más de 15.000 kilómetros de galerías exploradas, y topografías en su mayoría, han acercado a la ciencia y al público en general un patrimonio natural subterráneo que no podemos dejar que se lo apropie nadie ajeno a la exploración espeleológica.

La espeleología, como deporte-ciencia, está a caballo entre el Consejo Superior de Deportes y la Universidad pero ninguno de los dos le da su estatus definitivo. En el campo de la ciencia es apenas una ciencia auxiliar sin cátedras ni institutos de investigación y en lo deportivo sigue sin interés por su falta de representación internacional y sin competiciones regulares. Más de 100 años contemplan esta contradicción.

Desde la Federación Andaluza de Espeleología queremos reivindicar esta fecha para dar a conocer una actividad atractiva y desconocida al mismo tiempo y poner en valor la figura de un pionero de la exploración espeleológica como fue el andaluz Miguel Such Martín.



INFORME ESPELEOCLIMÁTICO

DE LA CUEVA DE LA PILETA

(BENAOJÁN-MÁLAGA)

MANUEL WALLACE MORENO

DEPARTAMENTO DE ESPELEOCLIMATOLOGÍA

GRUPO DE EXPLORACIONES SUBTERRÁNEAS

SOCIEDAD EXCURSIONISTA DE MÁLAGA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a la familia Bullón: José Bullón Jiménez y su hijo José Tomás Bullón, que me acompañó en la toma de datos; Eloy Bullón Jiménez (q.e.p.d) que siempre me brindó su apoyo para empezar este trabajo y cuyo recuerdo es difícil de olvidar.

A mi mujer Mercedes por su ayuda en la toma de muchos de estos datos y a la paciencia mostrada durante todo el tiempo del mismo.

A José Emilio López Martín, amigo y compañero del G.E.S de la Sociedad Excursionista de Málaga, que desde el principio estuvo conmigo ayudándome en la tediosa tarea de la toma de datos dentro de la cavidad, buscando los mejores sitios para situar los aparatos de medida

A mi hermana Loreto Wallace Moreno y a Carmen Rodríguez Caña, que también soportaron la pesadez y lentitud de mi trabajo y me ayudaron tomando notas y disponiendo los instrumentos de medida; a Carmen le gustó tanto que está siguiendo el camino que yo inicié hace ya muchos años.

A Pedro Romero Zarco de Sevilla, compañero en este mundo de la espeleología al que nunca podré agradecer bastante los datos climáticos tomados por él en los años setenta para su trabajo sobre murciélagos y que me han ayudado tanto.

A Javier Soto Portella y Francisco Cantos Liébana por haberme facilitado el plano topográfico de la cueva y por sus explicaciones e información acerca del mismo.

Y a todos los que en un momento de este trabajo me ayudaron para que el mismo se pudiera realizar. A todos ellos, gracias.

INTRODUCCIÓN

Desde hace ya años se viene produciendo en nuestro país una toma de conciencia dirigida a la protección de nuestro monumentos tanto naturales como históricos; en este sentido tenemos las declaraciones de Monumento Nacional, Monumento Natural, Parques Nacionales, Parques Naturales, Reserva de la Biosfera, etc. Paralelamente, y como elementos didácticos, se han levantado en muchos de esos lugares centros de interpretación en los que se intenta explicar al visitante la historia, cultura y otros datos interesantes de los mismos.

No son pocos los pueblos de España que tienen en su término municipal, y a veces casi en el casco urbano, una cueva. En ocasiones se trata de una cavidad recientemente descubierta; en otras era conocida por los habitantes de la región desde tiempos inmemoriales. Algunas de estas grutas destacan por sus bellezas naturales; otras presentan un yacimiento prehistórico y/o pinturas, situación que ha planteado la necesidad urgente de su protección.

El auge en nuestro país del llamado "turismo rural", con el consiguiente incremento de la afluencia de gente a muchos de nuestros pueblos ha llevado, por parte de las autoridades y representantes locales de los mismos (Ayuntamientos), a plantearse la posibilidad de adaptar estas cuevas para la visita turística. Esto es algo que se ha hecho en algunas muy conocidas como Nerja, Artá, Las Maravillas, Las Ventanas, El Soplao y un largo etc.

Y es muy importante señalar la importancia que están teniendo estas actuaciones, pues se da la circunstancia que algunas de estas cavidades se encuentran enclavadas en zonas económicamente deprimidas; el incremento de visitantes ha supuesto una revitalización de la economía de estos pueblos, evitando el despoblamiento progresivo de los mismos.

Pero como toda actuación humana ello tiene o puede tener sus inconvenientes; las cavidades constituyen sistemas o mejor dicho ecosistemas que se encuentran en un delicado estado de equilibrio por su propia naturaleza; el simple acceso a las mismas, incluso por espeleólogos, puede producir una alteración en sus condiciones de equilibrio si no se toman las medidas necesarias para evitarlo. Si esto pasa con los espeleólogos, nos podemos imaginar lo que puede pasar (y de hecho ha pasado) cuando se abren al turismo aunque sea controlando el número de visitas mediante el sistema de grupos. Los casos de Lascaux en Francia y Altamira en España son bien demostrativo de ello; en nuestra provincia de Málaga tenemos un ejemplo de lo que se hizo en su momento en la cueva de Nerja, con resultado tan negativo para su conservación.

Por eso al presentar este trabajo me siento guiado por dos deseos principales: por un lado conocer el funcionamiento del ecosistema de la cueva de La Pileta y por otro, a partir de los datos obtenidos, dar las indicaciones que según nuestro criterio puedan contribuir a una mejor conservación de la cavidad.



PARTE I

NECESIDAD DE SU REALIZACIÓN

La cueva de La Pileta es una cueva turística, dicho esto en el sentido de que es posible su visita formando parte de los grupos que se organizan para ello por parte de sus propietarios que son a la vez guías de estas visitas. Como se indica en la introducción de este trabajo la idea inicial era estudiar el funcionamiento del ecosistema de la misma y en que forma se puede ver alterado por estas visitas; por eso hemos tenido en cuenta aquellos factores que podían verse alterados por su apertura durante tantos años.

Las condiciones medioambientales de una cavidad vienen determinadas por el clima de la zona donde se ubica la misma; a su vez este clima vendrá determinado por factores como la latitud, la altitud, la proximidad o lejanía al mar, abundancia o escasez de precipitaciones, etc.

El clima es un factor determinante para la génesis y posterior desarrollo de una cavidad; mediante la espeleoclimatología estudiamos las condiciones medioambientales de

la misma. El clima de una cavidad viene definido por muchos factores, factores que reciben el nombre de abióticos; su influencia sobre la fauna cavernícola es fundamental. En el caso de una cueva con pinturas rupestres es de vital importancia conocer cuales son esas condiciones y, sobre todo, cual es la evolución de los factores que hemos llamado abióticos. Mediante la paleoclimatología, los geólogos estudian la evolución del clima de una zona o región en el transcurso de miles y decena de miles de años.

Los parámetros que se miden normalmente son los que hemos llamado abióticos:

- a) temperatura del aire, temperatura del agua, temperatura de la roca, temperatura del suelo;
- b) humedad relativa del aire, humedad del suelo;
- c) presión atmosférica;
- d) ph del agua, ph del suelo;
- e) máxima penetración de luz natural;
- f) condensación atmosférica;
- g) contenido en nitritos del agua;
- h) composición del suelo;
- i) medida de las corrientes de aire;
- j) entalpía.

La toma de datos se suele hacer al menos durante 2-3 años; esto es lo mínimo aunque puede no ser suficiente porque puede resultar poco representativo, sobre todo en las cavidades de gran parte de España, por las condiciones tan caprichosamente cambiantes del Mediterráneo español. Por eso en cualquier trabajo de esta clase se necesita conocer cuales son los datos en relación con la climatología de la zona o región donde se ubica la cavidad, algo que no suele ser complicado porque en muchas ocasiones hay algún observatorio meteorológico en sus proximidades y el acceso a esos datos no resulta nada complicado.

En cuanto a la metodología, lo usual es señalar una serie de puntos o estaciones en todo el recorrido de la cavidad; dichos puntos están reflejados de acuerdo con el plano topográfico existente. Los datos se pueden tomar bien durante el día o durante la noche, e incluso en ambos momentos; también es usual instalar en lugares determinados de la cavidad estaciones fijas, permanentes, con capacidad de memoria, y que nos muestran las fluctuaciones que se pueden dar

en parámetros como la temperatura y la humedad. Estos puntos suelen estar en el recorrido turístico pues son los más susceptibles de sufrir alteraciones. La toma de datos suele ser un trabajo pesado: pensemos que en una cavidad de una cierta dimensión una cantidad de 40 estaciones no es nada exagerado. El tiempo que se tarda en tomar todos los datos suele ser bastante elevado.

Paralelamente, mediante los parámetros que se toman para un estudio climático, podemos conocer cual es el estado de conservación de una cavidad; no son pocas las cuevas que presentan por motivos diversos (utilización como vertedero de residuos sólidos y/o líquidos, mala explotación turística, presencia excesiva de espeleólogos, etc.) un estado de degradación considerable. Conocer las causas nos ayudará a combatir sus efectos.

1.- BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE SU DESCUBRIMIENTO

En 1905 José Bullón Lobato, trabajador de la finca Harillo, situada en el pequeño y cerrado valle donde se encuentra la cueva, necesitando abono para las tierras que cultivaba pensó recolectar el guano que presumía tenía que haber en grandes cantidades en una sima cerca del cortijo, en el mismo valle, y que era conocida con el nombre de sima de Las Grajas o de Los Murciélagos por la gran cantidad de estos últimos que se podían observar saliendo de la misma al anochecer.

Al descolgarse por la entrada de la conocida hoy como Sima de Las Grajas y buscar el guano, se encontró con gran cantidad de cerámica, restos óseos, y ya más al interior los primeros signos pintados en las paredes y esbozos de pinturas, algo que le sobrecogió pues inmediatamente pensó que aquél lugar había estado habitado. En días posteriores volvió a la sima y continuando la exploración de la misma fue descubriendo nuevas salas y las maravillosas pin-

turas que hoy podemos ver. Contemplando aquellos signos y símbolos, escritos de una manera totalmente desconocida para él y que no podía entender, pensó que eran como letreros y desde entonces llamó a la sima “Cueva de los Letreros”.

Pasaron los años hasta llegar al año 1909, y aunque él había hablado de su hallazgo con amigos y conocidos, la cueva había caído un tanto en el olvido; no para él, que continuaba visitándola y protegiéndola con todo su cariño y evitando que fuera explotada por aquellos que pensaban que allí tenía que haber lo que llamaban “un tesoro del tiempo de los moros”, leyenda que encontramos en muchos lugares de España y, sin ir más lejos, en la Cueva del Tesoro de Málaga.

Decía que habíamos llegado a 1909; por aquél año, un coronel británico, retirado y mutilado de guerra y que residía en Gibraltar, recorría la vecina Serranía de Ronda en busca de huevos de aves rapaces, pues era ornitólogo: se llamaba Willoughby Vernet. Un día, en uno de los descansos, los guías que le acompañaban le hablaron acerca de una cueva descubierta y lo que se contaba sobre ella. Interesado, y acompañado por José Bullón Lobato, visitó la misma quedando maravillado por lo que allí veía y atribuyéndose el descubrimiento en un artículo que publicó en las páginas del Saturday Review.

Esta publicación despertó enseguida el interés en la Europa arqueológica entre los mejores prehistoriadores y estudiosos del arte rupestre y dos de los más conocidos, M. Breuil y Hugo Obermaier, fueron enviados por el Instituto de Paleontología Humana de París para llevar a cabo su estudio.

Durante el tiempo que permaneció Hugo Obermaier trabajando en la cueva solía beber en una fuente pequeña que existía entonces a una cierta distancia de la misma; esta fuente tenía una pileta para recoger

el agua. Esto le sirvió al gran prehistoriador para llamar a la cavidad “la cueva de La Pileta”. La conclusión de estos trabajos sería publicada más tarde en un informe titulado “La Pileta à Benaoján” (La Pileta de Benaoján) bajo los auspicios de la Fundación Príncipe Alberto I de Mónaco. En 1924 fue declarada Monumento Nacional.

2.- LA SERRANÍA DE RONDA

La Serranía de Ronda se encuentra situada en el sector más occidental de la provincia de Málaga, en un extremo de las cordilleras béticas; aunque la conforman las montañas más altas de este sector, no llegan a sobrepasar los 2.000 metros (1.919 metros). La disposición de estas montañas sigue la dirección NE-SO formando unas bandas aproximadamente paralelas. Presenta una estructura morfológica muy compleja con pendientes y desniveles muy pronunciados en cortas distancias, con valles estrechos y profundos que a veces terminan transformándose en cañones y gargantas.

La Serranía se nos muestra como un conjunto de macizos de estructuras pesadas y una altura que podemos considerar como media-alta; la “masividad” es una característica de aquellas montañas que no están bien articuladas por valles numerosos y amplios y precisamente por eso estos macizos montañosos se presentan poco individualizados. La causa de todo esto es primordialmente la erosión. Las consecuencias de esta masividad se reflejan sobre todo en el poblamiento pues las dificultades para construir carreteras adecuadas en la Serranía de Ronda ha sido algo característico contribuyendo al aislamiento de todo el conjunto. Un viajero del siglo XIX comentaba acerca de esto: “En estas montañas todo es subir y bajar; dar vueltas y revueltas”.

Los ríos Guadiaro y Genal son los más importantes de los que surcan la Serranía, dando nombre a los

dos valles principales; el valle del Guadiaro discurre por las provincias de Málaga y Cádiz, mientras que el del Genal queda comprendido totalmente dentro de la provincia de Málaga. El Genal es tributario del Guadiaro, recibiendo a su vez las aguas del Hozgarganta, su principal afluente.

El macizo principal, que en este caso ocupa una situación central dentro de ella, está formado por la Sierra de las Nieves; esta sierra es como un gran domo anticlinal cortado verticalmente en su borde NO. Tiene varias cumbres que sobrepasan los 1700 metros (Enamorados 1783, Cerro Alto 1800, La Alcazaba 1713) culminando en el Torrecilla o Cerro de las Plazoletas con 1919 metros, la máxima altura de la Serranía de Ronda.

La Serranía de Ronda presenta un relieve estructural complejo; los relieves estructurales acusan en mayor o menor medida la influencia de la erosión que configura un modelado que no altera la arquitectura básica. A esta conclusión podemos

llegar por la presencia de elementos nuevos, referidos a materiales que solamente se encuentran en esta zona occidental de las cordilleras béticas. Ejemplo muy notorio es el de la gran masa de rocas magmáticas -peridotitas- que forma la Sierra Bermeja, al SO de la Serranía, constituida por un batolito de 40 kms². Las peridotitas básicas son rocas que se alteran muy fácilmente al ponerse en contacto con los agentes atmosféricos, transformándose en serpentina con mucho contenido en óxido férrico.

Pero las rocas más características de la Serranía de Ronda son las sedimentarias y entre ellas, las calizas; según N. Llopis Lladó: "Fundamentos de Hidrogeología kárstica", la historia morfológica de las áreas calizas en la Serranía de Ronda debe ser muy antigua. Muy probablemente debió de iniciarse con el plegamiento Terciario y terminarse durante el Cuaternario; sabemos que desde finales del mioceno las sierras constituidas por calizas liásicas y jurásicas fueron arrasadas, quedando desprovistas de la cobertura mar-

gosa cretácea, que sin embargo sí se mantuvo en las zonas sinclinales. Las condiciones bioclimáticas actuales de la Serranía son favorables para el desarrollo del karst: precipitaciones relativamente abundantes (sobre todo en su lado o borde occidental, abundancia de materia orgánica proporcionada por el ganado y caracteres propios de la vegetación y los suelos, contribuyen a ello.

Finalmente, para terminar, tenemos que decir que las dos rocas más susceptibles de alterarse en el karst (calizas y dolomías) aparecen en una relación muy íntima en la Serranía de Ronda, tanto por su situación como por su génesis.

3- EL MARCO FÍSICO

3.1 La Comarca de Ronda

Hemos visto que la Serranía de Ronda se constituye por sierras de las provincias de Málaga y Cádiz que se disponen siguiendo una línea NE-SO. Según la Guía del Medio Ambiente de la Provincia de Má-



laga y dentro de los criterios de comarcalización en ella propuestos, la parte más occidental de la serranía dentro de la provincia de Málaga se encuadra dentro de la “Comarca de Ronda”. Por el norte limita con la Depresión de Antequera y la Campiña Gaditana; por el sur con el Campo de Gibraltar y la Costa del Sol Occidental; por el este con el Valle del Guadalhorce y por el oeste con la provincia de Cádiz.

Su superficie es de 1.385,4 kms² y su relieve pertenece al extremo occidental de las Cordilleras Béticas, presentando dos grandes sectores: a) Norte: Depresión intramontana de Ronda y su cinturón montañoso y b) Sur: profundos valles dispuestos en forma de abanico y abiertos al mar Mediterráneo. Sus dos ríos más importantes son el Guadiaro y el Genal. El clima es riguroso en el Norte por efecto de la altitud y la continentalidad (15°); moderado a suave en el sur por la penetración del efecto del aire marítimo a través de los valles principales (17°); húmedo en la mayor parte de la comarca con precipitaciones abundantes durante el invierno y estación seca relativamente corta, y subhúmedo en la Depresión de Ronda.

3.2 La Sierra de Líbar

La cueva de La Pileta se encuentra situada dentro del término municipal de Benaoján localidad enclavada en la Sierra de Líbar, al oeste de la Serranía de Ronda. Esta sierra se extiende por los municipios de Montejaque, Benaoján, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. En sentido amplio es una región kárstica de grandes dimensiones que presenta un elevado interés didáctico y científico por su singular configuración: “una serie de poljes, uvalas, y dolinas situada a lo largo de los diez o quince kilómetros de un sinclinal, con su fondo relleno de cretáceo margoso y flanqueada por dos anticlinales de caliza jurásica que forman la cresta de la Sierra”. (Málaga V. IV: Medio Ambiente).



Sierra de la Ventana (1284 msnm) Foto: Manuel Wallace.

La Sierra de Líbar está formada por una serie carbonatada de edad Jurásica y de calizas margosas del Cretácico Superior; presenta una tónica típica de anticlinal en cofre con flancos casi verticales, donde se desarrollan procesos de karstificación muy evolucionados. De acuerdo con el Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos de la Provincia de Málaga en su día propuesto por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, a este espacio además de las Normas Generales del Título III del Plan Especial le son de aplicación particularmente las relativas a Complejos Serranos de Interés Ambiental (N.39).

A pesar del predominio de los afloramientos rocosos, aparecen en las zonas despejadas áreas de encinar en su facies montañosa y de quejigal en el fondo de las depresiones; de la cubierta vegetal, relativamente importante, hay que destacar la presencia de encinares tanto climáticos como adehesados y los alcornoques. En fauna existe una gran variedad y abundancia, apareciendo representadas comunidades características de biotopos forestales. Esta es de un gran interés, tanto por el número de efectivos como por la variedad de especies, muchas de ellas protegidas por la Ley.

Aunque todo el espacio que comprende la Sierra de Líbar presenta un atractivo paisajístico muy grande, hay que destacar por la concurrencia de relieves y vegetación el paraje conocido como los Llanos de Líbar, que situado por encima de los 1.000 metros de altitud es uno de los parajes más atractivos y singulares de la Serranía de Ronda. También tenemos que hacer referencia al Cerro Tavizna, que con sus 903 metros de altitud forma parte de una serie carbonatada perteneciente al Jurásico, con una estructura anticlinal de flancos verticales y donde se ha desarrollado un proceso de karstificación muy evolucionado siendo el complejo Hundidero-Gato un testigo del mismo, con formas endokársticas muy importantes. (Málaga V. IV: Medio Ambiente).

Llanos de Líbar (Foto M. Wallace)



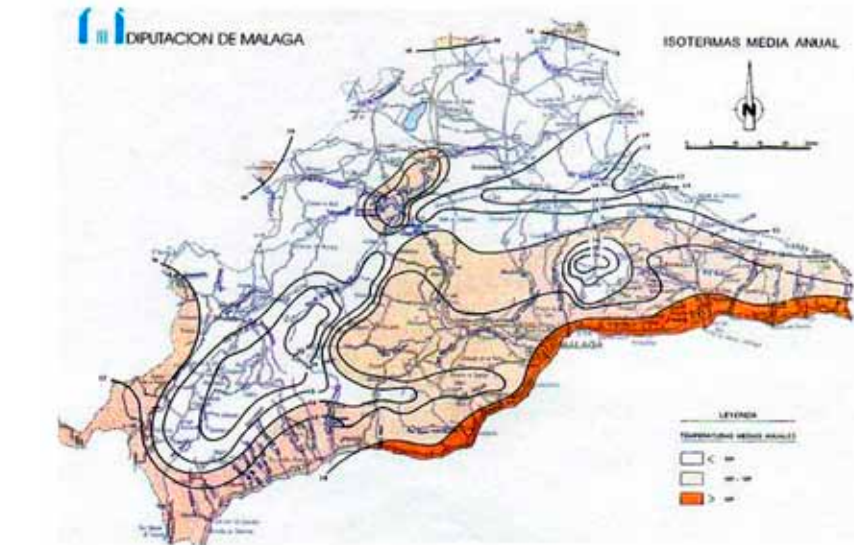
4.- EL CLIMA EN LA SERRANÍA DE RONDA

Estudiar el clima de un área con una cierta dimensión como es la Serranía de Ronda resulta ciertamente una cuestión compleja; por otro lado debemos tener en cuenta que las zonas de montaña introducen en todos los casos unas ciertas anomalías climáticas que dan lugar a la aparición de climas locales lo que se traduce en una mayor dificultad de su estudio. Debemos pensar, por otro lado, que la sierra se extiende siguiendo una línea de oeste al este, lo que se va a traducir en una apreciable diferencia climatológica aunque sólo hagamos referencia a la lluvia.

La Serranía de Ronda, en líneas generales, presenta un clima templado, con una estación seca bastante acusada en verano, dos máximos de lluvia separados por un mínimo secundario, temperatura media de 22° en verano y con un invierno suave salvo en las zonas más altas de la misma. Todo esto, por supuesto, con matices. Es importante aclarar que los datos de temperatura que tenemos de las diferentes zonas de la serranía son poco abundantes; diríamos incluso escasos. No es así en lo que se refiere a los datos pluviométricos, y esto lo vamos a ver cuando nos centremos en la Sierra de Líbar, que es donde se encuentra enclavada la cueva de La Pileta. Esto último ha sido de una gran ayuda a la hora de realizar este trabajo.

4.1 Temperatura.

No es la Serranía de Ronda y en concreto la Sierra de Líbar un lugar donde haya muchos observatorios meteorológicos o al menos no hemos tenido la posibilidad de conseguir datos de ellos, si es que existen; nos interesaban sobre todo los de los municipios cercanos Benaoján, Montejaque y Jimera de Líbar. Por Ángel Martínez, expresidente de la F.A.M, pudimos saber que en el caso concreto de Montejaque no lo hay ni parece que lo haya habido anteriormente. El problema, se cen-



Mapa de las isotermas de la provincia de Málaga. Guía del Medio Ambiente de la Provincia de Málaga. Diputación Provincial de Málaga

traba todo en esta zona cercana a la cueva de La Pileta. Pero tenemos que repetir que la escasez de datos era mucho mayor en el caso de las temperaturas que de la pluviosidad, pues en este último caso sí se ha podido conseguir muchos más, algunos muy significativos.

Hemos de tener en cuenta que la zona oeste de la Serranía de Ronda, que es la que nos interesa, presenta a su vez dos subzonas bastante diferenciadas: la Meseta de Ronda y las sierras más occidentales como es el caso de la Sierra de Líbar; la diferencia se da tanto en la temperatura como (y esto último más acusado) en el régimen de lluvias. Ronda, por su situación geográfica, se encuentra expuesta a la irrupción de los vientos muy cálidos procedentes de la depresión del Guadalquivir que van a producir una fuerte subida de las máximas en verano.

Si observamos el mapa anterior, podemos ver que la zona del valle del río Guadiaro queda comprendida entre las isotermas 15° y 16°, pasando la segunda por las poblaciones de Montejaque y Benaoján por lo que este sería el dato a tener en cuenta en la zona de la cueva de La Pileta. La isoterma más baja de toda la serranía (13°) quedaría ya

fuera de esta zona, en concreto en la Sierra de las Nieves.

Se suele decir que hiela cuando la temperatura del aire queda por debajo de los 0°, considerándose en meteorología como días de helada aquellos en los que la temperatura del aire es inferior a 0° centígrados. Pero aquí debemos tener en cuenta que las observaciones se deben realizar según el protocolo establecido, en garita y a 1,5 metros sobre el suelo y que esta medida no tiene que coincidir (y normalmente no coincide) con la temperatura que tenga la capa superficial de este suelo que normalmente es inferior. Por otro lado, son muy conocidas las "inversiones térmicas" que se producen en esta zona del valle del Guadiaro de modo que tenemos la situación por las noches de que la temperatura en las zonas altas como la de La Pileta es más alta que en el fondo del valle.

En relación al número de días de nieve poseemos datos parciales tomados en el observatorio del valle donde se ubica la cueva, en la casa de los propietarios y que después vamos a ver. No obstante hay que decir que no son frecuentes y que no suelen pasar en el caso más alto de 4 días al año.

Los dos observatorios más cercanos a La Pileta de los que hemos podido conseguir datos en relación a las temperaturas son los de Grazalema y Gaucín; los podemos utilizar como una aproximación solamente, pero probablemente los datos de Grazalema sean los que más se aproximen a la zona de La Pileta:

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
GAUCIN	7,6	8,1	9,6	12,1	15,4	18,9	23,7	24,4	21,4	15,8	10,8	7,7
GRAZALEMA	8,1	9,8	11,5	13,8	18,9	21,2	26,6	25,7	21,8	16,4	11,9	8,1

La temperatura media anual de Gaucín es de 14,6° y la de Grazalema 16,1°, siendo por lo tanto la diferencia de 1,5°; nos puede resultar extraño que la media anual sea más baja en Gaucín, pero esto se explica por los veranos más calurosos en Grazalema. Más inexplicable resulta el invierno menos riguroso en esta última y más teniendo en cuenta la menor altitud sobre el mar de Gaucín; quizás influya el fenómeno de tipo "foehn" que posiblemente se dé en Grazalema en invierno, produciéndose un calentamiento adiabático en esta zona en esta estación cuando el viento tiene componente norte.

Fijándonos en este cuadro podemos ver además que Gaucín presenta 4 meses donde la temperatura media no llega a los 10 grados, siendo en Grazalema de sólo 3 meses. Podría, por tanto, parecer que los valles del Guadiaro y del Genal presentan un invierno más riguroso que Grazalema e incluso Ronda; esto es verdad si consideramos las medias y no tenemos en cuenta las oscilaciones térmicas que en Grazalema y la meseta de Ronda son mayores.

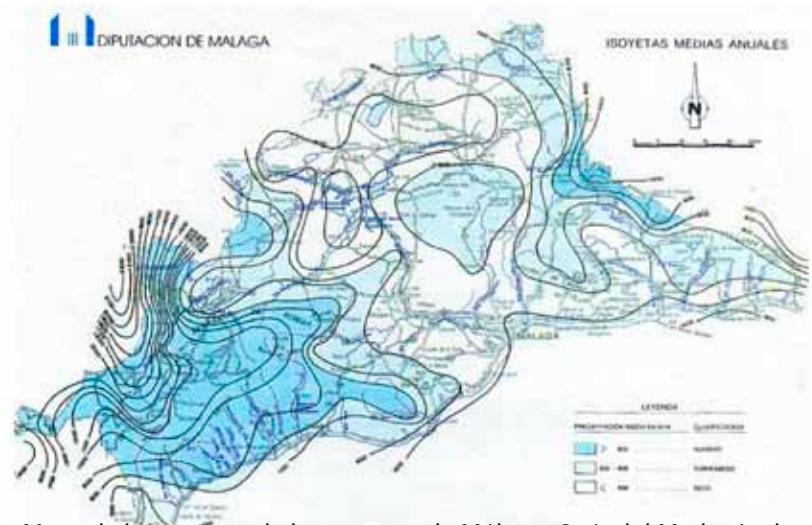
Hay algunos datos curiosos a los que hemos tenido acceso; la temperatura más baja de la que se tiene constancia en Grazalema se midió en enero de 1971 siendo de 9° bajo cero; en Ronda se llegaron a los 10,1° bajo cero, pudiendo helar en esta ciudad

incluso en octubre (mínima absoluta 1° bajo cero en 1964). En Gaucín, la temperatura más baja registrada se midió en diciembre de 1970 (3° bajo cero), coincidiendo como en los casos anteriores con la gran ola de frío que afectó a toda España desde el 23 de diciembre de 1970 hasta el 7 de enero de 1971, posiblemente la más fuerte del siglo XX.

4.2 Pluviometría

La Serranía de Ronda constituye el núcleo más lluvioso de la geografía andaluza e incluso uno de los más importantes de la geografía peninsular, sólo superado por el núcleo

situado al oeste de la ría de Betanzos, junto al embalse del río Eume en Galicia. Pero el reparto de las precipitaciones no es uniforme y por eso vamos a encontrarnos con unas grandes diferencias en cuanto a las cantidades de lluvia medidas según las zonas, que va a depender de la mayor o menor altitud del lugar y de la orientación más o menos favorable a los vientos que llegan cargados de humedad. Por otro lado el reparto irregular de las precipitaciones unido a un periodo de sequía estival casi absoluta que puede llegar en algunas zonas a los tres meses, le da un carácter de clima típicamente mediterráneo. Observemos el mapa de isoyetas de la provincia de Málaga:



Mapa de las isoyetas de la provincia de Málaga. Guía del Medio Ambiente de la provincia de Málaga. Diputación Provincial de Málaga Provincia de Málaga. Diputación Provincial de Málaga

Toda la zona occidental de la misma recibe como mínimo una media de 800 mm de lluvia al año; la isoyeta de los 800 mm penetra en la provincia de Málaga procedente de la de Cádiz por la Sierra Crestellina, al sur de la población de Casares; se dirige hacia la costa y pasa por las poblaciones de Estepona, norte de la de Marbella y Ojén llegando hasta las proximidades de la Sierra de Mijas donde describe una curva cerrada para tomar dirección norte pasando por las sierras donde se encuentran las localidades de Monda, Tolox, Alzaina y Yunquera, describiendo una curva hacia la izquierda para dirigirse hacia Ronda y saliendo de la provincia por la localidad de Cuevas del Becerro. Este mapa pluviométrico fue elaborado por Ceballos y Vicioso tomando una base de datos estadísticos no muy exhaustiva, pues faltan datos de otras poblaciones que nos interesarían mucho por lo de significativas, como es el caso de Benaoján, Montejaque y Jimera de Líbar, todas situadas en la Sierra de Líbar.

Pero, como hemos dicho, esta isoyeta marca el mínimo de precipitación que recibe la parte occidental de la Serranía de Ronda. Y es en esta zona occidental y en concreto en la Sierra de Líbar donde se registran las mayores precipitaciones de la provincia de Málaga que en algún caso, como es el del observatorio situado en la finca de La Pileta, se aproxima al de la localidad de Grazalema. Observemos esta tabla de datos:

En esta tabla destaca el alto índice de precipitaciones de las estaciones de La Pileta y Gaucín; no nos debe extrañar pues la primera (en el caso de que sea la de la cueva de La Pileta, cosa que dudamos) está situada en un valle abierto a la llegada de los flujos húmedos del SO como veremos más adelante son los que producen las mayores precipitaciones en la Serranía y la segunda se encuentra también abierta a estos flujos además de tener una situación orográfica muy propicia para las precipitaciones.

Si, como sabemos, la mayor altitud influye en el aumento de las precipitaciones, nos puede llamar la atención el alto índice de la estación ubicada en Buitreras a una altitud bastante baja; esto se debe a su propia situación, en pleno valle del río Guadiaro, por donde se encauza de una manera muy notoria el flujo del SO. Finalmente, no entendemos bien la mayor pluviometría de Arriate con respecto a Ronda, poblaciones muy cercanas entre sí. La mayor altitud de la segunda debería traducirse en una mayor cantidad de lluvia, lo que no es así según estos datos. A no ser que se deba a estar Arriate más expuesta al flujo del SO.

De acuerdo con estos datos, las zonas más lluviosas de la Serranía de Ronda (y por lo tanto de la provincia de Málaga) serían la Sierra de Líbar, la Sierra del Aljibe (en el entrante de la provincia de Málaga en la de Cádiz), parte de Sierra Bermeja y

zonas altas de la Sierra de las Nieves y Tolox, estas 2 últimas fuera del suroeste de la Serranía.

El mapa pluviométrico de la provincia de Málaga realizado por Ceballos y Vicioso no ha sido totalmente aceptado por todos los geógrafos por la falta de datos de algunas zonas. En concreto faltan referencias importantes en el suroeste de la Serranía de Ronda. Francisco Rodríguez Martínez, en su tesis doctoral "La Serranía de Ronda. Estudio geográfico", publicada en 1977 hace referencia a ello; en su tesis va a utilizar por su parte datos de otras 18 estaciones, citando algunas de ellas como Montejaque, aunque yo no he tenido la posibilidad de conseguir esos datos y en el Ayuntamiento de esta población nos comentaron que no sabían de la existencia de tales datos. Posteriormente se pudo conseguir los datos pluviométricos pero sólo de un año, y no exactamente de esta población.

En su tesis doctoral, Francisco Rodríguez Martínez muestra un gráfico de precipitaciones de la Serranía de Ronda que nos parece muy significativo y que podemos ver en la siguiente página.

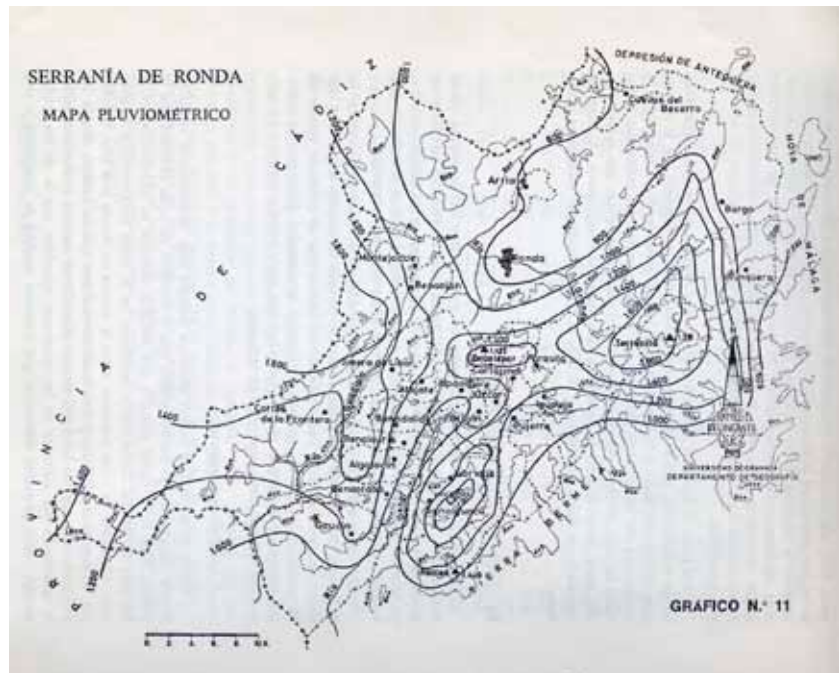
De acuerdo con este gráfico la zona del karst de Líbar estaría comprendida entre la isoyeta de 1.200mm que discurriría por Benaoján y Montejaque y la de 1.600 mm que discurriría por las cumbres de la Sierra de Líbar, pero afectando también a

OBSERVATORIOS. ALTITUD Y TOTAL PLUVIOMETRICO

ESTACION	ALTITUD (M)	LLUVIA TOTAL (MM)
LA PILETA	1.080	1.668,70
CARATAJIMA	846	1.288,30
DIEGO DURO	830	1.105,10
RONDA	720	648,80
ALPANDEIRE	693	1.181,70
GAUCÍN	626	1.338,20
ARRIATE	596	718,40
BUITRERAS	334	1.159,40

la zona donde se ubica la cueva de La Pileta. Si observamos detenidamente el gráfico podremos ver que normalmente las zonas donde se producen las mayores precipitaciones coinciden con aquellas situadas a mayor altitud, aunque no siempre sea así como ocurre con el valle del río Genal en el que llueve más en la zona más baja de este que en la alta como consecuencia del mayor impacto del flujo del SO en esta última.

Otro dato muy interesante a tener en cuenta es el de la distribución de las precipitaciones durante el año; en el siguiente cuadro vamos a ver la comparativa entre tres estaciones situadas en el valle del río Guadialro:



DISTRIBUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

MESES	LA PILETA	GAUCÍN	BITRERAS	DIEGO DURO
ENERO	284,1 MM	186,1 MM	159,6 MM	112,9 MM
FEBRERO	299,6 MM	186,9 MM	165,2 MM	148,5 MM
MARZO	188,9 MM	196,0 MM	189,6 MM	183,7 MM
ABRIL	106,3 MM	100,4 MM	63,4 MM	76,3 MM
MAYO	81,0 MM	73,3 MM	60,9 MM	75,3 MM
JUNIO	74,1 MM	15,3 MM	10,0 MM	8,1 MM
JULIO	0,1 MM	0,4 MM	0,1 MM	0,1 MM
AGOSTO	2,0 MM	6,9 MM	6,4 MM	0,9 MM
SEPTIEMBRE	31,5 MM	36,3 MM	30,6 MM	33,7 MM
OCTUBRE	183,8 MM	120,7 MM	93,3 MM	92,3 MM
NOVIEMBRE	205,5 MM	190,9 MM	158,1 MM	153,0 MM
DICIEMBRE	211,9 MM	209,4 MM	206,8 MM	216,3 MM
AÑO	1.668,8 MM	1.338,2 MM	1.159,4 MM	1.105,1 MM

Si miramos bien este cuadro comparativo observamos que en la estación que aparece como de la cueva de La Pileta cuatro meses sobrepasan los 200 mm de lluvia y uno de ellos (febrero) alcanza prácticamente los 300 mm, equiparándose a los valores de Grazalema y por lo tanto a los más altos de la península Ibérica. Por otro lado podemos ver la absoluta sequía que reina en todas las estaciones durante el mes de julio y prácticamente también durante agosto. Esta sequía estival, que es general en toda la Serranía de Ronda, es la que nos obliga a incluirla desde el punto de vista climatológico en el régimen mediterráneo que es propio de la España seca.

Pero tan importante como la cantidad de lluvia recogida anualmente es la frecuencia de las lluvias pues muchas zonas del norte de España están incluidas en la España húmeda recibiendo menos cantidad al año; pero estas zonas no presentan una sequía estival tan acusada como el sur de España; observemos el siguiente cuadro:

FRECUENCIA DE LAS LLUVIAS

ESTACIÓN	DÍAS/AÑO	INTENSIDAD MEDIA
RONDA	74,2 DÍAS	8,8 LITROS/DÍAS
ARRIATE	77,6 DÍAS	9,2 LITROS/DÍAS
CARTAJIMA	75 DÍAS	17,1 LITROS/DÍAS
ALPANDEIRE	72 DÍAS	16,4 LITROS/DÍAS
LA PILETA	79,6 DÍAS	20,9 LITROS/DÍA
DIEGO DURO	66 DÍAS	16,7 LITROS/DÍA
GAUCÍN	62 DÍAS	21,5 LITROS/DÍA
BUITRERAS	74,2 DÍAS	15,6 LITROS/DÍA

En esta tabla destaca el observatorio denominado como de la “Cueva de La Pileta” con 79 días de precipitaciones al año; la intensidad media de las lluvias alcanza los 20,9 litros al día, cantidad sólo superada por Gaucín que llega a los 21,5 litros. Por otro lado hay una gran variabilidad de las lluvias de un año para otro que estudiaremos después al hablar del clima de la zona de la cueva de La Pileta.

4.3 El karst de Líbar. Datos pluviométricos

Ya hemos comentado que no son muchos los datos pluviométricos que existen de la Sierra de Líbar o al menos no los conocemos; los más completos son los de la estación de La Pileta. Sin embargo hemos podido conseguir unos datos interesantes tomados en la localidad de Montejaque por la Cía. Sevillana de Electricidad; estos datos son parciales pues sólo hacen referencia al año hidrológico 1965-1966, pero creo que tienen su punto de interés.

La estación pluviométrica de Montejaque se señala como la n° 131 de la Comisaría de Aguas del Sur de España, situada en el pueblo de Montejaque, en plena Sierra de Líbar; corresponde a la cuenca del río Guadiaro y la altitud a la que se sitúa la misma es de 530 metros sobre el

nivel del mar según consta. No es posible precisar en que lugar exacto estaba situada esta estación, pero no puede ser en el mismo pueblo porque la altitud de 530 metros no coincide con la de la localidad de Montejaque que según se refleja en la hoja catastral número 1050 -Ubrique- es de 687 metros. Sin embargo, según Ángel Martínez es posible que esta estación estuviese situada en la zona del embalse de Los Caballeros, junto a la presa del mismo.

Los datos reflejados en la misma son muy interesantes; podemos ver la lluvia caída durante los meses que van desde octubre de 1965 a septiembre de 1966; en los días en los que no consta dato alguno es porque la cantidad es cero. La cantidad mayor medida es de 56 litros el día 15

de febrero. Por otro lado la cantidad de lluvia caída en ese año hidrológico fue de 949,4 mm. Igualmente podemos observar que, como es normal en la serranía, los meses de julio y agosto fueron de absoluta sequía y en este año también el mes de marzo. No podemos hacer un cuadro comparativo con otras estaciones porque aquí sólo tenemos datos de un solo año.

4.4 La estación de La Pileta

Al hablar del clima de la Serranía de Ronda en su zona oeste hemos hecho referencia a algunas estaciones meteorológicas allí situadas; ya en: “La Serranía de Ronda – Estudio geográfico-“ de Francisco Rodríguez Martínez y publicado en 1977 se hace referencia a ellas. Resultan interesantes y vienen al caso los datos que se ofrecen sobre la estación de La Pileta.

Pero después de verlos, se nos presentaron algunos interrogantes de los cuales el más importante es que no se podía saber si esos datos habían sido tomados en el pluviómetro existente en el cortijo de los propietarios de la cueva que está situado abajo en el valle. Y esta duda se nos planteaba porque junto a los datos pluviométricos se daba la altitud de la estación: 1020 metros sobre el nivel del mar; esto no era correcto porque el cortijo se encuentra situado a 640 metros de altitud.



Cortijo de los propietarios de la cueva de La Pileta. Foto del autor

Desde hace ya bastantes años, los propietarios de la cueva tienen una estación pluviométrica que la Confederación del Sur de España les entregó para que fueran tomando diariamente los datos de lluvia recogida en esta zona; hemos tenido la ocasión de hablar con ellos sobre el trabajo de recogida de datos primero por Eloy Bullón Jiménez (ya

fallecido) y después con su hermano Pepe. Este último tuvo la amabilidad y la deferencia de entregarme estos datos para la realización de este estudio sobre la climática de la cueva de La Pileta.

Los datos que aporta la estación de La Pileta son muy interesantes; los más antiguos de los que disponemos

son del año climático 1958-1959, llegando hasta el 2011-2012; se recogen datos sobre la pluviometría de la zona, los días de lluvia y los días de nevadas. Desgraciadamente no hay datos de temperatura y esto hubiera sido muy interesante para este trabajo.

Si observamos los datos de la tabla podemos extraer conclusiones

AÑO CLIMATICO	LLUVIA TOTAL	DIAS DE LLUVIA	DIAS DE NIEVE
1958-1959	1.490	77	
1959-1960	2.185	84	1
1960-1961	1.563	83	
1961-1962	2.215	83	
1962-1963	3.146	110	3
1963-1964	1.977	77	1
1964-1965	1.738	87	
1965-1966	1.774	94	
1966-1967	1.250	77	
1967-1968	1.734	72	1
1968-1969	2.334	92	
1969-1970	2.219	79	2
1970-1971	1.779	87	3
1971-1972	1.275	89	3
1972-1973	1.178	75	
1973-1974	975	81	
1974-1975	836	64	
1975-1976	1.136	76	
1976-1977	1.725	99	
1977-1978	1.601	95	
1978-1979	1.828	82	
1979-1980	1.099	95	
1980-1981	759	53	
1981-1982	1.192	60	
1982-1983	991	45	4
1983-1984	1.451	80	3
1984-1985	1.818	75	
1985-1986			
1986-1987			
1987-1988			
1988-1989			

AÑO CLIMÁTICO	LLUVIA TOTAL	DIAS DE LLUVIA	DIAS DE NIEVE
1989-1990	1.812	61	
1990-1991	1.321	85	2
1991-1992	979	48	2
1992-1993	799	54	2
1993-1994	912	58	2
1994-1995	563	39	2
1995-1996	2.107		
1996-1997	2.014		
1997-1998	2.024		
1998-1999	655		
1999-2000	1.304		
2000-2001	2.155		
2001-2002	1.089		
2002-2003	1.519		
2003-2004	1.524		
2004-2005	567		
2005-2006	979		
2006-2007	1.108		
2007-2008	1.009		
2008-2009	1.419		
2009-2010	2.622		
2010-2011	1.571		
2011-2012	897		

Hoja de toma de datos

COMISARIA DE AGUAS DEL SUR DE ESPAÑA												
ESTACION PLUVIOMÉTRICA N.º 111 MONTE S. C. R. T. S. A. O. M. E.												
CIENCIA - Guadix - SUBCENCIA - Sevilla - CLASE DE APARADO - NOIA N.º 1050												
OBSERVADOR - Cár. - Sevilla - E. Electricidad - ALT. 530 -												
LAT. 36° 45' 10" LONG. W. 1° 18' 33" 10" ALT. 530 -												
LLUVIAS DIARIAS												
AÑO	VALORES MÁXIMOS				1.ª 22.0 mm (10.0)		2.ª 60.0 mm (23.0)		3.ª 56.0 mm (22.0)			
MM	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
TOTAL	116.0	50.0	75.2	151.2	160.3	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0
TOTAL ANUAL	181.3	114.2	87.2	175.2	233.5	0.0	44.0	5.0	15.0	0.0	0.0	34.0

CLASIFICACION DE LLUVIAS POR INTENSIDAD												
MM	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
1	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
2	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
3	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
4	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
5	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
6	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
7	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
8	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
9	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
10	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
11	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
12	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
13	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
14	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
15	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
16	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
17	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
18	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
19	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
20	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
21	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
22	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
23	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
24	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
25	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
26	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
27	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
28	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
29	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
30	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
31	13	9	6	12	10	0	1	1	2	0	0	4
TOTAL	408	324	216	360	300	0	31	31	60	0	0	136

muy significativas. En primer lugar vemos muy claramente que las nevadas aunque no desconocidas no se dan con frecuencia en esta zona pues son más los años en que no nieva que en los que lo hace. La temporada 1982-1983 fue en la que se dio más veces este fenómeno (4).

En segundo lugar la gran irregularidad en las precipitaciones; si nos fijamos en los valores extremos vemos que en la temporada de más lluvia (1962-1963) se midió en el pluviómetro de La Pileta la cantidad de 3.146 mm; esta cantidad es superior a la media máxima de España (embalse del Eume en Pontevedra (Galicia) con casi 3.000 mm). Tam-

bién es importante destacar que son nueve las temporadas en las que se superaron los 2.000 mm de lluvia y catorce los 1.500 mm. Son datos absolutamente comparables a los de los observatorios de la España húmeda e incluso en muchos casos superiores a los mismos.

Veamos el extremo opuesto; destacan por sus valores mínimos dos temporadas: 1994-1995 con 563 mm y 2004-2005 con 567mm. Al no tener datos anteriores a la temporada 1958-1959 no podemos saber si, al menos, durante el siglo XX se han dado en la zona estas pluviometrías tan mínimas aunque pensamos que sí; es muy probable que en los años

de la llamada "pertinaz sequía", en la década de los cuarenta del pasado siglo, se dieran estos valores e incluso más bajos. Por otro lado destacamos las diez temporadas en las que no se superaron los 1.000 mm de lluvia, con tres de ellos no superando los 800mm.

En cuanto a los días de lluvia el máximo número de ellos se corresponde con la temporada de más lluvia (1962-1963) con 110 días; pero en las regiones de clima mediterráneo esto no siempre es así e incluso podríamos decir que no lo es pues no podemos olvidar la torrencialidad de las lluvias en las mismas. En el extremo opuesto nos encontramos que el

mínimo de 39 días se corresponde con el año más seco del que tenemos registro nosotros: la temporada 1994-1995. Pero todo esto teniendo en cuenta, como vemos en la tabla, que no poseemos los datos de todas las temporadas.

De acuerdo con estos datos la media anual de precipitaciones en el observatorio de La Pileta es de 1376,4 mm anuales; este dato nos reafirma en la idea de que el observatorio "La Pileta" al que se refiere Francisco Rodríguez Martínez en su tesis "La Serranía de Ronda" no puede ser el mismo pues el autor da el dato de pluviometría media de 1.668mm anuales, lo que no coincide en absoluto con el que nosotros hemos conseguido.

Otro análisis de estos datos nos permite desmentir, al menos en lo que se refiere a la Serranía de Ronda, la tendencia hacia una progresiva disminución de las precipitaciones en esta región de Andalucía, desmentido que nos atreveríamos a hacer extensivo a toda la comunidad andaluza. Si nos fijamos en la gráfica de la siguiente página, veremos reflejadas en ella las nueve temporadas en las que se superaron los 2.000 mm de lluvia en este observatorio; ya hemos visto que el máximo está en el año hidrológico 1962-1963, pero el segundo año hidrológico con más lluvia fue el 2009-2010 y hay otros cuatro registros máximos comprendidos dentro de los últimos 15 años. Lo que sí parece indicarnos estos datos es una cierta acentuación entre los extremos máximos y mínimos.

Para terminar: la cueva de La Pileta se encuentra en la zona más lluviosa de la provincia de Málaga, el oeste de la serranía de Ronda y, dentro de ella, en el karst de Líbar, donde se alcanza el máximo de precipitaciones; por otro lado es una lástima que no haya, o no los conozcamos en el caso de haberlos, datos de las temperaturas que nos habría sido muy interesante para este trabajo.

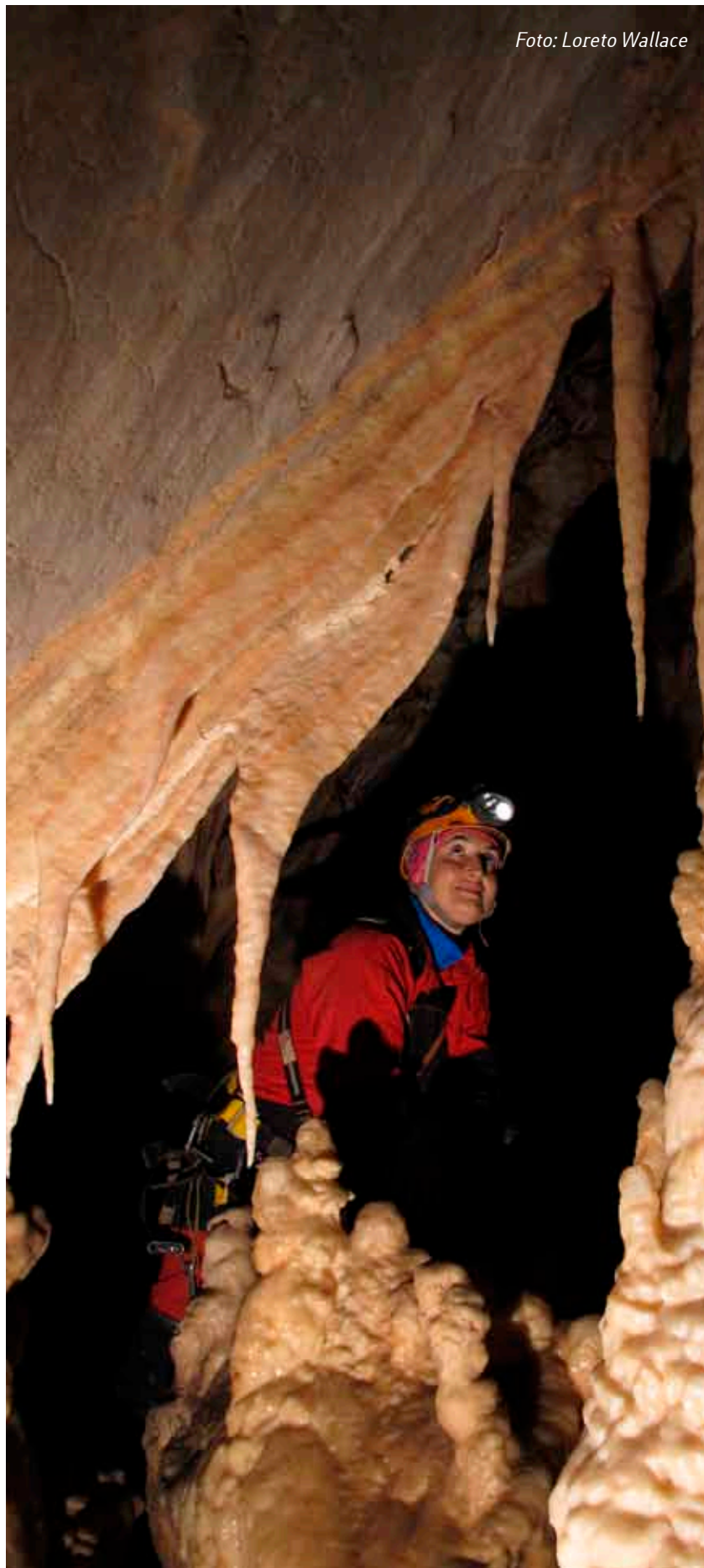


Foto: Loreto Wallace

PARTE II

1.- EL ECOSISTEMA DE LA CUEVA DE LA PILETA

La cueva de La Pileta ha atraído para su estudio a muchos investigadores, a muchos prehistoriadores; y esto ha sido así desde los tiempos de Breuil a principios de siglo pasado. Pero estudios científicos sobre biología, geología, condiciones medioambientales y sobre el ecosistema de la cavidad son pocos los que se han hecho y en todo caso de una manera somera y parcial. Es probable que una de las causas sea la peculiar situación de esta cavidad: situada en unos terrenos de propiedad privada y controlada en sus visitas por la familia propietaria de la misma.

No obstante esto no nos debe hacer pensar que no se haya hecho nada; ya desde los inicios de su estudio desde la óptica de la prehistoria por eminentes prehistoriadores como M. Breuil y M. Hugo Obermaier se capturaron algunos ejemplares de invertebrados. En este sentido merece mencionarse las capturas de algunos cavernícolas llevadas a cabo por el abate Breuil a primeros del pasado siglo XX y que fueron estudiadas por el profesor Jeannel; por otro lado debemos destacar las campañas efectuadas por J. Mateu y A. Cobos miembros del Instituto de Aclimatación de Almería a los que acompañaron especialistas como Vandel, Coiffait, Negre y otros, que vinieron a Andalucía para estudiar la fauna cavernícola, no sólo de La Pileta, sino también de otras cavidades.

Posteriormente, ya en la década de los años 70 y con motivo de la celebración del IV Campamento Nacional de Espeleología en la localidad vecina de Montejaque, se realizaron dos exploraciones biológicas en la cavidad cuyos resultados fueron publicados en el año 1974 por el Servicio de Publicaciones de la Excelentísima Diputación Provincial de Málaga, en la memoria titulada Operación

España 71. Resultado de estas exploraciones fue el estudio entomológico de su interesantísima fauna.

En octubre de 1976 y con motivo de la celebración del IV Congreso Nacional de Espeleología fue presentada una ponencia por el espeleólogo sevillano y biólogo Pedro Romero Zarco bajo el título "Quirópteros cavernícolas del Suroeste de España"; en la misma se recogía el estudio de las poblaciones de murciélagos de cavidades situadas en las provincias del suroeste de la comunidad andaluza, entre ellas la de La Pileta. Este trabajo es posiblemente el mejor y más completo realizado hasta la fecha en Andalucía. Se publicaría en las actas del congreso que verían la luz años más tarde, en 1985.

También en este Congreso se presentarían dos ponencias sobre estudios de invertebrados cavernícolas: 1) Diplópodos cavernícolas del sur de España por M. C. Vicente y 2) Coleópteros cavernícolas del distrito andaluz, siendo sus autores F. Español y O. Escolá. En ambos trabajos se hace referencia al estudio de cavernícolas recolectados en cuevas de Andalucía, como La Pileta.

2.- BIOESPELEOLOGÍA. ESPECIES ENCONTRADAS EN LA PILETA

No es cuestión de este trabajo el estudio de la fauna cavernícola de esta cavidad, pero esto no significa que no sea interesante recordar aquí las especies de vertebrados e invertebrados que se han localizado en La Pileta, pues la existencia de una numerosa fauna está directamente relacionada con las condiciones del medioambiente de una cueva lo que sí es el tema de este trabajo.

La Pileta presenta una fauna muy interesante; que se lleva un tiempo estudiando y es muy interesante; de hecho, la localización en la galería tu-

rística de un ejemplar de pseudo escorpión abre nuevas expectativas. Sería muy deseable llegar a un acuerdo con la familia propietaria de la misma que permitiera un estudio completo de la fauna de esta cavidad.

2.1 Relación de especies encontradas

COLEOPTEROS

- 1.- *Trechus breuili* Jeannel
- 2.- *Antisphodrus lederi* Schauf.
- 3.- *Cephalosphodrus ledereri* Schauf

CRUSTÁCEOS

- 1.- *Trichoniscus gordonii* Vandel
- 2.- *Iberoniscus breuili* Vandel
- 3.- *Parabathynellidae fagei* (Delamare y Angelier, 1950)

MIRIÁPODOS

- 1.- *Cryptops longicornis* (Ribaut 1915). Miriápodo quilópodo
- 2.- *Lithobius motasi* (1956)
- 3.- *Glomeris albida* (Mauriés y Vicente 1977). Miriápodo diplópodo.

- 4.- *Steno pleuromeris* (Mauriés y Vicente). Miriápodo diplópodo

ORTÓPTEROS

- 1.- *Petaloptila barrancoi*. Grillo cavernícola

QUIRÓPTEROS

- 1.- *Myotis nattereri* I
- 2.- *Rhinolophus ferrumequinum*
- 3.- *Rhinolophus euryale*
- 4.- *Miniopterus schreibersi*

3.- LA PILETA. SITUACIÓN Y DESARROLLO DE LA CAVIDAD

La cueva de La Pileta se encuentra enclavada en el término municipal de Benaoján; la boca se abre a una altitud de 711 metros sobre el nivel del mar siendo las coordenadas de la misma las siguientes: 30S 0297275 UTM 4063225 o bien esta otra 36° 41.549 latitud norte 5° 16.137 longitud oeste.

La boca, de forma casi circular, tiene unas dimensiones de 1,50 metros de alto por 1,48 metros en su parte más ancha; la superficie es de 1,72 m² si la consideramos una circunferencia. Esta entrada artificial facilita el acceso a la cueva y su visita ya que la entrada natural, la Sima de Las Grajas, si se hubiera adaptado para este menester, creemos que habría supuesto un mayor impacto en la misma. Por otro lado la entrada por la Cueva de las Vacas, de pequeño tamaño, nunca fue adaptada para la entrada de las personas a la cueva.

Desde el descubrimiento de la misma se ha realizado más de un levantamiento topográfico; el primero fue dibujado por W. Werner en 1912 y se publicó en la monografía "La Pileta à Benaoján" en el año 1915. Posteriormente, en 1932, se realizó un dibujo basado en la idea que había desarrollado Werner. En el año 1971 y durante el IV Campamento Nacional de Espeleología celebrado en Montejaque, se realizó una topografía muy completa de la misma por un equipo formado por miembros que participaron en aquel campamento; esta topografía se publicó en la memoria Operación España 71. Ya a finales de los setenta del pasado siglo se llevó a cabo la mejor topografía hasta la fecha, siendo sus autores miembros de la Sección Espeleológica Marbellí y que es la que hemos utilizado para la realización de este trabajo.

El desarrollo total topográfico de la cavidad es de 2.300 metros, con una diferencia de cota con respecto a la boca de +40 metros en su pun-



Boca de entrada a La Pileta. Es un acceso abierto artificialmente. Foto del autor



Sima de Las Grajas. Es la boca natural de la cueva de La Pileta y por donde se accedió por primera vez a ella. Foto del autor.

to más alto y -72 metros en el más bajo. El recorrido lineal de la galería principal (recorrido turístico) es de 285 metros (punto climático 16 situado junto al balcón de la Gran Sima 285,5 metros). El de las Galerías Bajas es de 321 metros (punto climático 7L). El del sector Sima de las Grajas 156 metros (punto climático 12'). Por otro lado hablar aquí de recorrido puede inducir a una confusión, por eso el término que voy a usar es el de distancia a la boca de la cavidad.

La topografía de La Pileta presenta una cierta complejidad con tres sec-

tores bastante individualizados, con un sector (Grajas) que tiene una entidad propia desde el punto de vista climático pues no podemos olvidar que la entrada natural a la cueva es la boca que conforma lo que llamamos "Sima de Las Grajas". Visualmente, en la topografía, podemos apreciar que la galería turística se superpone en una parte muy importante de la misma sobre las Galerías Bajas por lo que la señalización de los puntos climáticos en el plano puede tener algo de dificultad. Esto no se aprecia tanto en la primera topografía (la de Operación España 71) pero sí es más evidente en la realizada por la SEM

de Marbella que es la más exacta de las dos.

Un primer problema que se presentó fue el de la perpetuación de las estaciones; no se ha utilizado ningún material (chapas sujetas con buril u otros) para fijarlas, con objeto de no causar ningún impacto visual en la cueva o producir algún deterioro. Los puntos o estaciones se ubicaron de acuerdo con la topografía existente, memorizándolos visualmente y procurando elegirlos de manera que el instrumental climático (psicrómetro, etc.) se pudiera colocar de la forma más correcta posible.

Teniendo en cuenta que la toma de datos se ha efectuado durante el transcurso de muchos años (los primeros se tomaron en la década de los setenta del pasado siglo), es posible que haya habido algún error en la ubicación exacta de los primeros con los últimos. Pero, en todo caso, el error lo podemos considerar mínimo y no afectaría a las conclusiones de este estudio.

Otra cuestión diferente ha sido la dificultad para situar el instrumental para la toma de ciertos datos; situar el psicrómetro de una manera segura (es un aparato muy delicado) o tomar medidas de humedad y ph del suelo ha presentado a veces una cierta dificultad pues en este último caso no siempre se podía utilizar con facilidad la sonda. Más fácil ha sido la toma de temperatura de la roca pues normalmente había ciertas rendijas entre las coladas lo que nos permitió introducir con seguridad la sonda termométrica.

En cuanto al transporte del instrumental para la toma de los datos no representó un mayor problema pues la cueva está acondicionada para el turismo; sólo en los sectores no acondicionados para las visitas (Grajas y Gran Sima) tuvimos que tomar mayores precauciones para evitar que un golpe pudieran afectarlos. El transporte se hizo situándolo dentro de una bolsa acolchada para evitar que un golpe pudiera deteriorarlo o



Zona de superposición de la galería turística sobre las Galerías Bajas.

romperlo. Claro que, si se hubiera caído la misma en la Gran Sima desde una altura de 60 metros...

Finalmente: han sido muchos los compañeros que han ayudado a realizar este trabajo, llevando el material, anotando los datos, facilitándome el plano topográfico, dándome indicaciones sobre el mismo; sin esa ayuda no habría sido posible o muy difícil la realización de este. El resultado se lo debo también a ellos.

4.- MÉTODO DE TRABAJO

Dos fueron los problemas que se nos presentaron a la hora de empezar el estudio climático de La Pileta; uno ya lo acabo de comentar: ubicar las estaciones climáticas en la cavidad. Un segundo problema fue el número de las mismas para que las conclusiones resultaran lo suficientemente significativas.

La toma de datos climáticos en una cavidad es una tarea lenta, incluso pesada, que exige un grado de atención y concentración bastante elevado; el instrumental usado es bastante sensible y exacto, aparte de delicado. En cada estación hay que tomar una serie de datos, lo que nos puede llevar bastante tiempo; pensemos que la medida de la tem-

peratura y humedad con el psicrómetro nos puede llevar en cada estación un mínimo de 5 minutos. Pero además hay otros datos que tenemos que tomar, lo que nos llevaría a un tiempo no inferior a 10 minutos por cada estación, en el mejor de los casos. Sumemos a esto un medio hostil, con temperaturas bajas y elevada humedad.

Para intentar solventar este problema se decidió simplificar el número de estaciones, situando los puntos en el eje principal de las galerías y salas, en lugares significativos (entradas, pasos estrechos, centros et.). Esto nos dio un total de 43 puntos: 16 en el recorrido turístico, 10 en el sector Grajas, 13 en las Galerías Bajas y 4 en la Gran Sima. Conclusión: la toma de todos los datos en el sector turístico llevaría un tiempo de 160 minutos, casi tres horas. Y este era el sector menos complicado, con el acceso más cómodo.

La cosa se complicaba mucho más en la Gran Sima y en Grajas; en la primera por la dificultad técnica que suponía descender un pozo de más de 60 metros para llegar al fondo y proceder allí a la toma de datos; en el segundo caso había que bajar una vertical de más de 20 metros en cuyo fondo existe un cono de derrubios que dificulta el desplazamiento en su parte inicial.

En relación a la toma de datos tenemos que hacer una aclaración: los que hemos tomado lo han sido todos por la mañana y en todas las estaciones del año excepto el verano; los tomados por Pedro Romero Zarco durante los años 1977 a 1979, también en verano.

Por otro lado el protocolo a seguir era realizar la toma partiendo del punto más próximo a la boca, excepto en el caso de la galería turística en que se partía de la estación más alejada (la 16).

Mención aparte merece el sector Grajas, en el que se encuentra la boca de entrada natural a la cueva y que supone una situación muy evidente a tener en cuenta pues la referencia tiene que ser esta boca y no la de acceso para la visita turística, aunque debemos tener en cuenta también esta por la influencia combinada que ejerce sobre este sector.

4.1.- Indicaciones a seguir para la toma de datos (I)

En toda toma de datos climáticos en una cavidad se deben observar una serie de normas para que el resultado sea lo más fiable y preciso.

1. El instrumental es muy delicado y frágil, por lo que se debe proteger de posibles golpes que podrían provocar su rotura.

2. Las mediciones se deben efectuar lo más rápidamente posible para evitar una posible influencia del espeleólogo en las mismas. Debido a esto el equipo no debe ser numeroso.

3. El transporte de los aparatos entre una estación y la siguiente se debe efectuar de la forma más protegida posible, evitando en todo momento llevarlos en la mano.

4. No se debe en ningún caso tocar con los dedos el bulbo de los termómetros o la sonda de los mismos, ni llevarlos dentro de la ropa junto al

cuerpo; de esta forma evitaremos un falseamiento de los datos

5. Se deben tomar todas las medidas en el mismo día, o en todo caso las que afecten a un sector de la cavidad si fueran muchas las estaciones y los sectores se encuentren claramente diferenciados

6. La duración del tiempo de cada medida es variable, pues va a depender del número de datos que se tomen en cada estación.

7. Se debe utilizar un instrumental lo más exacto posible con una precisión en el caso de los termómetros de medio grado. Para la medida de la humedad no se aconseja el higrómetro; se debe utilizar el psicrómetro, teniendo la precaución de anotar primero la medida del termómetro seco pues fluctúa más rápidamente que el húmedo. La temperatura del agua de los lagos o gours se debe tomar a una cierta profundidad y no en la misma superficie

8. En ningún caso se debe usar el carburo u otro sistema de iluminación similar; con los nuevos sistemas de iluminación este problema está hoy superado.

9. Es conveniente en el caso de las cavidades turísticas como La Pileta, anotar el número de personas que la han visitado durante la toma de los datos.

Finalmente: si observamos alguna anomalía en los datos obtenidos, deberemos repetir la toma para comprobar si se trata de un error o de una alteración producida por algún factor extraño o ajeno a la cavidad.

4.2.- Material científico utilizado. Instrumental

Para el estudio del clima de cavidades no existe un aparato específico que podamos usar para la toma de datos por lo que tenemos que valer-

nos de los usados en meteorología. Pero no podemos usar cualquier material ya que la precisión aquí es muy importante y, en el caso de los termómetros, esta precisión debe ser de al menos 0,5 grados. Esto nos plantea un problema: el elevado coste de los mismos; por otro lado no nos vale cualquiera pues como se ha indicado anteriormente no debemos usar un higrómetro por los motivos que explicaremos más adelante.

No todas las variables se pueden medir directamente; la humedad requiere además el uso de unas tablas que suelen venir incluidas en el mismo aparato; pero esto no es suficiente como vamos a poder ver, pues a veces hay que usar unas fórmulas. El cálculo de la dureza del agua requiere también de unas fórmulas, pues su medida es indirecta; aquí también necesitamos hacer unos cálculos que dependerá del método utilizado.

El número de parámetros a medir en una cavidad es variable pero siempre hay un mínimo como la temperatura y la humedad; en el caso de la cueva de La Pileta se han medido los siguientes:

1. Temperatura del aire
2. Temperatura del agua de los lagos o gours
3. Temperatura de las paredes y coladas
4. Temperatura del suelo
5. Humedad relativa del aire
6. Humedad del suelo (en suelos arcillosos o arenosos)
7. Presión atmosférica
8. Dureza del agua de los lagos y gours
9. Ph del agua de los lagos y gour
10. Ph del suelo

11. Máxima penetración de luz natural. Medida de su intensidad

Nos hubiera gustado medir la concentración de CO₂ en el aire ya que La Pileta es una cavidad turística, abierta a las visitas; pero los aparatos utilizados para ello son bastante caros y en este trabajo he usado mi instrumental personal sin ninguna posibilidad de conseguirlo, aunque fuera en préstamo, para efectuar esta medición; también sería interesante efectuar un análisis de la presencia de nitritos en el suelo. Lo dejo abierto para futuros trabajos que se puedan realizar.

Por otro lado hemos medido la intensidad de la luz que penetra por la boca de la Sima de Las Grajas; sabemos que la luz es un elemento que provoca una alteración en el ecosistema de una cavidad, dando lugar a la aparición de líquenes o algas sobre las paredes y formaciones litoquímicas de la misma.

El utillaje utilizado en las mediciones, ha sido el siguiente:

- Un psicrómetro Assman, precisión 0,5 grados.
- Un termómetro digital modelo Multi, precisión 0,1 grados.
- Un higrómetro para medidas en el suelo "moisture meter".
- Un fotómetro.
- Un altímetro-barómetro marca Huger de precisión.
- Un kit-test para medida del ph del agua "Baquacil".
- Un termómetro digital con sonda "thermo chip 900", valor 0,1°
- Un medidor electrónico del ph para medidas en el suelo.
- Un tubo de tiras de papel indicador del ph marca Aquachek

- Un frasco hidrotrimétrico y licor hidrotrimétrico valorado.

- Un mini ventilador.

- Unas pinzas y escalpelo.

- Lápices, bloc de notas, lupas, etc.

4.3.- Indicaciones a seguir en la toma de datos (II)

La toma de datos de la temperatura del aire se realizó colgando el psicrómetro de un saliente de la pared evitando en lo posible el contacto del aparato con la misma, ya que al estar esta muy mojada en algunas zonas debido a las filtraciones y goteos existentes se podía alterar la medida. No hemos considerado el error debido al posible humedecimiento del termómetro por la condensación del vapor de agua sobre el metal, rebajando la temperatura. En todo caso cuando se observa constancia de los valores en cada estación, con muy pequeñas diferencias, esto permite siempre suponer que en caso de haberse producido este fenómeno no afectaría al valor comparativo de las medidas entre sí.

El psicrómetro es un aparato que consta de dos termómetros, uno de los cuales tiene el bulbo enfundado en una tela (termómetro húmedo); la tela se introduce en una cubeta de cristal en forma de tubo de ensayo,

llena de agua, y colocada de forma horizontal. El cálculo de la humedad relativa lo hemos realizado empleando las tablas psicrométricas y aspirpsicrométricas del antiguo Servicio Meteorológico Nacional; hemos utilizado la siguiente fórmula que supone la base de cálculo en psicrometría:

$$PV=PS-0,8(T-TW)$$

PV= presión parcial de vapor de agua

PS= presión parcial de vapor de agua saturante

0,8= constante

T= temperatura del termómetro seco

TW= temperatura del termómetro húmedo

La temperatura de la roca se tomó introduciendo un termómetro con sonda en las grietas y oquedades de la pared, de manera que estas estuvieran en contacto con la sonda. Este mismo procedimiento se usó para medir la temperatura del suelo, tanto rocoso como arcilloso. Para medir la humedad se usó un higrómetro provisto de sonda introduciéndola hasta una profundidad de unos 15-20 cms.

En relación a la medida de la humedad con el psicrómetro es conveniente medir la presión real en el punto, ya que si la presión que tenemos en ese lugar no es la normal

A la izquierda, psicrómetro utilizado para medida de la temperatura y humedad. Foto del autor. A su derecha, toma de datos de temperatura y humedad con el psicrómetro. Sima de las Grajas. Foto Loreto Wallace



(760 mm de mercurio) tendremos que introducir en la presión parcial (Ps) el siguiente factor de corrección:

$$f = \text{Presión real} / 760$$

También hemos usado con el psicrómetro un ventilador de mano para establecer una cierta corriente de aire y de esta manera hacer una medida más exacta de la humedad.

En lo que se refiere al análisis de la dureza del agua de la cavidad, se determinó usando el método de Boutrón y Boudet de acuerdo con la fórmula de cálculo siguiente:

$$(n-0,96) \times 1,044 \times D = \text{grados hidrotrimétrico}$$

n = Número de décimas de cm³ de licor hidrotrimétrico

0,96 = gasto de licor hidrotrimétrico para producir espuma persistente en un ensayo en blanco

1,044 = equivalencia de 1 décima de cm³ de licor hidrotrimétrico en grados franceses

D = dilución que tendrá el valor de 1,2,4 u 8 según se hayan tomado 40,20,10 o 5 cms³ del agua problema



Midiendo la temperatura de una colada en la galería principal. Foto del autor.

5.- LOS DATOS CLIMÁTICOS DE LA PILETA. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES

La Pileta es una cavidad que desde el principio atrajo la atención de los arqueólogos y prehistoriadores; esto era lógico porque desde el primer momento estos especialistas se dieron cuenta de la enorme importancia que en el mundo de las cuevas prehistóricas podía tener. De ahí que los mayores científicos del mundo de la prehistoria hayan pasado por ella.

Por otro lado aunque nunca, que sepamos, se ha llevado a cabo un estudio biospeleológico en Pileta,

sí es cierto que algo se ha hecho en este campo; de hecho fueron los prehistoriadores los que recolectaron los primeros especímenes que luego fueron estudiados por biospeleólogos como Racovitza, Vandel, Jeannel y otros.

Pero en el campo de la climatología nunca se había llevado a cabo un estudio lo suficientemente completo que nos pudiera dar una idea de cómo se comporta el ecosistema. Ciertamente que se han venido tomado algunos datos en los últimos 40 años, pero al ser pocos y fragmentarios no podían ofrecer unas conclusiones fiables.

Una excepción a esto la podemos encontrar en el trabajo realizado por Pedro Romero Zarco titulado "Quirópteros cavernícolas del Suroeste de España" y publicado en las actas del IV Congreso Nacional de Espeleología celebrado en Marbella en octubre de 1976. Aunque este trabajo se refería concretamente al estudio de los quirópteros de diferentes cavidades de esta zona de Andalucía, al estudiar la población de la cueva de La Pileta se tomaron por parte del autor con la ayuda de los dueños de la cueva datos sobre temperatura y humedad en dos sectores de la misma: las Galerías Turísticas y la Sima de las Grajas.

Ya en 1976, por este autor, se había efectuado una toma de datos; posteriormente en los años 90, con la idea



Regresando del sector de la Sima de las Grajas. En la foto, Emilio López. Foto: Loreto Wallace.

de realizar el estudio del ecosistema de La Pileta, se empezó a realizar una toma de datos sistemática de los diferentes sectores de la cueva. Este estudio no pudo llevarse a cabo y quedó interrumpido por una serie de problemas surgidos con la propiedad de La Pileta.

Finalmente, a partir del año 2010, a petición de la familia Bullón (propietaria de la cueva) y después de llegar a un acuerdo con ella, se retomaron los trabajos cuyo resultado es el que ve la luz ahora.

5.1.- Estudio climatológico realizado entre los años 1977 a 1979

Los datos a los que se hace referencia en el mismo fueron tomados por Pedro Romero Zarco y Eloy Bullón Jiménez; las estaciones se localizan en puntos que en lo esencial coinciden con los de los años noventa del pasado siglo y los de los años 2010, 2011 y 2012. No se tomaron datos en el sector de las llamadas Galerías Bajas.

Durante la realización del trabajo, y según el autor del mismo, se tomaron un mínimo de doce medidas mensuales, cuyas medias se utilizaron para la confección de las gráficas correspondientes que vamos a poder ver en este estudio. En total se situaron 16 estaciones, tres de las cuales corresponden al sector Grajas y las otras trece restantes al sector de las galerías turísticas. Es evidente que el número de estaciones en el primer sector (Grajas) es muy pequeño aunque nos puede dar una idea aproximada; en el segundo sector el número de estaciones es ya suficiente como para dar un resultado lo suficientemente significativo.

En nuestra opinión, lo más importante de este trabajo es la gran cantidad de medidas que se tomaron y el que se realizara esa toma durante todas las estaciones del año, lo que podía ofrecernos una posible variación de los parámetros en función de este cambio de las estaciones. Si

bien es cierto, que el medio subterráneo se define por la uniformidad en las condiciones de su existencia, no viéndose en general afectado por esa alternancia. No obstante si era interesante comprobar en que medida podía influir la existencia de un factor extraño a la cueva: las visitas turísticas.

Las estaciones se situaron en los siguientes puntos

1.- E1/E2/E3 y E4.

Sala de la Entrada

2.- E5

Sala de las Vacas

3.- E6/E7 y E11

Sala de los Murciélagos

4.- E9

Sima de las Grajas

5.- E10

Entrada Sala del Coro

6.- E8

Entrada Sector Grajas

7.- E12/E13.

Sala del Castillo

8.- E14/E14.1

Nave Central

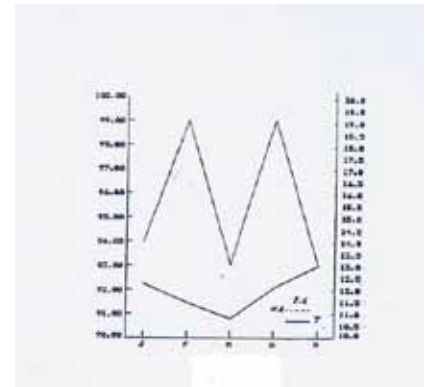
9.- E16

Salón del Pez

Según lo manifestado por su autor, en las diferentes estaciones se disponía un psicrómetro que se situaba a 1 metro de altura sobre el suelo y cuya lectura se realizaba sobre las 12 horas del día; los datos se tomaron entre enero y diciembre de 1977 y en algunas estaciones se prolongó la toma durante parte de 1978 y 1979.

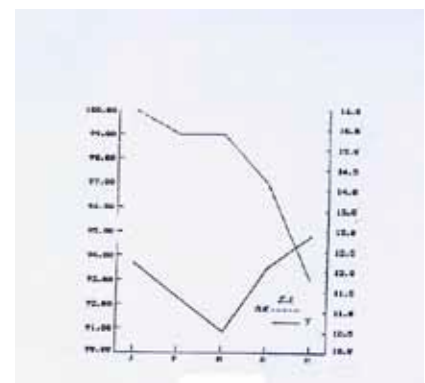
De acuerdo con el trabajo efectuado, las conclusiones del mismo fueron las siguientes:

1) Estación E-1: Se sitúa muy próxima al exterior por lo que tiene oscilaciones muy bruscas de temperatura y humedad relativa (H.R.) Las medidas se tomaron hasta el mes de mayo.



Gráfica de la estación E-1. Se aprecia la fuerte oscilación de la temperatura y humedad en esta zona.

2) Estación E-2. Gráfica muy parecida a la curva anterior en lo que se refiere a la temperatura. En este sector la H.R máxima corresponde al mes de enero con el 100% y descenso hasta mayo con el 93% en que las temperaturas son superiores.



Gráfica de la estación E-2. Fuerte oscilación como en la E-1

3) Estaciones E-3 y E-6. Curva similar a las anteriores en temperaturas, con máximos de H.R de febrero a marzo, coincidiendo con los mínimos en temperaturas.

4) Estación E-4. La curva de temperatura comienza a aumentar a partir de marzo hasta el mes de junio. La humedad relativa permanece

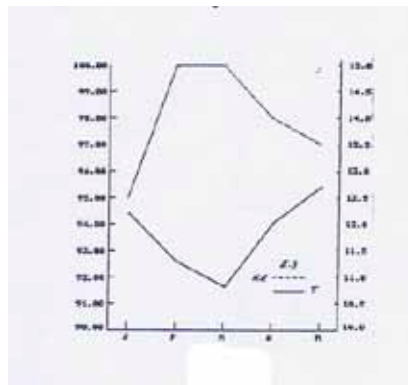
ce siempre por encima del 90%, con un máximo en febrero y un mínimo en abril.

5) Estación E-5. La temperatura va en aumento hasta el mes de octubre, con un máximo de 15,5°; la humedad presenta grandes oscilaciones siendo mínima en marzo con un 88% y máxima a partir de noviembre con el 99%.

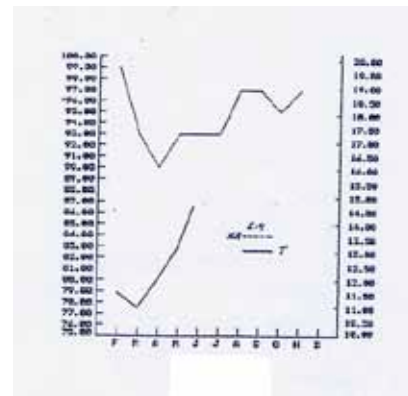
6) Resumen sector estaciones E1-E-5. Las temperaturas se mantienen, con ligeras variaciones, por encima de los 13° y con descensos poco pronunciados de humedad hasta el mes de diciembre y mínimas en octubre con el 91%. En general se mantienen alrededor del 93%. Pero es una realidad, como va a ocurrir en la estación E-7, que es la sala en donde hubo la mayor cantidad de murciélagos en otras épocas y que actualmente debido a la influencia turística y sobre todo a la apertura de una nueva boca para las visitas, estos la ocupan esporádicamente. Así mismo, la acumulación de “guano” en este sector fue muy grande, con lo que habría un incremento térmico debido a la influencia de la descomposición de esta materia orgánica.

Un factor muy importante del que tenemos que hablar y que con seguridad ha alterado las condiciones climáticas es el llamado “efecto venturi”, producido por la relativa proximidad de ambas bocas y sometidas a radiaciones solares diferentes al no tener exactamente la misma orientación. De esto hablaremos en nuestras conclusiones finales. En conjunto, la sala es de considerables proporciones y mantiene temperaturas de 14° y humedad relativa superior al 90%.

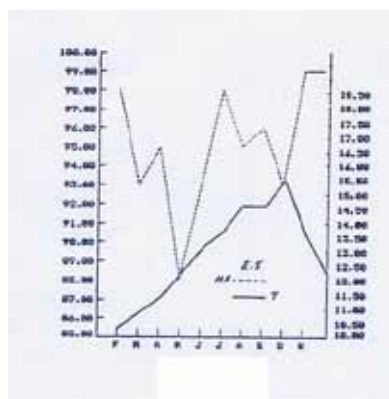
7) Estación E-7. Las temperaturas llegan a un mínimo en febrero con 10,5°, aumentando hasta octubre con un máximo de 15°. La humedad relativa se mantiene por encima del 90% con un máximo en el mes de abril. En esta zona comentaremos la influencia de las lluvias.



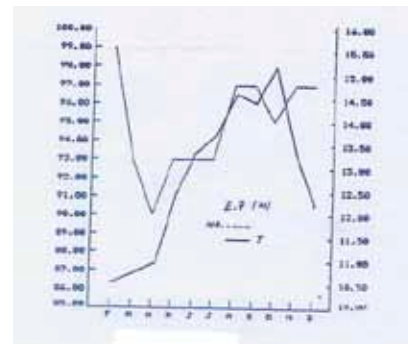
Gráfica de la estación E-3. Similar a las anteriores en temperaturascilación como en la E-1



Gráfica de la estación E-4. La estaciones E-1, E-2,E-3 y E-4 están todas situadas en la sala de la entrada, por lo que sus lecturas muestran una diferencia entre ellas muy poco acusada.



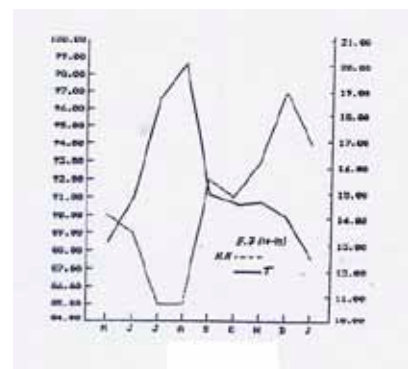
Gráfica de la estación E-5



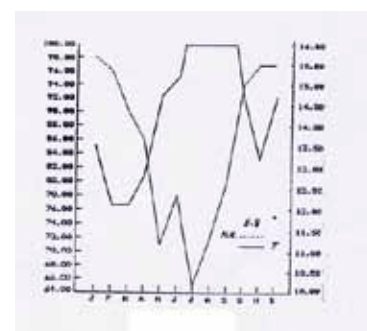
Gráfica de la estación E-7. Año 1977

8) Estación E-7 (año climático 1978-1979). Al comparar estas dos gráficas con las del año anterior, podemos comprobar que las temperaturas máximas se obtuvieron en agosto con cerca de 20° y las mínimas en enero con 12,5°. La humedad relativa es inversa, con mínimas en julio y agosto (85%) y máximas en diciembre con el 96%.

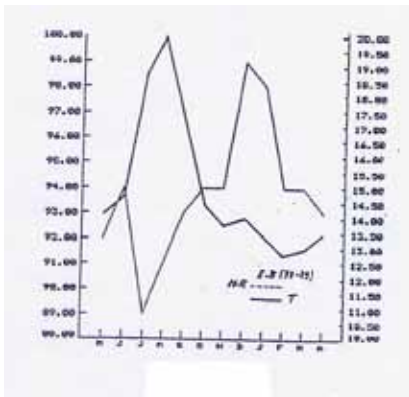
9) Estación E-8 (año 1977). Temperaturas mínimas en febrero y marzo, superiores a 12°, con incrementos paulatinos hasta los 16° a partir de junio y descensos a partir de septiembre. La humedad relativa va en sentido inverso, bajando hasta los 64% en el mes de julio. Se ve claramente que la gran influencia del “efecto venturi” hace que las oscilaciones diarias sean acusadas en esta zona de la cavidad que va a presentar unas condiciones muy diferentes a las del resto de la misma.



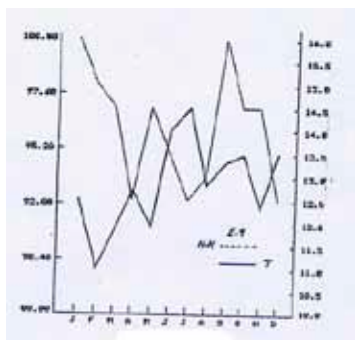
Gráfica de la estación E-7. Año climático 1978-1979



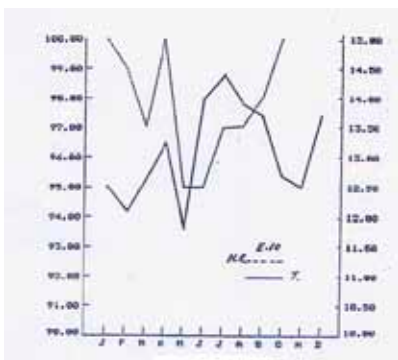
Gráfica de la estación E-8. Año 1977



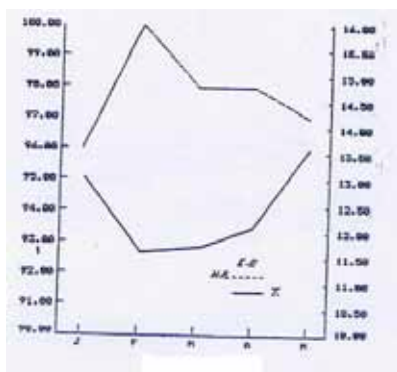
Gráfica de la estación E-8. Año climático 1978-1979



Gráfica de la estación E-9. Sector Sima de las Grajas



Gráfica de la estación E-10.



Gráfica de la estación E-11

10) Estación E-8. Año climático 1978-1979. La temperatura en este año climático llegó a los 20° en el mes de agosto, coincidiendo con las mínimas de humedad que llegó al 89%. El resto del año las temperaturas se mantuvieron entre los 12° y los 14°.

11) Estación E-9. Oscilaciones de temperaturas moderadas durante todos los meses, con mínimas en febrero en que se llega a los 11° y máximas en julio con 14.5°. La humedad se mantiene por encima del 90%, con dos máximos en enero y septiembre en que se llega al 100%. Debido a que esta sala coincide prácticamente con el fondo de la sima de Las Grajas, las oscilaciones diarias deben de ser acentuadas, sobre todo en lo que se refiere a las temperaturas. Por otro lado, la disposición de la boca permite que la luz penetre bastante dentro de este sector.

12) Estación E-10. Muy similar tanto en temperaturas como en humedad; el descenso de temperatura se produce en el mes de octubre bajando hasta los 12,5°. Inversamente la humedad sube llegando al 100% o algo menos. El resto del sector de las Grajas presenta, de acuerdo con las medidas tomadas en estas fechas, una temperatura y humedad que varían algo respecto a esta, pero que en general se mantiene en los 13° y en una humedad relativa normalmente superior al 90%

13) Estación E-11. Con temperaturas próximas a los 12,5° y humedad media del 98%.

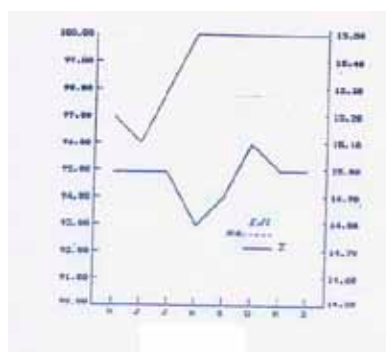
14) Estaciones E-12 y E-13. Son dos sectores con temperaturas estables a lo largo del año, siempre por encima de los 14° y humedad que sobrepasa el 95% durante los meses de primavera y verano; en el caso de la estación E-12 la humedad sube hasta el 100% a partir del mes de agosto.

Es muy probable que en las galerías altas, ocupadas por los murciélagos, la presencia de guano y la gran cantidad de estos, produzca un incremento de temperatura en algún grado pero sin poderlo precisar.

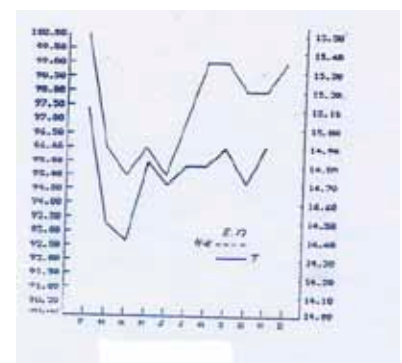
15) Estación E-14. Es un sector muy estable, con algunos descensos bruscos de humedad en abril. En general, esta suele ser del 100%.

16) Estación E-14.1. Es una de las zonas de la cueva con mayor estabilidad, con temperatura de 14.5° y humedad del 99%. Estas dos estaciones están situadas en la sala conocida con el nombre de Nave Central. A partir de esta zona, la cueva se nos revela como un sistema muy estable en cuanto a la humedad y temperatura.

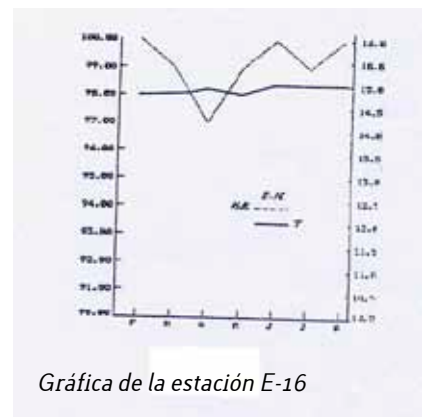
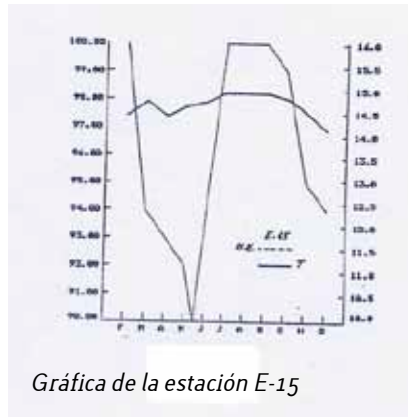
17) Estación E-15. La temperatura en este sector es bastante estable, pero la humedad experimenta oscilaciones bruscas. El suelo arcilloso acumula parte del agua de lluvia procedente de las filtraciones, con lo que la humedad relativa se mantiene más alta. La temperatura media suele mantenerse por encima de los 14°.



Gráfica de la estación E-12



Gráfica de la estación E-13



18) Estación E-16. Con pocas oscilaciones térmicas, alrededor de los 15° y humedad superior al 97%.

Hasta aquí los datos tomados durante los años 1977, 1978 y 1979 por Eloy Bullón y Pedro Romero Zarco. La discusión de estos datos y su análisis la efectuaremos al comparar los mismos con los tomados en los años siguientes. Es una pena que no se tomaran en esta ocasión datos en la zona de las llamadas Galerías Bajas.

5.2 Datos climáticos tomados el año 1976

Durante la década de los años 70 fueron algunas las ocasiones en las que estuve en La Pileta para tomar algunos datos climáticos; ya en

aquellas fechas me atraía la idea de hacer algún estudio sobre las condiciones del medio ambiente de esta cavidad. La primera vez fue en abril de 1972, fecha en la que coincidí allí con los compañeros de Sevilla, Enrique Arias García, prematuramente fallecido, y Juan Madrazo Osuna; también se encontraba allí otro compañero de Granada, Joaquín.

Fue precisamente con Joaquín Guijarro Arcas, que se dedicaba por entonces al estudio de la presencia de parásitos en la sangre de los murciélagos, con quién bajé la sima de Las Grajas para tomar datos en este sector; desgraciadamente no conservo los datos de aquella fecha. Lo mismo me ha sucedido con los tomados en otros años de esta década. Los he perdido.

De entonces sólo he podido encontrar los que corresponden al año 1976; pero estos son muy escasos pues sólo se refieren a una visita efectuada en el mes de noviembre y en sector de las Galerías bajas. No obstante, los expongo abajo.

Los datos muestran una uniformidad total en cuanto a la temperatura y la humedad; la temperatura se mantiene estable en los 15° en todas las Galerías Bajas y la humedad en el 100%. No se tomaron datos en la zona inicial del sector, la galería de Las Cabras, y hubiera sido igualmente interesante haber medido estos parámetros en la Nave Central, sala desde la que se accede a esta zona de la cueva.

LUGAR	FECHA	PRESION	HR %	TEMP.	PH AGUA
SALA DE LAS SERPIENTES	14.11.1976	707 MM	100,00 %	15	
FINAL ESCALERA DE HIERRO	14.11.1976	709 MM	100,00 %	15	
SALA DE LOS NIVELES	14.11.1976	710 MM	100,00 %	15	8,5
SALA DE LA GRAN ESCALERA	14.11.1976	710 MM	100,00 %	15	
SALA DE LA GRAN ESCALERA	14.11.1976		100,00 %		8
SALA DEL MANTON	14.11.1976	706 MM	100,00 %	15	
GALERIA DE LAS TORTUGAS	14.11.1976				8
SALA DEL ESQUELETO	14.11.1976				8
SALA DE SAN BENITO	14.11.1976				

Tabla de los datos tomados el 14 de noviembre de 1976

DATOS TOMADOS CON ENRIQUE SANCHEZ PÉREZ Y PEPE BULLÓN

6.- DATOS CLIMÁTICOS TOMADOS DURANTE LA DÉCADA DE LOS 90

No sería ya hasta esta década después de un largo paréntesis que duraría 18 años y por circunstancias que no vienen al caso, cuando volví a La Pileta para intentar continuar lo empezado en los años 70. Pero los tiempos habían cambiado y las circunstancias no eran las mismas; por motivos que no vienen al caso no encontré colaboración para continuar el trabajo por parte de la familia propietaria de la cueva, aunque tengo que decir que hubo una excepción en la persona de Eloy Bullón, desgraciadamente fallecido a causa de una enfermedad, creo recordar en el Otoño de 1995.

Pero hay que precisar que solamente se tomaron datos en los años 1994, 1995 y 1996; a partir de este último año ya no se pudo continuar el trabajo quedando interrumpido totalmente. No obstante, estos datos son muy interesantes porque en

todo caso nos permiten establecer una comparación con los tomados en los 70 y los de estos últimos años. Nos indicaría si existe una posible tendencia en el cambio de las condiciones ambientales de esta cavidad, algo que no suele ser improbable cuando se trata de cuevas que están abiertas al turismo en las que las visitas, aunque se controlen, siempre provocan un cierto impacto en el ecosistema de la misma, lo que obligaría a tomar las medidas necesarias para su conservación y consecuentemente minimizar ese impacto. Es por lo que pensamos que la serie de datos tomados a lo largo de 37 años puede ser lo suficientemente significativa.

6.1.- Datos climáticos tomados en el año 1994

El año 1994 marca la vuelta a la Pileta para la continuación del trabajo; por la serie de circunstancias ya comentadas sólo se pudo tomar datos

en una ocasión, el mes de noviembre. Y teniendo en cuenta el tiempo que se tarda en la medida de los parámetros, sólo se pudo hacer en uno de los sectores o zonas de la cavidad: la galería turística o principal de la cueva. Fueron 17 las estaciones señaladas como podemos ver la tabla de más abajo.

Debido al poco tiempo disponible para realizar la toma de datos y, teniendo en cuenta que el trabajo se realizaba en hora de visitas, no se pudieron medir otros parámetros como la temperatura ambiente y la humedad que son fundamentales en un estudio de este tipo. No obstante, por primera vez, se midió la temperatura de la roca y la humedad del suelo. Referente a la humedad del suelo tenemos que decir que aunque aparecen datos que son anormalmente bajos, el año climático 1994-1995 se encuentra entre los más secos del siglo XX o quizás incluso el más seco, habiéndose medido en el pluviómetro de La Pileta la canti-

LUGAR	HR % SUELO	T. ROCA	T. AGUA	FECHA	HORA
PUNTO 1	80.00	18		20.11.1994	11.30
PUNTO 2	82.00	16		20.11.1994	
PUNTO 3	85.00	17		20.11.1994	
PUNTO 4	85.00	15,5		20.11.1994	
PUNTO 5	70.00	17		20.11.1994	
PUNTO 6	89.00	17		20.11.1994	
PUNTO 7	70.00 Y 55	16,5		20.11.1994	
PUNTO 8	65.00	15,5		20.11.1994	
PUNTO 9	65.00	15,5	15	20.11.1994	
PUNTO 9 BIS	60.00	16	15	20.11.1994	
PUNTO 10	60.00	16,5		20.11.1994	
PUNTO 11	70.00	16,5		20.11.1994	
PUNTO 12	62.00	16		20.11.1994	
PUNTO 13	60.00	15,5	15	20.11.1994	
PUNTO 14	45.00	15		20.11.1994	
PUNTO 15	50.00	15	15	20.11.1994	13.45
PUNTO 16	50.00	15			

Tabla de los datos tomados el 20 de noviembre de 1994.

Equipo formado por Emilio López Martín, José Antonio Bullón y Manuel Wallace Moreno.

dad de 563mm, el más seco de toda la serie medida, lo que influyó en la cueva de una manera notable.

Los puntos anteriores se corresponden con las estaciones de medida y se ubicaron en los siguientes lugares de la cavidad:

Punto 1

Sala de los Murciélagos (a la entrada de la cueva)

Punto 2

Galería de los Murciélagos

Puntos 3 y 4

Sala del Castillo

Puntos 5, 6 y 7

Nave Central

Punto 8

Sala de acceso al Paso de las Termópilas

Puntos 9 y 9 bis

Sala del Lago

Puntos 10 y 11

Galería de acceso a los órganos

Puntos 12 y 13

Los Órganos y galería acceso al Salón del pez

Puntos 14 y 15

Salón del Pez

Punto 16

Balcón sobre la Gran Sima

6.2.- Datos climáticos tomados en 1995

En este año se midieron los parámetros climáticos en dos fechas diferentes: marzo y diciembre. Los datos tomados en marzo son más completos como vamos a poder ver y se corresponden con el sector de la Sima de las Grajas.

Como se puede ver por las tablas no se tomaron datos de humedad en esta ocasión; el motivo fue debido a un olvido por el autor de este trabajo del psicómetro.

En diciembre de este mismo año se volvió a la Pileta para continuar el trabajo; habían pasado 9 meses desde la vez anterior. Los datos tomados fueron muy escasos y sólo referidos

LUGAR	T. AIRE	T. ROCA	T. AGUA	NOMBRE LUGAR	FECHA
PUNTO 4	15,5			BALCÓN DE TOMÁS	19.03.1995
PUNTO 5	16			RAMPA DE BAJADA	19.03.1995
PUNTO 6	16	14		CONO DE DERRUBIOS	19.03.1995
PUNTO 7				GALERÍA LATERAL 1ª	19.03.1995
PUNTO 8	14,5	14		SIMA DE LAS GRAJAS	19.03.1995
PUNTO 9	15	14		SALA LAGO DE ARCILLA	19.03.1995
PUNTO 10	14	13,9	14	GALERÍA LATERAL 2ª	19.03.1995
PUNTO 11	14	14,5		Nº 1 SALA DEL CORO	19.03.1995
PUNTO 12	15			Nº 2 SALA DEL CORO	19.03.1995

LUGAR	T. SUELO	PRESION	NOMBRE LUGAR	FECHA
PUNTO 4		935	BALCÓN DE TOMÁS	19.03.1995
PUNTO 5		944	RAMPA DE BAJADA	19.03.1995
PUNTO 6	15	940	CONO DE DERRUBIOS	19.03.1995
PUNTO 7			GALERÍA LATERAL 1ª	19.03.1995
PUNTO 8	13,5	940	SIMA DE LAS GRAJAS	19.03.1995
PUNTO 9	14,5	945	SALA LAGO DE ARCILLA	19.03.1995
PUNTO 10	14	944	GALERÍA LATERAL 2ª	19.03.1995
PUNTO 11		940	Nº 1 SALA DEL CORO	19.03.1995
PUNTO 12		945	Nº 2 SALA DEL CORO	19.03.1995

a la galería principal o turística. Ya en este año se empezó a medir nuevos parámetros como la dureza del agua y de una manera más sistemática el ph.

Datos tomados en la fecha 16 de diciembre de 1995

Lugar: Salón del Lago

Temp. agua: 14,8°

Humedad suelo: 65%

Temp. ambiente: 16%

Dureza: 39.75° / 0,3975 grms de co3ca

Ph: 7,8

Lugar: Baño de la Reina Mora

Temp. agua: 14,5°

Humedad suelo: 60%

Temp. ambiente: 16,2°

Dureza: 33.49° / 0,3349 grms de Co3ca

Ph: 7,6

6.3 Datos climáticos tomados en 1996

Datos tomados en la fecha 24 de marzo de 1996

Lugar: Sala de los Cipreses

Gour fondo Sala; Ph=7,8 ; T. Agua: 14.2°

Temp. ambiente: 14.5°

Lugar: Lago de las Hadas o de los Enanitos

Ph: 7,8 ; T. agua: 14,2° ; T. ambiente: 17°



El cortijo de La Pileta en octubre de 1969. Foto del autor.

Lugar: Lago de la Peineta

T. agua: 14,3° ; Ph: 7,8 ; T. ambiente: 14,8

Este año marca el final del trabajo, en esa fecha, sobre la climática de la Pileta al no haber posibilidad de continuarlos al no llegar a un acuerdo con la familia propietaria de la cueva y a causa del contencioso planteado por la propiedad de la misma. En este punto, los escasos datos que se poseían no permitían extraer unas conclusiones sobre la situación del medio ambiente de La Pileta, máxime cuando no conocíamos los datos tomados por Pedro Romero Zarco y los hermanos Bullón. Tendrían que pasar 14 años para que se pudieran reanudar.

7.- LOS AÑOS DOS MIL. LA CONTINUACIÓN DE LOS TRABAJOS

Como hemos comentado antes, en 1996 se interrumpió el trabajo de investigación sobre las condiciones climáticas de la cueva de La Pileta; las posibilidades para su continuación eran más bien escasas debido a la cantidad de problemas de diferente índole que se habían ido acumulando en los últimos años y que no parecía que pudieran tener solución a corto o medio plazo. Y esto fue lo que sucedió ya que hubo que esperar hasta el año 2010 para retomar el trabajo interrumpido.

Fue en el otoño del año 2010 y por expreso deseo de la familia Bullón, propietaria de La Pileta, y después de llegar a un acuerdo para poder finalizar el estudio de las condiciones medioambientales de la cavidad cuando se reanudó el trabajo. En esta ocasión se tomó la decisión de medir la mayor cantidad de parámetros y hacer la toma en todas las zonas o sectores de la cavidad. La cuestión a estas alturas era la siguiente: existía un estudio climático bastante completo del sector turístico de la cueva realizado en los años setenta, pero no tanto en el sector de la Sima de las Grajas; por otro lado los datos tomados en los años noventa eran escasos y parciales, faltando en algunos casos datos de humedad y/o temperatura.

Desde 1976 en que se tomaron los primeros datos, habían transcurrido 34 años, tiempo más que suficiente para ver los posibles cambios, caso de haberlos, de los diferentes parámetros. Pero para ello se necesitaba: por un lado, tiempo suficiente, no tomar una sola medida en cada punto o estación, medir los parámetros en todos los sectores de la cavidad y principalmente en el turístico y, finalmente, intentar hacerlo en las diferentes estaciones del año.

Se ha procedido a la toma de datos entre octubre de 2010 y noviembre de 2012, dividiendo la cueva en cuatro sectores: 1) sector turístico, 2)

sector Sima de las Grajas, 3) Galerías Bajas y 4) Gran Sima. Excepto en el sector de la Gran Sima, en todos ellos se han medido los mismos parámetros.

Las estaciones se situaron prácticamente en los mismos puntos que en las anteriores medidas; en algunos casos se simplificaron, como por ejemplo en la sala de entrada en donde sólo se situó una estación. En otro caso, como la Gran Sima, se tomaron datos por primera vez.

Otra cuestión importante es que en las ocasiones anteriores no se había medido la distancia de las diferentes estaciones a la boca de entrada ni la altura de la misma. En esta ocasión, durante estos últimos años sí se ha hecho; tengo que agradecer a Juan Mayoral Valsera los datos altimétricos facilitados, datos que los hemos completado con los tomados en esta campaña.

Por otro lado, y usando el plano topográfico realizado durante el IV Campamento Nacional de Espeleología en 1971 y, teniendo en cuenta las curvas de nivel del mismo, pudimos calcular la altitud de cada uno de los puntos de las diferentes estaciones. La distancia de cada estación a la boca de la cavidad se ha tomado de acuerdo con el plano realizado por Francisco Cantos Liébana, Javier Soto Portella y Magariño, miembros de la S.E.M.

1) Datos facilitados por Juan Mayoral; son los siguientes:

- Entrada de la cavidad: 711 metros
- Entrada a las Galerías Bajas: 730 metros
- Sala de las Tortugas: 712 metros
- Estalagmita blanca: 686 metros

-Lago de las Hadas: 672 metros

-Ciprés nevado (Tronco de la Palmera): 673 metros

-Escalera metálica larga: 675 metros

Según estos datos el desnivel máximo es de 58 metros, tomando como referencia la boca de la cavidad. Como podemos ver, aparte de ser muy escasos, no se aportan los del sector de Las Grajas. Además, en ninguna de las mediciones hechas con anterioridad se indicaba la distancia de cada estación a la boca de la cueva, cuestión muy importante sobre todo por la existencia de dos bocas en la Pileta, una de ellas artificial. Si no lo indicamos, la distancia se fija en relación a la boca abierta para las visitas turísticas.

Vamos a ver estos otros calculados en función de las topografías existentes:

A) SECTOR GALERÍAS TURÍSTICAS

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD METROS	DISTANCIA A LA BOCA (METROS)	PUNTO
ENTRADA. SALA DE LOS MURCIÉLAGOS	711	5	1
GALERÍA DE LOS MURCIÉLAGOS	716	15	2
ENTRADA A LA SALA DEL CASTILLO	733	54	3
FONDO SALA DEL CASTILLO. ESCALERA	733	71	4
SALA ANTERIOR NAVE CENTRAL	742	93,5	5
NAVE CENTRAL. ZONA DE ENTRADA	742	99,5	6
NAVE CENTRAL. ACCESO A GALER. BAJAS	742	105,5	7
ENTRADA PASO DE LAS TERMÓPILAS	741	114	8
SALÓN DEL LAGO	736	163,5	9
ENTRADA PASO DEL DESFILADERO	741	181,5	10
SALIDA PASO DEL DESFILADERO	741	203,5	11
LOS ÓRGANOS	741	211	12
BAÑO DE LA REINA MORA	746	236	13
SALON DEL PEZ. ZONA DE ENTRADA	749	251,5	14
SALON DEL PEZ. FONDO	749	265	15
BALCON SOBRE BOCA GRAN SIMA	751	285,5	16

B) SECTOR SIMA DE LAS GRAJAS

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD METROS	DISTANCIA A LA BOCA (METROS)	PUNTO
GALERÍA ACCESO A GRAJAS	716	28	3'
BALCÓN DE TOMÁS	716	54	4'
SIMA DE LA GRAJAS	701	74	5'
CONO DE DERRUBIOS	696	81	6'
GALERÍA LATERAL 1ª	696	106	7'
GRAN SALA	693	111,5	8'
SALA LAGO DE ARCILLA	691	138	9'
GALERÍA LATERAL 2ª	693	138	10'
1ª SALA DEL CORO	686	129,5	11'
2ª SALA DEL CORO	681	156,5	12'

C) SECTOR GRAN SIMA

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD METROS	DISTANCIA A LA BOCA (METROS)	PUNTO
BASE SIMA. PARED	701	301,5	17
ARBOL DE NAVIDAD	701	305,5	18
JUNTO PARED LATERAL IZQ.	701	310,5	19
DIVERTÍCULO	698,4	329	20

D) SECTOR GALERÍAS BAJAS

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD METROS	DISTANCIA A LA BOCA (METROS)	PUNTO
GALERIA DE LAS CABRAS MONTESAS	736	125,5	7A
SALA DE LAS SERPIENTES	731	130	7B
SALA ANTERIOR A LAS TORTUGAS	721	143	7C
SALA DE LAS TORTUGAS	721	157	7D
GALERIA DE LAS TORTUGAS. AL FINAL	725	174	7E
LAGO AL FINAL DE LA ESCALERA DE HIERRO	711	164	7F
SALA DEL JAMON	701	199	7F'
SALA DE LOS NIVELES	696	216	7G
SALA DE LA ESCALERA GRANDE	692	229,5	7H
SALA DE LA PEINETA	696	270,5	7I
SALA DEL MANTÓN	696	284	7J
SALA DEL ESQUELETO	SIN DATO	304,4	7K
SALA DEL CIPRÉS Y TRONCO DE LA PALMERA	SIN DATO	321	7L

7.1 El sector de las galerías turísticas. Resultado de las mediciones efectuadas.

GALERIA PRINCIPAL (TURISTICA)

FECHA: 31.10.2010

1.- BOCA: Altitud 730 metros

COORDENADAS:
30 S 0297275 UTM 4063225
N 36° 41.549' W 005° 16.137'

DATOS DEL EXTERIOR:
15,00 HORAS
TS: 15° PRESIÓN: 933 mb
HUMEDAD: 75%
DÍA NUBLADO CON VIENTO

Punto 1: ENTRADA. SALA DE LOS MURCIÉLAGOS
TS: 17° T. ROCA: 15,2
HUMEDAD: 82,5%

(*) La importancia de este valor tan bajo es relativa, al tratarse de la sala de entrada.

Punto 2: GALERÍA DE LOS MURCIÉLAGOS
TS: 17° T. ROCA: 15,2
HUMEDAD: 86% (*)
PRESIÓN: 932 mb

Punto 3: ENTRADA SALA DEL CASTILLO
TS: 17,5° T. ROCA: 15,4
HUMEDAD: 93,9%
PRESIÓN: 932 mb

Punto 4: SALA DEL CASTILLO. FONDO (ESCALERA)
TS: 17,5° T. ROCA: 15,3°
HUMEDAD: 93,9%
PRESIÓN: 931 mb

Punto 5: SALA ANTERIOR A NAVE CENTRAL
TS: 17° T. ROCA: 15,3°
HUMEDAD: 100%
PRESIÓN: 930 mb

Punto 6: NAVE CENTRAL. ZONA DE ENTRADA
TS: 17,5° T. ROCA: 15,3°



Sala de la entrada a la cueva de La Pileta. Foto Manuel Wallace Moreno

HUMEDAD: 97%
PRESIÓN: 931 mb

Punto 7: ENTRADA A GALERÍAS BAJAS
TS: 17,5° T. ROCA: 15,3°
HUMEDAD: 97%

Sobre murcielaguina se puede ver un miriápodo quilópodo desplazándose, de color marrón claro. También un guanobio, posiblemente un colémbolo. Despigmentado.

Punto 8: ENTRADA PASO DE LAS TERMÓPILAS
TS: 17,5°
HUMEDAD: 97%
PRESIÓN: 932 mb

Punto 9: SALÓN DEL LAGO (GUANO DE MURCIÉLAGOS)
Ph: 7,5 DUREZA AGUA: 0,5019 grms/litro co3ca
T. AGUA: 15,7° TS: 17,5°
HUMEDAD: 93,9%
PRESIÓN: 931 mb T. ROCA: 15,2°

Punto 10: ENTRADA PASO DEL DESFILADERO
TS: 17,5°
T. ROCA+GUANO: 15,2°
HUMEDAD: 93,9%
PRESIÓN: 931 mb

Punto 11: SALIDA PASO DEL DESFILADERO
TS: 17° T. ROCA: 15°
HUMEDAD: 96,9%
PRESIÓN: 931 mb CAÑÓN (SONDA): 16°

Punto 12: LOS ÓRGANOS
TS: 17° T. ROCA: 14,9 HUMEDAD: 96,9%
PRESIÓN: 931 mb

Punto 13: BAÑO DE LA REINA MORA
DUREZA AGUA: 0,4393 grms/litro co3ca Ph: 7
TEMPERATURA AGUA: 15,3°
TS: 17° PRESION: 930 mb
HUMEDAD: 93,7%

PUNTO 14: SALÓN DEL PEZ
TS: 18° HUMEDAD: 97,2%

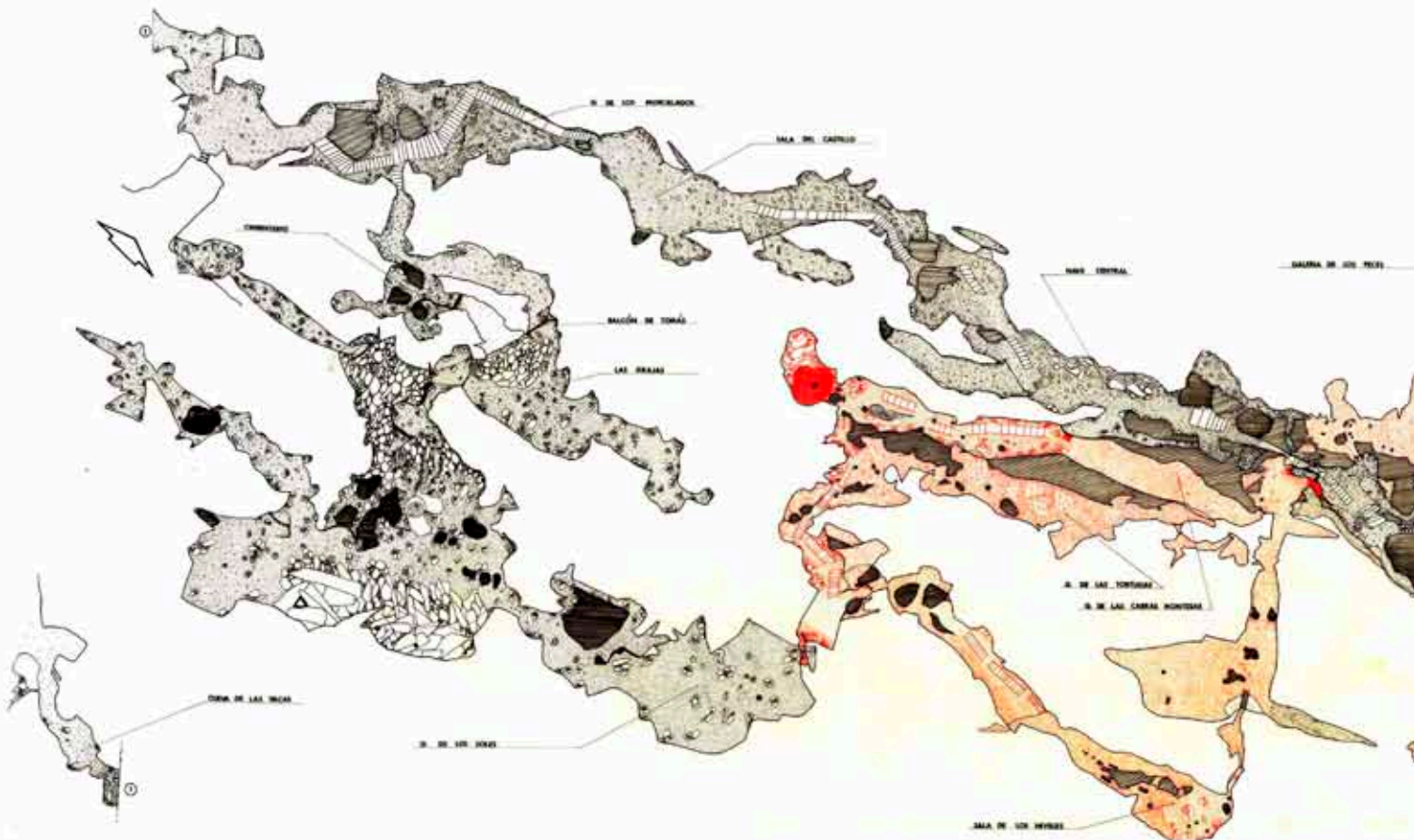
Punto 15: SALÓN DEL PEZ HORA: 12,45
TEMP. AGUA GOUR: 15,2°
DUREZA AGUA: 0,5246 grms/litro co3ca
PRESION: 930 mb
Ph: 7

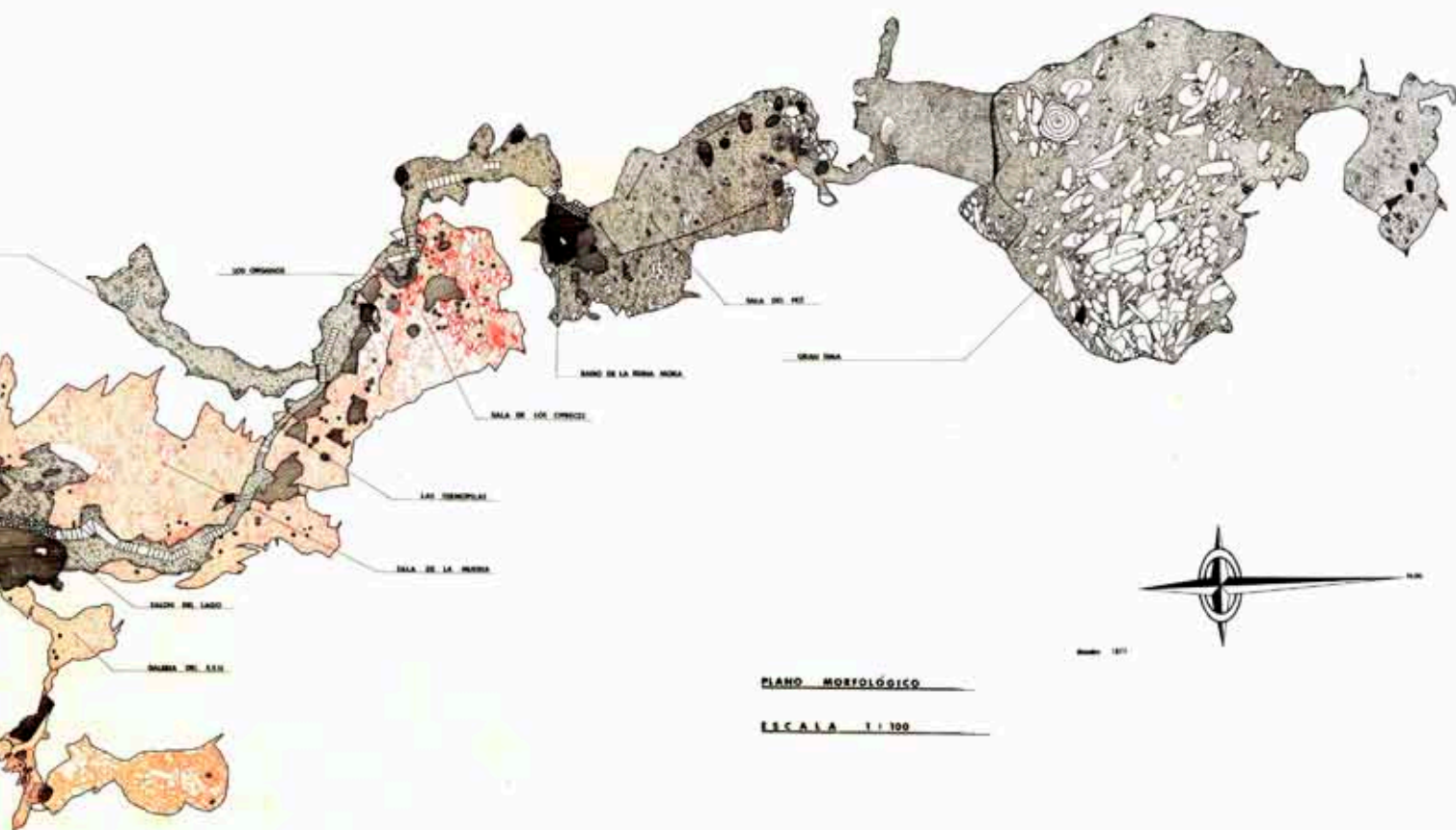
No hemos incluido aquí la estación número 16 porque en esta fecha no se realizó ninguna medición en este punto.

CUEVA DE LA PILETA

TOPOGRAFIA: SECCION ESPELEOLOGICA MARBELLÍ

◦ BENAJOJAN ◦





GALERIA PRINCIPAL (TURISTICA)

Fecha: 20.03.2011

Punto 7: NAVE CENTRAL. ENTRADA A LAS GALERIAS BAJAS.

En un gour situado en la sala conocida como Nave Central, donde se encuentra la escalera de descenso a las Galerías Bajas.

DUREZA: 0,5019 grm. Co3ca / litro.

T. AGUA: 14.9 PH: 8

Punto 8: PASO DE LAS TERMÓPI-LAS. ESTALAGMITA MICHELIN.

Termómetro de máxima y mínima situado en ella durante 4 semanas seguidas. Lectura diaria.

T. AIRE: 13,5 GRADOS (Este dato no es muy fiable pues difiere mucho del resultado obtenido con el psicrómetro. Habrá que repetir la medición con este último)

Punto 15: SALON DEL PEZ

PRESION: 710 mm.

PH AGUA: 7,5

T. AGUA: 14.5

DUREZA DEL AGUA: 0,5645 grm.

CO₃CA / litro T. ROCA: 14.6

T. AIRE: 15.9

Punto 16: BOCA GRAN SIMA

T. ROCA: 14.7°

T. aire: 15.6

GALERIA PRINCIPAL (TURISTICA)

FECHA: 10.09.2011

DATOS DEL EXTERIOR:

PRESION: 928 mm.

T. AIRE: 27.5° HUMEDAD: 55%

Punto 1: SALA DE LA ENTRADA.

T. AIRE: 18° HUMEDAD: 96.9%

HUMEDAD: 90%

Punto 7: NAVE CENTRAL. ENTRADA A GALERIAS BAJAS.

T. ROCA: 15.5° T. AIRE: 19°

HUMEDAD: 97.3%

PRESION: 930 mb

Punto 13: BAÑO DE LA REINA MORA.

T. AIRE: 17° T. AGUA: 14.9°

HUMEDAD: 93.7% PH: 7.3

DUREZA: 0.4393 grm/litro

PRESION: 697 mm T. ROCA: 15.1°

Punto 15: SALON DEL PEZ.

DUREZA DEL AGUA: 0.4601 grm/litro

PH= 7.5 T. AIRE: 17°

HUMEDAD: 93%

T. AGUA: 14.9° T. ROCA: 14.9°

PRESION: 929mm

Punto 15: LAGO DE LAS MONE-DAS. Se trata de un gour existente al fondo de la Sala del Pez.

T. AIRE: 17.5° T. ROCA: 15.4

HUMEDAD: 93%

DUREZA AGUA: 0,5437 grm/litro

PH: 7.4 PRESION: 930 mb °

GALERIA PRINCIPAL (TURISTICA)

FECHA: 26.11.2011

EXTERIOR.-

PRESION: 950 MB T. AIRE: 17,5

HUMEDAD: 70% HORA: 11,40

Punto 1: SALA DE ENTRADA O DE LOS MURCIÉLAGOS

T. ROCA: 16.5° PRESION: 950 MB

HUMEDAD: 80% HORA: 11,50

Punto 15: SALA DEL PEZ Y LAGO DE LA MONEDA

PH AGUA: 7.4-7.5 (Con aparato electrónico) Con el kit- test para medida del ph: 7.4

T. AIRE: 17-16.5 PRESION: 947 mb

HUMEDAD: 93%

DUREZA DEL AGUA: 0,5437grms / litro co3ca

Punto 9: SALON DEL LAGO

DUREZA DE AGUA: 9,4810grms/ litro de co3ca

Punto 7: NAVE CENTRAL. ENTRADA A GALERIAS BAJAS

T. AIRE: 16,5

HUMEDAD: 100%

PRESION: 946mb

Punto 4: BALCON DE TOMAS.- (Es del sector grajas)

PH SUBSTRATO SUELO: 7,2

PRESION: 946mb

T. AIRE: 16,5

HUMEDAD: Sin datos



GALERIA PRINCIPAL (TURISTICA)
FECHA: 18.02.2012

EXTERIOR: T. AIRE: 16,0
PRESION: 942mb
HUMEDAD: 61%

Punto 1: ENTRADA. SALA DE LOS
MURCIÉLAGOS
PRESION: 942mb T. AIRE: 13,5
T. ROCA: 10,6 HUMEDAD: 91%

Punto 4: FONDO SALA DEL CAS-
TILLO. ESCALERA
T. AIRE: 17,5 T. ROCA: 15,4
PRESION: 942mb
HUMEDAD: 93%

Punto 9: SALON DEL LAGO
T. AIRE: 17,0 PRESION: 942mb
HUMEDAD: 96%

Punto 10: ENTRADA PASO DEL
DEFILADERO
T. AIRE: 17,0 PRESION: 942mb
HUMEDAD: 96%

Punto 13: BAÑO DE LA REINA
MORA
T. AIRE: 17,0 PRESION: 941mb
HUMEDAD: 93%

GALERIA PRINCIPAL (TURISTICA)
FECHA: 21.11.2012

Punto 15: SALON DEL PEZ. LAGO
DE LA MONEDA
PH: 7,8

Punto 13: LAGO O BAÑO DE LA
REINA MORA
PH: 7,8 HR% DEL SUELO: 45% PH
DEL SUELO: 7

En esta ocasión se tomaron muy pocos datos en la Galería Turística porque la idea era bajar la Gran Sima y tomar los datos que faltaban de allí y que por otra parte nunca se había hecho. Y así se hizo.

DATOS TOMADOS EN DIVERSOS PUNTOS
FECHA: 15.11.2010

BOCA EXTERIOR. SIMA DE LAS GRAJAS. Datos tomados a las 12,30 horas.
COORDENADAS: 30S 0297283
UTM 4063408
LATITUD: N 36° 41.639'
LONGITUD: W 005° 16.129'
T. AIRE: 17,5° HUMEDAD: 58%

BALCÓN DE TOMÁS. SECTOR GRAJAS. Intensidad de la luz en la pared a la derecha del balcón: 50 lux

SECTOR GALERÍA PRINCIPAL (TURÍSTICA)

Punto 9. SALÓN DEL LAGO
DUREZA: 0,5645 grms/litro co3ca
PH: 7



SECTOR GRAN SIMA
FECHA: 24.11.2012

Punto 16: BOCA DE LA GRAN SIMA
T.SECA: 16°

BASE DE LA GRAN SIMA:

Punto 17: BASE GRAN SIMA. JUNTO A LA PARED
T.SECA: 19,4° HUMEDAD: 78%
PRESIÓN: 940 mb T. ROCA: 16,4°

Punto 18: ARBOL DE NAVIDAD
PRESION= 945 mb T. SECA= 18°
HUMEDAD= 82% T. ROCA=15,1°

Punto 19: JUNTO A LA PARED LATERAL IZQUIERDA
AGUA (PH)=7,7 PRESION= 940
T.SECA= 17,8 HUMEDAD= 100%
T. ROCA= 16,0°

Punto 19: DIVERTÍCULO
PRESION=945mb T. SECA= 17,9°
HUMEDAD=84%

Los Datos se han tomado entre las 19,00 y las 20,45 horas de la tarde.

SECTOR GRAJAS. SIMA DE LAS GRAJAS
FECHA: 18.12.2010

Punto 7bis: GALERIA LATERAL PRIMERA. Base del pozo en la Sima de Las Grajas. Al final de la rampa de piedras en una salita, bajando de frente, a la derecha.
TS: 16,5 TW: 15,5 T. ROCA: 13,3
PRESION: 915 MB HUMEDAD: 93,7% (*) Sala de entrada

Punto 8bis: GRAN SALA. Continuando la rampa de las piedras a partir del punto 1 y a 10 metros se llega a un lago lateral a la derecha. El lago es permanente.
TS: 17,1 T. ROCA: 13° T. AGUA: 13,6° DUREZA DEL AGUA: 0,5854 grms/litro co3ca PH AGUA: 7,8
PRESIÓN: 915 ml.

Punto 9bis: Sala Lago de Arcilla. Sala de los niveles de agua. Es un lago no permanente. El suelo es de arcilla.

TS: 16,3 T. ARCILLA: 13° PH ARCILLA: 7 T. ROCA: 13° PRESION: 915 mb

Punto 10bis: GALERIA LATERAL 2ª. En esta sala existe una salita pequeña anexa con niveles y con el suelo de arcilla.
TS: 16,7° PH ARCILLA SUELO: 6,9
T. ARCILLA: 13°

Punto 11bis: GALERÍA DE LOS SOLES. LAGO DE LA RODILLA
T. AGUA: 14,1° DUREZA DEL AGUA: 0,5246 grms/litro co3ca
PH AGUA: 7,8 T. SECA: 16,4 T. ROCA: 15,1 PRESION: 915 mb

SECTOR GRAJAS. SIMA DE LAS GRAJAS
FECHA: 19.02.2011

DATOS DEL EXTERIOR: Se tomó en el exterior de la boca artificial, no en la boca de la sima de Las Grajas.
T. AIRE: 13,5 PRESIÓN: 948 mb
HUMEDAD: 62 A 64 %

Punto 12bis: SALON DEL CORO. 2ª Al fondo de la sala 13,5 HORAS
DUREZA AGUA: 0,6063 grms/litro de co3ca PH AGUA: 7,3 T. ROCA: 13,2 T. AGUA: 13,3 TS. 16,5
HUMEDAD: 92%
En un substrato de murcielaguina: PH: 4 TEMP. Del substrato de murcielaguina: 13,4

Punto 11bis: GALERIA DE LOS SOLES. LAGO DE LA RODILLA. T. AIRE. 15,0 HUMEDAD: 96,7 DUREZA DEL AGUA: 0,4184 grms/litro de co3ca

SECTOR GALERIAS BAJAS
FECHA: 22.01.2011

DATOS DEL EXTERIOR: 16,16 HORAS T. AIRE: 7,5 PRESION: 933 mb HUMEDAD: 64%

Punto 7A: GALERIA DE LAS CABRAS MONTESAS
HUMEDAD DEL SUELO 90% PH SUELO: 7

PRESIÓN: 933 mb T. AIRE: 17,5 T. ROCA: 14,8
HORA: 11,50 HUMEDAD: 93,9%

PUNTO 7B: SALA DE LAS SERPIENTES
PRESIÓN: 934 mb T. AIRE: 16,5 T. ROCA: 14,4
Observados un díptero y un coleóptero catópido (casi seguro) en un techo muy bajo HUMEDAD: 93,4%
HORA: 12.07

PUNTO 7C: SALA ANTERIOR A LAS TORTUGAS
TEMPERATURA ROCA: 14,9 T. AIRE: 17 HUMEDAD: 93,7%
PRESIÓN: 934 HORA: 12.20

Punto 7D: SALA DE LAS TORTUGAS. EN UN GOUR CON AGUA.
T. AGUA: 14,7 DUREZA AGUA 0,4601 grms/litro co3ca.
PH AGUA: 7,8

Punto 7E: GALERIA DE LAS TORTUGAS (AL FINAL DE)
T. ROCA: 14,9 PRESIÓN: 934 mb
T. AIRE: 17,0 HUMEDAD: 96,9%

Punto 7F: LAGO AL FINAL DE LA ESCALERA DE HIERRO.
T. AGUA: 13,9 T. ROCA: 14,1 PH: 7,8 PRESION: 935
T. AIRE: 16,00 HUMEDAD: 96,7%
DUREZA AGUA 0,3349 grms/litro de co3ca

Punto 7F': SALA DEL JAMÓN 13,20 HORAS
T. ROCA: 14,5 PRESION: 936 T. AIRE: 16,5 HUMEDAD: 96,8% PH: 7,8 (EN EL GOUR PEQUEÑO) T. AGUA: 14,6

Punto 7G: SALA DE LOS NIVELES 13,40 HORAS
PRESION: 936 mb T. AGUA: 14,6 PH AGUA: 14,6 PH: 7,8 DUREZA AGUA: 0,3975 grms/litro de co3ca
T. AIRE: 16,5 T. ROCA: 14,7 HUMEDAD: 96,8%

Punto 7H: (SALA DE LA ESCALERA GRANDE) 13,52 HORAS.
PRESIÓN: 938 mb T. AGUA: 14,5 PH AGUA: 7,8

DUREZA AGUA: 0,5019 grms/litro de co3ca T. AIRE. 16,5
T. ROCA: 14,5.
HUMEDAD 96,9%
ENTOMOLOGÍA: 1 díptero (mosquito); 1 coleóptero carábido muerto en la pared; 1 coleóptero catópido – varios ejemplares–

Punto 7I: SALA DE LA PEINETA (Aquí no se había medido antes, es un nuevo punto) 14,17 HORAS
DUREZA AGUA: 0,4810 grms/litro de co3ca T. AGUA: 14,5
PH AGUA 7,8 T. AIRE. 16,5
PRESION: 937 mb T. ROCA: 14,5
HUMEDAD: 93,4%

Punto 7J: SALA DEL MANTON. EN UN GOUR 14,35 HORAS
DUREZA DEL AGUA: 0,4810 grms/litro de co3ca
T. AGUA: 14,5 PH AGUA: 7,8 PRESION: 937 mb T. AIRE. 17,0 T. ROCA: 14,5
HUMEDAD: 93,7%

Punto 7K: SALA DEL ESQUELETO 14,47 HORAS.
DUREZA DEL AGUA: 0,4601 grms/litro de co3ca T. AGUA. 14,4
PH: 7,7 PRESIÓN: 937
T. AIRE: 16,5 T. ROCA. 14,4
HUMEDAD: 93,4%

Punto 7L: SALA DEL CIPRÉS Y TRONCO DE LA PALMERA
DUREZA DEL AGUA: 0,4393 grms/litro de co3ca T. AGUA: 14,3
PH AGUA: 7,6 PRESION: 937 mb
T. AIRE: 16,5 T. ROCA: 14,3
HUMEDAD: 93,4% 15,10 HORAS

SECTOR GALERIAS BAJAS
FECHA: 28.05.2011

EXTERIOR: A LAS 11,15 HORAS.
PRESIÓN: 704 mm T. AIRE: 24,8°

SALA DE ENTRADA: HORA: 15:15
T. AIRE: 17,0° T. HUMEDA: 16,0°
HUMEDAD: 93%
PRESION: 750 mm

Punto 7A: GALERÍA DE LAS CABRAS:
HR% DEL SUELO: 30% /50%

/50% /70% PRESION: 702mm T. AIRE: 17,5° HR: 93%

Punto 7B: SALA DE LAS SERPIENTES: HORA: 12,00
PRESION 702mm T. AIRE: 16,5°
HR: 93% T. ROCA: 14,3° DUREZA DEL AGUA (gour entrada acceso a la sala de las serpientes, en la escalera, bajando a la derecha). El dato es 0,3975 GRM/LITRO DE CO3CA. PH=7,8

Punto 7C: No se han tomado datos porque se encuentra situado muy próximo al anterior y no se ha considerado necesario.

Punto 7D: SALA DE LAS TORTUGAS (En los gour, al fondo de la galería).
HORA: 12:15 T. ROCA: 14,7° T. AIRE: 17,0 HR: 93%
PRESION: 703 mm

Punto 7E: LAGO AL FINAL DE LA ESCALERA. HORA: 12,35
PRESION: 704mm T. AGUA: 13,9°
T. AIRE: 16,5° PH: 7,8 DUREZA AGUA: 0,3766 grm/litro CO3CA
T. ROCA: 14,0° HUMEDAD: 93%

Punto 7F: SALA DEL JAMON
HORA: 12,52
T. ROCA: 14,6° PH=7,8
T. AIRE: 17,0° PRESION: 705mm
HR: 93%
T. AGUA: (En un gour pequeño): 14,6° HUMEDAD: 93%

Punto 7G: SALA DE LOS NIVELES
HORA: 13,05
PRESION: 705mm T. AGUA: 14,6°
PH: 7,8 DUREZA AGUA: 0,4184 grm/litro CO3CA T. AIRE: 17,5°
16,5° T. ROCA: 14,8°
HUMEDAD: 93%

Punto 7H: SALA DE LA ESCALERA GRANDE HORA: 13,20
PRESION: 705mm T. ROCA: 14,5°
PH: 7,8 HUMEDAD: 96% T. AGUA: 14,5° DUREZA AGUA: 0,5019 grm/litro DE CO3CA
T. AIRE: 16,5°

Punto 7I: SALA DE LA PEINETA
HORA: 13,35

T. ROCA: 14,6° PRESION: 705mm
PH= 7,8 DUREZA AGUA: 0,5228 grm/litro co3ca T. AGUA: 14,5°
HUMEDAD: 93% T. AIRE: 17°

Punto 7J: SALA DEL MANTON
HORA: 13,50
PRESION: 705mm AGUA BAÑO DE LAS HADAS DUREZA: 0,5228 grm/litro co3ca PH: 7,8
T. AGUA: 14,5°) T. AIRE: 17,5°
HR: 88% T. ROCA: 14,5°

Punto 7K: SALA DEL ESQUELETO Y DEL JARDIN. HORA: 14,05
DUREZA AGUA: 0,4393 grm/litro de co3ca T. AGUA: 14,4°
PH= 7,8 PRESION: 705 mm
HR SUELO: 65% T. ROCA: 14,4° T. AIRE: 16,5° HUMEDAD: 93%

Punto 7L: SALA DEL CIPRES Y TRONCO DE LA PALMERA
HORA: 14:30 PRESION: 705 mm
T. ROCA: 14,3° T. AIRE: 16,5° HUMEDAD: 96%
T. AGUA (En un gour pequeño): 14,3° PH=6,9 HR SUELO: 100%

ZONA EXTERIOR A LA BOCA: (A la salida, 15,00 HORAS)
PRESION: 700 mm T. AIRE: 28°
HUMEDAD: 49%

SECTOR GALERIAS BAJAS
FECHA: 20.10.2011

Punto 7L: SALA DE LA MANTILLA (Junto al tronco de la palmera) T. AGUA GOUR DERECHO: 16° T. AGUA GOUR SALA FINAL: 15,2°
T. AIRE: 17°

Punto 7K: SALA DEL ESQUELETO Y DEL JARDIN (a 10 metros del esqueleto) T. AGUA: 15,2
T. ROCA: 15,2° T. AIRE: 17°

Punto 7F: SALA LAGO DE LAS HADAS (Lago de Las Hadas)
DUREZA AGUA DEL LAGO: 0,4601 grm/litro
T. AGUA: 15,3
T. AIRE: 17° T. ROCA: 15,4°

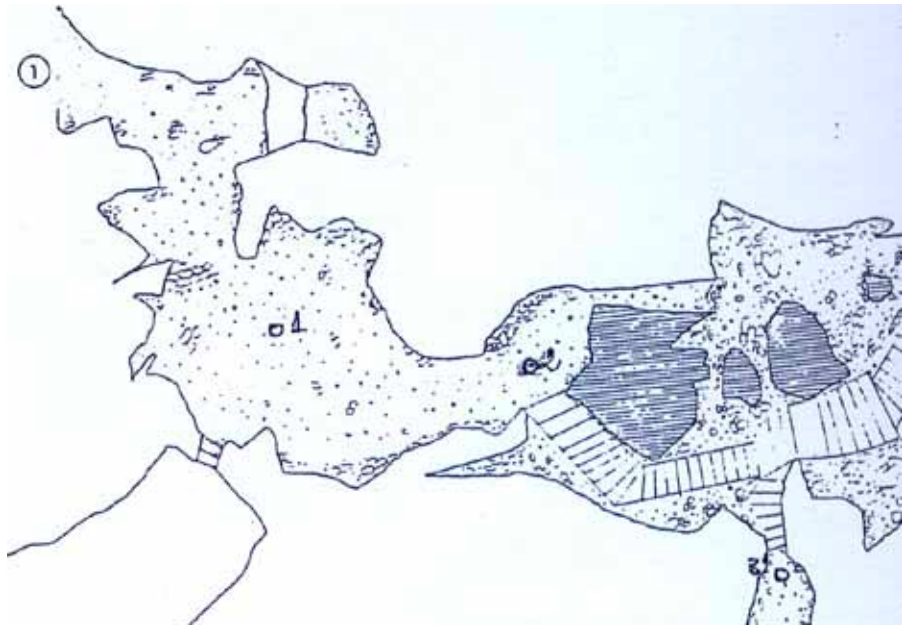
Punto 7D: SALA DE LAS TORTUGAS.

T. AIRE: 17.5°

Punto 1: SALA ENTRADA
T. AIRE: 18°

LUGAR: EXTERIOR
T. AIRE: 20° HORA: 13.55

En relación a los datos tomados en La Pileta en los años 2010, 2011 y 2012, hay que decir que no se han tomado en la Galería del S.E.U y la nueva galería descubierta hace algunos años en la pared de la Gran Sima.



Zona de entrada a la Pileta por su boca artificial. En ella están situadas las estaciones 1, 2, 3 y 3 bis. Comprende la sala de Entrada, la de las Vacas y la de los Murciélagos. Topografía de la S.E.M



En la parte inferior de la topografía, Sector Grajas con las estaciones 4 bis, 5 bis, 6 bis, 7 bis, 8 bis, 9 bis y 10 bis. Topografía de la S.E.M



Arriba Galería Turística y abajo a la izquierda Salón del Coro del Sector Grajas y a la derecha parte de las salas de las Galerías bajas. Topografía de la S.E.M



Abajo parte de las Galerías Bajas y arriba inicio de la zona

+ 58m

Topografía	Fecha	Nombre	Apellido
Dibujo	17 VIII 71	Federico	Ramírez
	26 VIII 71	"	"

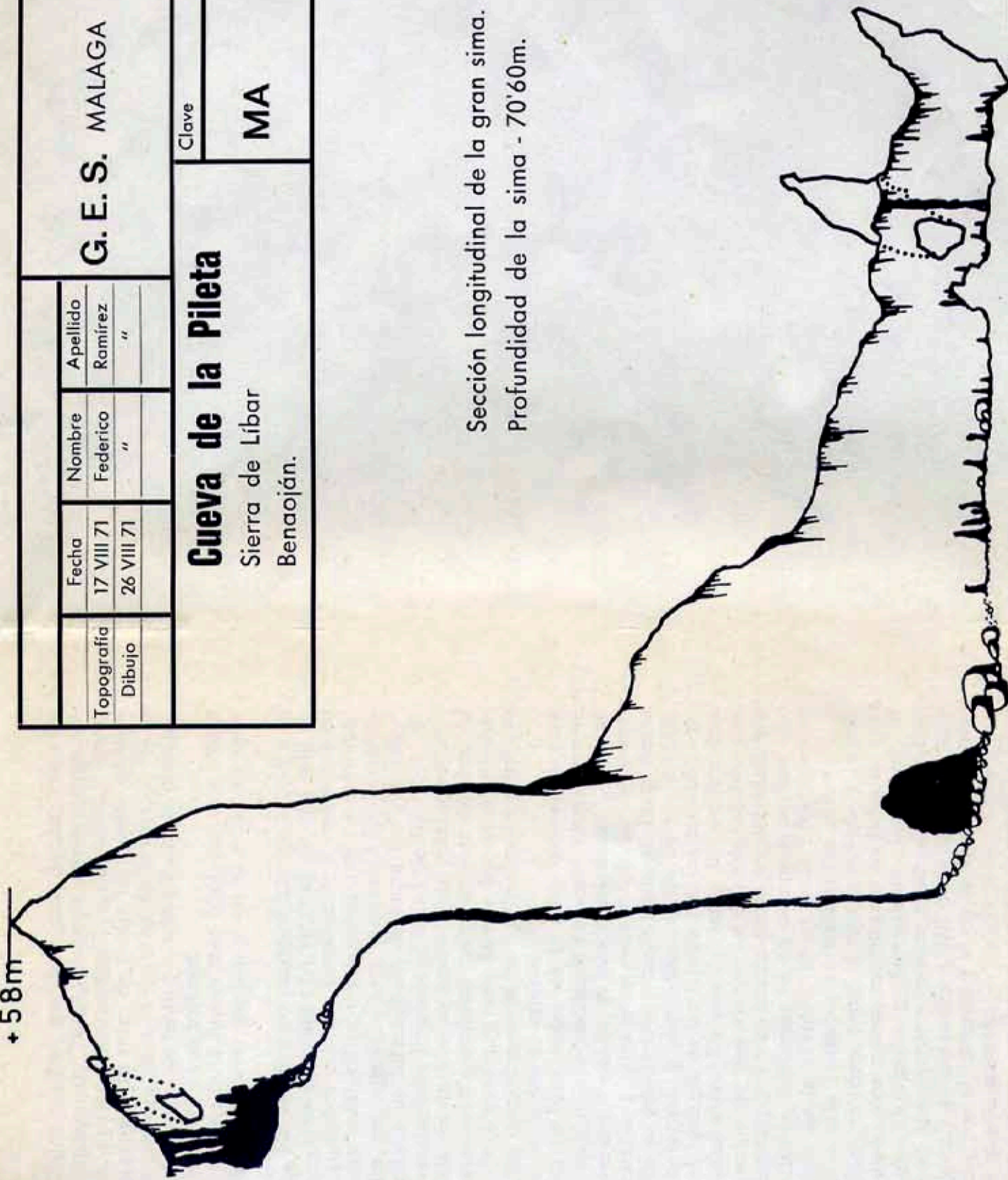
Cueva de la Pileta
Sierra de Líbar
Benaolán.

Clave

MA CS

G. E. S. MALAGA

Sección longitudinal de la gran sima.
Profundidad de la sima - 70'60m.

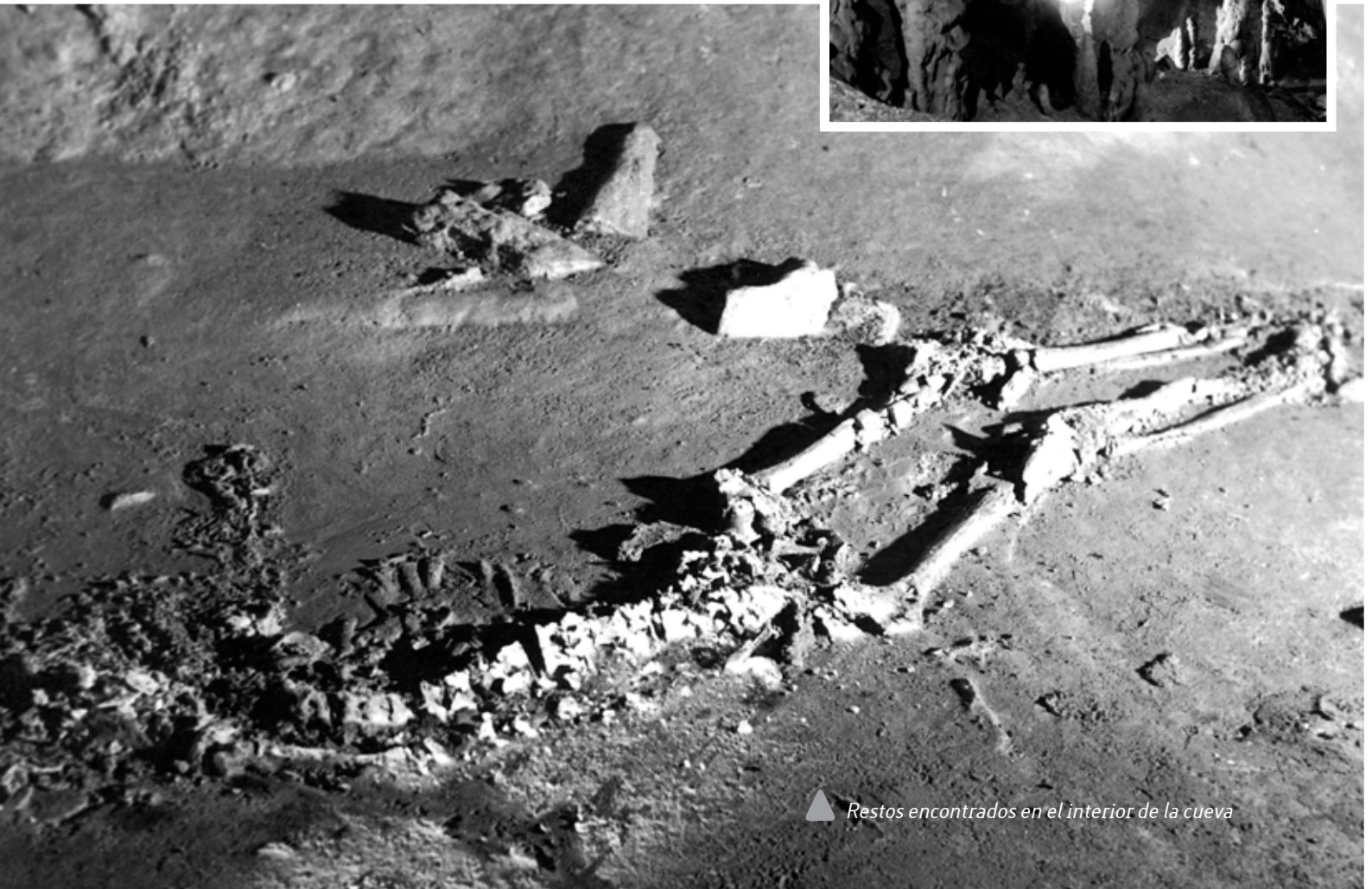
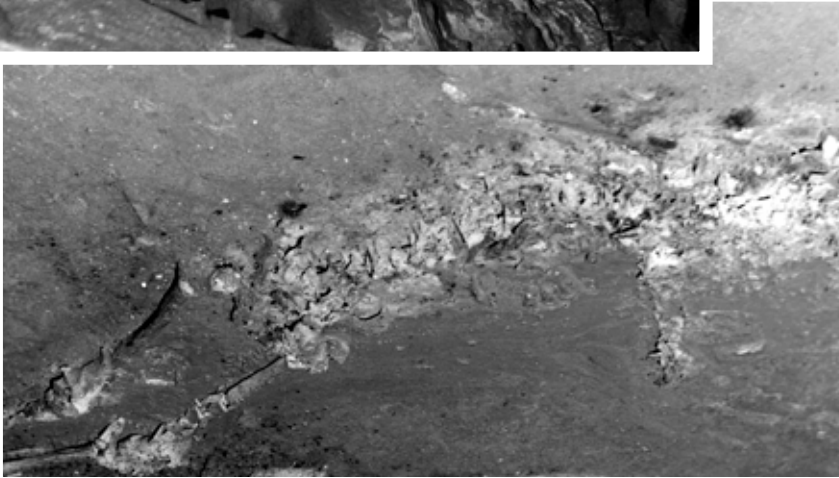


- 12'60

▼ Interior de La Pileta, con algunos de los primeros visitantes.
Foto: Cuca Martínez



▼ Cueva de La Pileta. Sector Sima de las Grajas. Participantes en El IV Campamento Nacional de Espeleología. Agosto de 1971.



▲ Restos encontrados en el interior de la cueva

Manuel Wallace superando el pozo de la Sima de las Grajas.



Emilio López y José Tomás Bullón. Lago en la Sima de las Grajas. Foto: Loreto Wallace Moreno



Lago en el sector Sima de Las Grajas. Foto: Loreto Wallace Moreno

PARTE III

A.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS (I)

La cueva de La Pileta presenta, al menos, tres sectores bien diferenciados: la Galería Turística, las Galerías Bajas y la sima de Las Grajas; a estos tres podríamos añadir la Gran Sima, aunque preferimos incluirla en el primer sector, y la nueva galería descubierta no hace muchos años a una cierta altura de la pared que conforma la Gran Sima. De estos sectores, como consta en este trabajo, se habían tomado datos de una manera exhaustiva en el primero y el tercero, pero no en los demás. Ciertamente me resulta extraño que no se tomaran en las Galerías Bajas, sector que es muy importante por sus dimensiones y la existencia de pinturas y una fauna que habrá que estudiar y que parece ser interesante.

La existencia de datos climáticos correspondientes a la Galería Turística y la sima de Las Grajas desde los años setenta nos ha permitido observar la evolución del sistema en base a los parámetros medidos; en el caso de las Galerías Bajas los datos de los años setenta son muy escasos (sólo una toma en 1976) aunque si se tomaron datos en los años noventa, pero de una manera muy fragmentaria, por lo que en estos últimos años hemos sido más exhaustivos. Es evidente que hubiera sido interesante prolongar la toma de datos para obtener un resultado basado en una mayor cantidad de estos, pero creemos que los resultados muy probablemente no habrían variado sustancialmente.

Por otro lado sí es cierto que habría sido importante medir la cantidad de CO_2 presente en la atmósfera hipogea de La Pileta, pero no hemos dispuesto del instrumental para tal labor y escapaba a nuestras posibilidades la adquisición de uno por su alto precio. La cantidad de anhídrido carbónico presente en las cavidades

turísticas sometidas a un régimen de visitas y con pinturas rupestres en las mismas, es muy importante a la hora de tomar decisiones sobre el número de personas que pueden visitarlas y la forma en que se deben efectuar tales visitas.

B.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS (II)

b.1 Sector Sima de Las Grajas

Ya me he referido antes al hecho de que la entrada natural de La Pileta es la que da lugar a la sima de Las Grajas; hay otra entrada pequeña que conduce a la sala conocida como Cueva de las Vacas pero hoy se encuentra cerrada con una reja. Posteriormente, al abrirse la boca por donde se accede al interior de la cavidad para efectuar su visita, se produjo una alteración en la circulación de las masas de aire en toda la zona que comprende la sala de entrada, la galería de los murciélagos y la galería por la que se accede a la sima de Las Grajas. Actualmente hay dos puntos donde se comprueba de una manera más evidente la existencia de una corriente de aire: la boca abierta para las visitas y la galería de acceso a la sima.

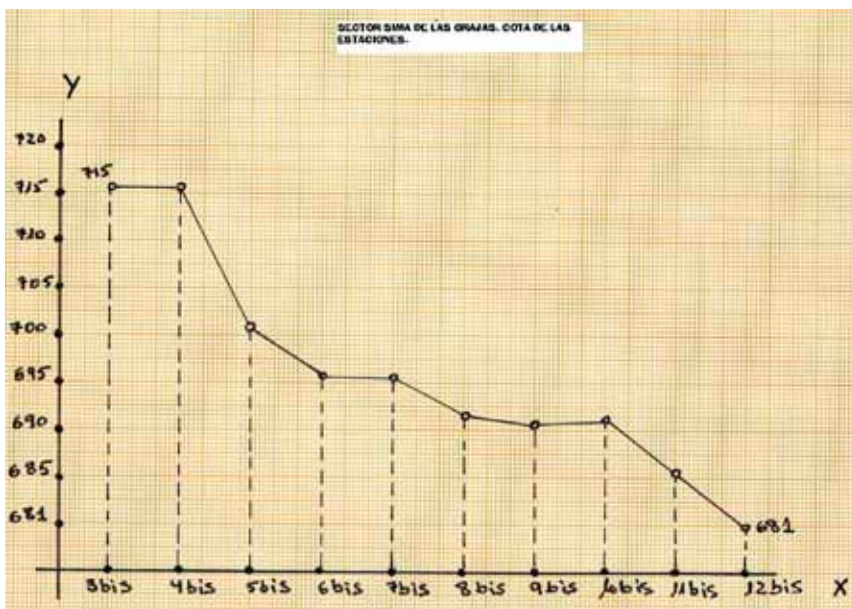
En verano se aprecia que esa corriente de aire circula, la mayoría de los días, desde la sima de Las Grajas hacia la galería de acceso a la misma, atraviesa la galería de los Murciélagos y la sala de entrada, saliendo al exterior por la boca de acceso a la cavidad; este tipo de circulación va a depender, naturalmente, de la dirección del viento en el exterior de la de la cavidad. En la galería de acceso a Las Grajas existe un punto donde esta se estrecha, produciéndose un incremento en la velocidad del aire a causa del llamado "efecto Venturi"; toda la zona comprendida entre la boca y el acceso a la galería que conduce a Las Grajas presenta

en verano un fuerte estado de desecación, desecación que es mayor en la Galería de los Murciélagos. No tenemos constancia de que se haya capturado ningún ejemplar de fauna hipogea en esta zona, lo cual es lógico: en las cavidades, en aquellas zonas donde existe una corriente de aire, no hay presencia de fauna.

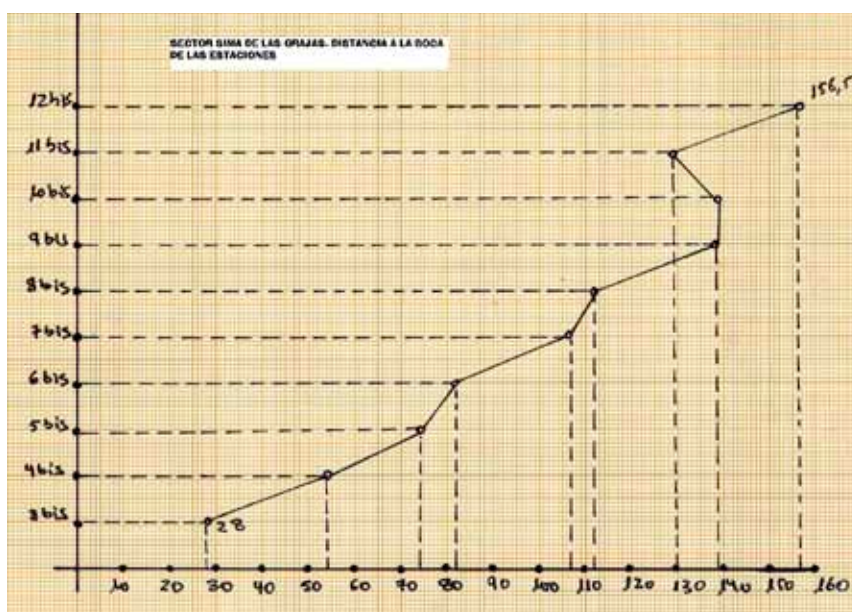
Todo este sector se encuentra muy influenciado por las condiciones climatológicas del exterior, tanto en lo que se refiere a las temperaturas como a la humedad, produciéndose una fuerte oscilación entre el verano y el invierno. Un factor a tener en cuenta es que la sala de la entrada recibe el impacto de los visitantes que se aglomeran en la misma antes de empezar la visita; a esto tenemos que añadir que es precisamente en esta sala donde se prepara el sistema de iluminación que se va a utilizar durante la visita, que hasta hace muy poco tiempo ha sido mediante lámparas que reciben el nombre de "petromax", las cuales producen una gran cantidad de calor.

En la gráfica de la siguiente página podemos ver la cota de las diferentes estaciones climáticas situadas en este sector. La boca de entrada para las visitas a Pileta se abre a 711 m s.n.m; la primera estación de este sector (3bis) se encuentra a 715 metros y la última (12bis), situada en la Sala del Coro, a 681 metros; por lo tanto el desnivel del sector es de 34 metros.

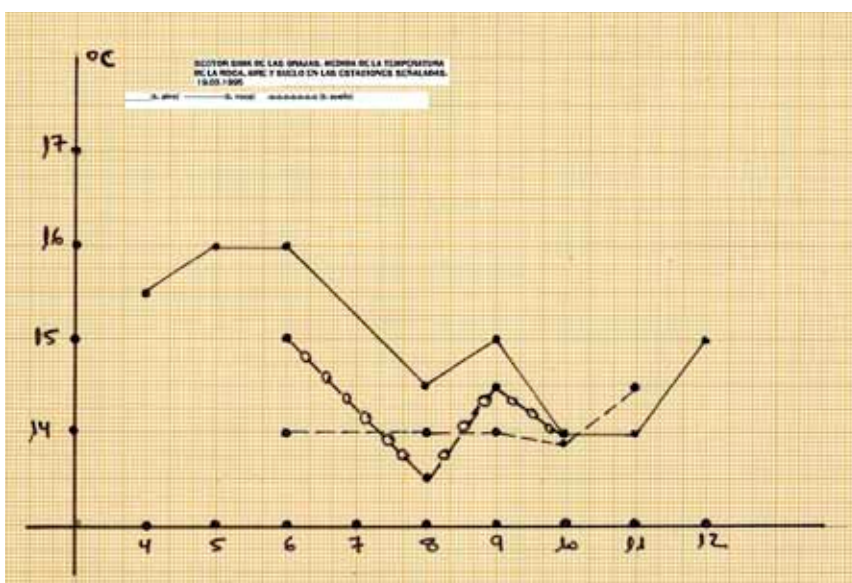
La galería de acceso a Grajas nos conduce al llamado Balcón de Tomás, desde el que podemos ver una gran sala iluminada por la luz del sol que entra por la boca de la sima; la pared de la izquierda se encuentra colonizada por algas al recibir directamente esta iluminación con una intensidad de 50 lux. Desde este punto tenemos una caída vertical de unos 15 metros que nos deja en lo alto de una rampa formada por un



Cota de las estaciones en la Sima de las Grajas la derecha parte de las salas de las Galerías bajas. Topografía de la S.E.M



Distancia de las estaciones a la boca artificial. Sector Grajas Galerías bajas. Topografía de la S.E.M



Gráficas de los parámetros. Sector Grajas

cono de derrubios, por el que se baja 5 metros más; el desnivel total es por lo tanto de 20 metros.

Este sector tiene varias zonas que se inundan con las lluvias de Otoño e Invierno, formando pequeños lagos y llenando algunos gours que existen entre el paso de la Galería de los Soles y el Salón del Coro. En una sala de forma circular encontramos el llamado Lago de Arcilla en el que se ha localizado las especies más interesantes de la fauna cavernícola de La Pileta a excepción del pseudoescorpión.

En la segunda gráfica (izquierda), podemos ver la distancia de las diferentes estaciones del sector a la boca (la boca utilizada para las visitas); la estación 3bis se encuentra a 28 metros y la 12bis a 160 metros.

Veamos la gráfica de abajo:

Como podemos ver, los datos se tomaron en la Primavera de 1995, concretamente el día 19 de marzo; se midió la temperatura de la roca, del aire y del suelo. Las estaciones son las mismas que las de los años 2000, correspondiendo la 4 con la 4bis y así sucesivamente. La temperatura del aire oscila entre los 16° en la estaciones 5 y 6 (base del pozo de la sima y cono de derrubios) y los 14° de las estaciones 10 (Galería de los Soles) y 11 (entrada al salón del Coro).

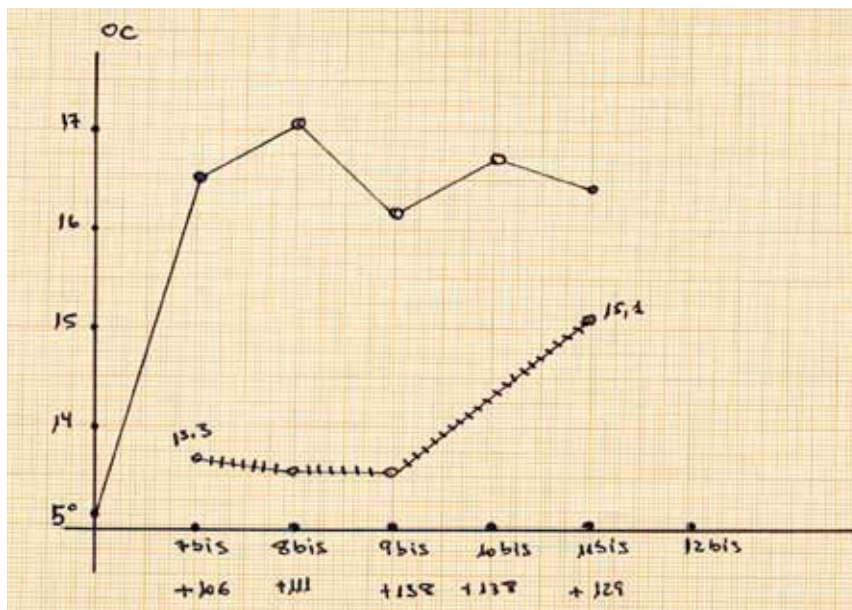
Si comparamos estos datos con los tomados en los años 1977 a 1979, vemos que hay una cierta variación; no podemos sacar una conclusión concreta sobre el particular ya que en 1995 no se midió la temperatura en el exterior y, por otro lado, en los años anteriores citados se hizo un seguimiento de la temperatura del aire durante todo el año, por lo que el resultado es más completo. Otra cuestión diferente es que no sabemos la ubicación de las estaciones y cuantas se situaron en este sector. En aquellos años se indica una temperatura que oscila entre los 12° a la entrada del sector en los meses de

febrero y marzo (Invierno) y los 16° desde junio a septiembre (Verano). Curiosamente enero no registra la temperatura más fría, quizás porque ese año no fue el mes más frío, algo que no suele ser normal.

Por otro lado, la gráfica de la temperatura del aire según los datos tomados en esa fecha de marzo de 1995 se nos muestra en forma de "dientes de sierra", lo que evidencia la influencia de las condiciones climáticas del exterior en esta zona de la cueva. Un dato muy interesante a tener en cuenta son los 20° alcanzados en agosto de 1979 en este sector. De acuerdo con esta gráfica, podemos ver que la temperatura de la roca es prácticamente estable en todo el sector, situándose en los 14° y subiendo hasta los 14,5° en el Salón del Coro. Esto no nos puede sorprender, pues la roca tiene una gran estabilidad térmica. En cuanto a la temperatura del suelo, muestra una menor estabilidad, pues varía entre los 15° en la estación 6 situada en la base del cono de derrubios y los 13,5° de la estación 8 situada en la Gran Sala; suponemos que se puede deber a que su composición varía pues en algunas zonas es arcilloso y en otras rocoso.

En los años dos mil, y como ya hemos indicado, se tomaron datos en dos fechas diferentes: 18 de diciembre de 2010 y 19 de febrero de 2011. La gráfica de arriba corresponde a la primera fecha. En esta gráfica no están representados los valores de la humedad: el psicrómetro para la medida de la misma sufrió un accidente al principio de la jornada y se rompió. Sólo se efectuó una medida.

Tenemos que decir que el día de la fecha fue, climatológicamente hablando, uno de los peores que he conocido en esta zona de la Sierra de Libar, con lluvia muy intensa, un viento muy fuerte, y una niebla que no permitía desde la entrada de la cueva ver el valle ni las montañas circundantes. En la sala de la entrada y la Galería de los Murciélagos se apreciaban importantes filtraciones.



Gráfica de los parámetros. Sector grajas

Si nos fijamos en la gráfica vemos que la temperatura en el exterior era de 5° centígrados; en la estación 7bis, situada al final del cono de derrubios a 15 metros de profundidad, la temperatura asciende hasta los 16,5 grados centígrados debido al propio equilibrio termodinámico del sistema y a pesar de la influencia que tienen las condiciones climatológicas exteriores en este sector de la cavidad. La humedad aquí era del 93,7%. En el punto 8bis, situado en la Gran Sala a unos 23 metros de profundidad, la temperatura subía hasta los 17° que es el valor máximo que hemos medido. A partir de aquí mostraba unas ligeras oscilaciones bajando hasta 16,2° en el punto 9bis, que es el valor más bajo que hemos medido.

La temperatura de la roca presentaba unos valores que oscilaban entre los 13,° en la estación 7bis y los 15,1° en la 11bis situada entre el final de la Galería de los Soles y la entrada del Salón del Coro, apreciándose claramente la influencia externa en la primera estación y el equilibrio del sistema en sus zonas más alejadas de la boca. La temperatura en los lagos y gours existentes oscilaba entre los 13,6° del Lago de Arcilla y los 14,1° de los lagos pequeños de la Galería de los Soles.

El ph del agua en los dos puntos medidos nos dio una lectura de 7,8; es un valor casi neutro, muy ligeramente básico. Para que la medida sea exacta la muestra de agua tiene que estar a una temperatura de 25° centígrados, lo que no era el caso; sabemos que a distintas temperaturas el valor del ph neutro puede variar debido a la constante de equilibrio del agua. El ph de la arcilla nos dio una lectura de 6,9 para una temperatura de 13° centígrados. En cuanto a la dureza en el primer lago nos dio una lectura de 0,5854 grms/litro de co3ca, y 0,5246 grms/litro de co3ca en el lago de la rodilla, lo que nos permite clasificarla dentro de las aguas duras.

En la segunda visita el día 19 de febrero de 2011 se tomaron datos sólo en dos puntos: 11bis y 12bis. La temperatura en el exterior de la cavidad era de 13,5°, siendo la humedad del 63%. En el punto 11bis, la temperatura ambiente era de 15°, inferior en 1,4° al dato obtenido en diciembre, y la humedad del 96,7%. En el punto 12 bis (Salón del Coro) la temperatura era de 16,5° y la humedad del 92%.

La dureza obtenida en el agua del lago del Salón del Coro nos dio una lectura de 0,6063 grms/litro de co-

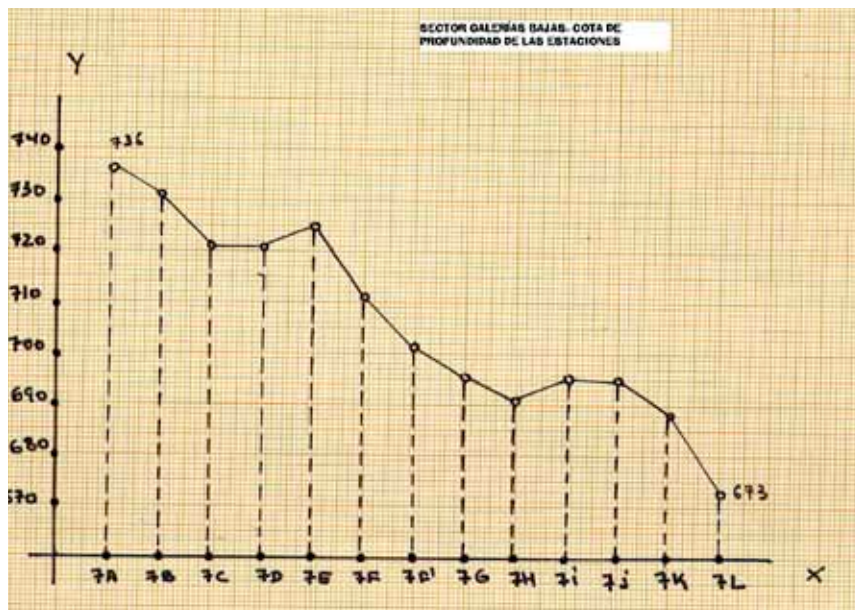
3ca, que es una medida demasiado alta. Pero en esta zona existe una importante descalcificación que afecta al agua del lago y que pensamos es la causa de esta medida tan alta. El lago de La Rodilla nos dio una medida de 0,4184 grms/litro.

b.2 Sector Galerías Bajas

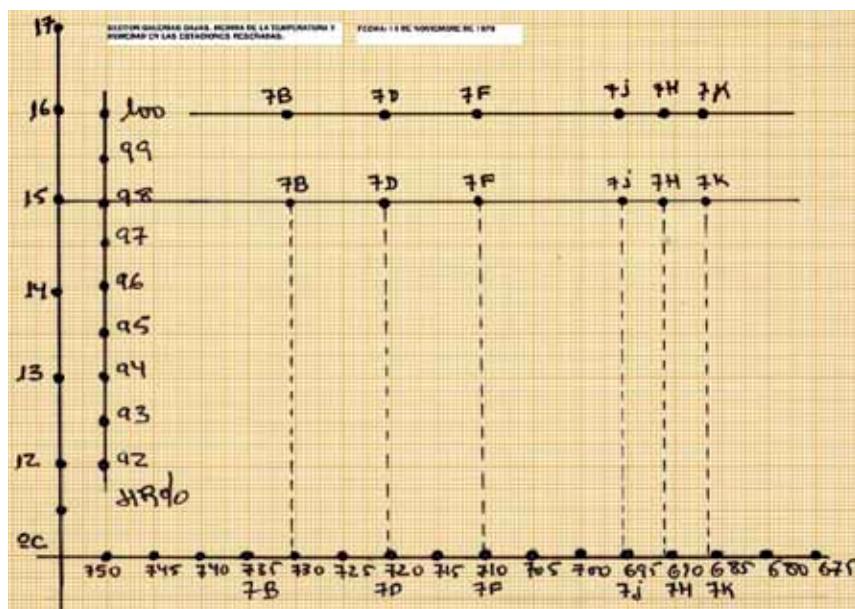
El sector denominado Galerías Bajas está formado por una galería descendente que a su vez se constituye por una serie de pozos y salas de mayor o menor dimensión; en él se alcanza la mayor distancia a la boca de entrada: 321 metros. ES igualmente donde se alcanza la mayor profundidad de la misma pues, de acuerdo con los datos de Juan Mayoral, la sala del Tronco de la Palmera se encuentra a la cota de 673 metros siendo inferior a la de la sala del Divertículo en la Gran Sima, que se encuentra a una cota de 698,4 metros. Creemos no obstante que habría que revisar estos datos, sobre todo el de la sala del Tronco de la Palmera.

La visita turística a la cueva de La Pileta no incluye las Galerías Bajas; su recorrido entraña una mayor dificultad que la Galería Principal pues nos encontramos con unos mayores desniveles en los escalones tallados en el suelo rocoso; igualmente hay que bajar algunos pozos por medio de escaleras de hierro ancladas al suelo y la boca de los mismos, lo que puede suponer un riesgo a niños y personas mayores o con alguna dificultad física. A todo esto debemos añadir que es el sector más húmedo de la cavidad, que hay abundantes filtraciones y además algunas zonas se inundan con las lluvias de otoño e invierno.

Según la información de la que se disponía, en el trabajo realizado por Pedro Romero Zarco no aparecían datos climáticos tomados entre 1977 y 1979 en el sector de las Galerías Bajas, lo que habría sido muy interesante a la hora de hacer un seguimiento evolutivo. Si dispusimos de los datos tomados por mí junto con



Cota de las estaciones. Sector Galerías bajas

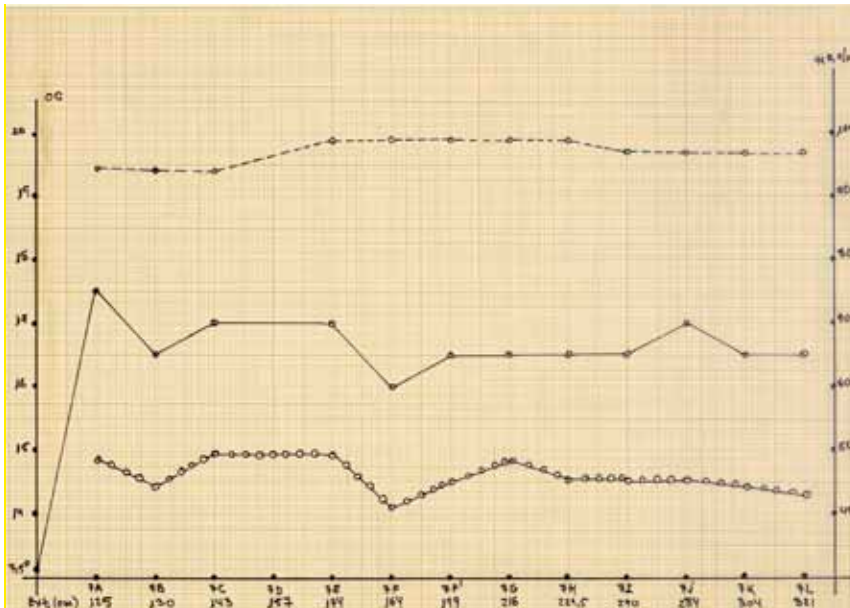


Gráfica de los parámetros. Sector Galerías Bajas

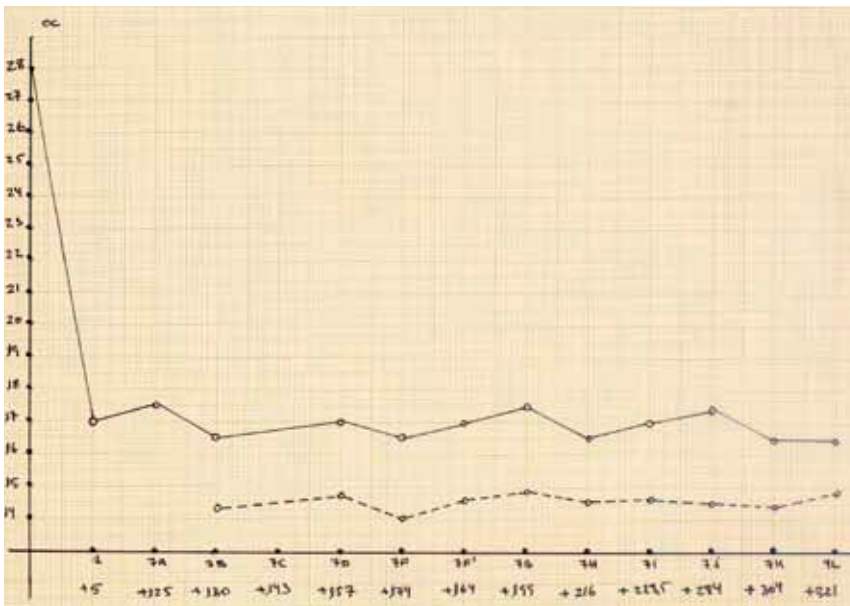
José Enrique Sánchez Pérez y José Bullón en 1976.

Los datos se tomaron el día 14 de noviembre de 1976; son datos referidos únicamente a 6 estaciones, pero abarcan prácticamente todo el recorrido del sector; llama la atención la uniformidad de los mismos pues la humedad permanece estable en todas las estaciones (100% en todas), lo mismo que la temperatura (15°). No se midió la temperatura del agua ni de la pared o ni tampoco del suelo.

En marzo de 1996, concretamente el día 24, durante una breve visita se midieron algunos parámetros en este sector de la cavidad, pero sólo en tres estaciones: Salón de la Peineta (7I), Sala del Ciprés (7L) y sala del Lago de Las Hadas (7F); en la estación 7I la temperatura ambiente era de 14,8° siendo de 14,5° en la 7L; sin embargo la medida en la estación 7F nos arrojó un resultado de 17°, es decir más de 2 grados de diferencia con la otras. Este dato se aproxima más a los que hemos tomado posteriormente en los años



Gráfica de los parámetros. Sector Galerías Bajas



Gráfica de los parámetros. Sector Galerías Bajas

dos mil, en los que no hemos vuelto a medir temperaturas “tan bajas” como los 14,5° de la Sala de los Cipreses. La temperatura del agua de los lagos permanecía estable en torno a los 14° y el ph en 7,8.

Observemos la gráfica superior; como se indica en ella los datos se tomaron el 22 de enero de 2011; si nos fijamos en la temperatura del aire vemos que en el exterior era de 7,5° centígrados. A partir de aquí la temperatura asciende (lógico, porque

estamos en enero) hasta alcanzar los 17,5° en la llamada Galería de las Cabras Montesas (estación 7A). Desde este punto la temperatura se mantenía entre los 17° (estaciones 7C, 7E y 7J) y los 16° de la estación 7F, que es el valor más bajo medido. La media de la galería estaría en los 16,5°. La temperatura de la roca oscilaba entre los 14,9° (Estación 7C) y los 14,1 (estación 7F).

En relación a la humedad partimos de un valor del 64% en el exterior;

desde este punto, su valor aumentaba rápidamente cargándose el aire de toda su humedad hasta alcanzar los 93,9% en la estación 7A, situada a 125,5 metros de la boca de acceso. Desde esta estación la humedad se estabiliza en valores que oscilan entre los 93,4% y los 96,9% que es el valor más alto, medido en la estación 7H (Sala de la Escalera Grande).

Los datos reflejados en la gráfica inferior se tomaron el día 28 de mayo de 2011. A partir de los 28° medidos en el exterior, la temperatura desciende rápidamente hasta los 17° en la sala de la entrada, debido al propio equilibrio termodinámico del sistema; la diferencia en este punto con el exterior es de 11°. En la estación 7ª situado a la entrada del sector, la temperatura es de 17,5°. A partir de aquí la temperatura va a oscilar entre los 16,5° y los 17,5°, lo que nos da una idea de su uniformidad. La temperatura de la roca, siempre más baja, va a experimentar una oscilación muy pequeña, moviéndose entre los 14° en la estación 7F y los 14,8° de la estación 7G.

La gráfica superior (página siguiente) corresponde a las variaciones de la humedad y la temperatura del agua en este sector; cuando se tomaron los datos, la humedad en el exterior era del 49%. En la sala de la entrada, a 5 metros de la boca, la humedad subía hasta alcanzar el valor del 93%. A partir de aquí el aire se carga de toda su humedad experimentando muy poca variación y oscilando entre el 96% de la estación 7H (Sala de la escalera grande) y el 88% de la estación 7J (Sala del Mantón), aunque en la mayoría de las estaciones es del 93%.

En cuanto a la temperatura del agua de los lagos y gour, oscilaba entre 13,9° del lago situado al final de la escalera y los 14,6° de la Sala de los Niveles y Sala del Jamón (gour pequeño), siendo la media de 14,5°, que es el dato que más se repite. El ph de los lagos y gour se mantiene estable en 7,8, bajando a 6,9 en un gour de la Sala del Ciprés y Tron-

co de la Palmera. La dureza llega a ser elevada oscilando entre 0,3766 grms/litro de co3ca del lago situado al final de la escalera y 0,5228 grms/litro de co3ca del Baño de las Hadas.

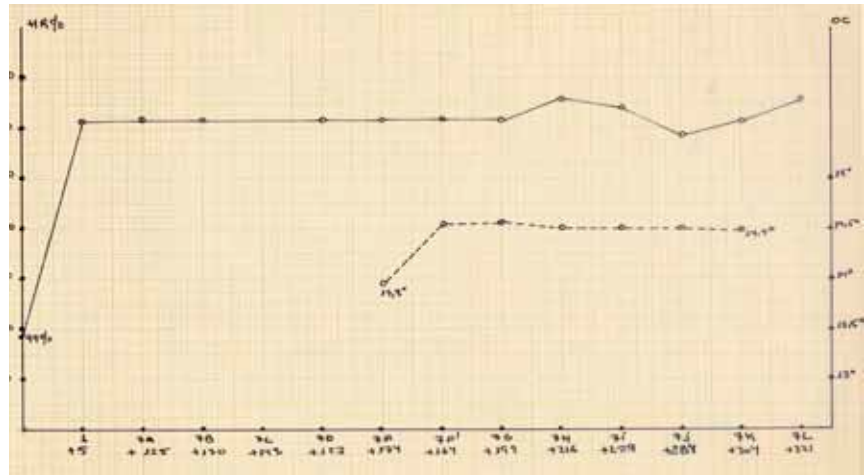
El 20 de octubre de 2011 se volvió a bajar a las Galerías Bajas para reparar algunos datos y proceder a una nueva toma, no exhaustiva, en algunas de las estaciones del recorrido; en concreto se midieron algunos parámetros en las estaciones 7L, 7K, 7F y 7D. Los datos tomados difieren de los medidos en mayo de ese mismo año, aunque no de una manera significativa (gráfica central).

En las tres primeras estaciones, la temperatura era de sólo medio grado inferior ($16,5^{\circ}$) a las anteriormente tomadas; en la estación 7D también (17°); esto nos indica la estabilidad del sistema a esta distancia de las bocas. Más significativa es la diferencia en los datos de la temperatura del agua; en esta ocasión los valores resultantes eran superiores a los anteriores, destacando la estación 7L que con 16° superaba en $2,7^{\circ}$ ($14,3^{\circ}$) la medida obtenida en la anterior toma de datos. La dureza del agua, sólo se midió en el Lago de las Hadas y dio como resultado 0,4601 grms/litro es decir, agua dura.

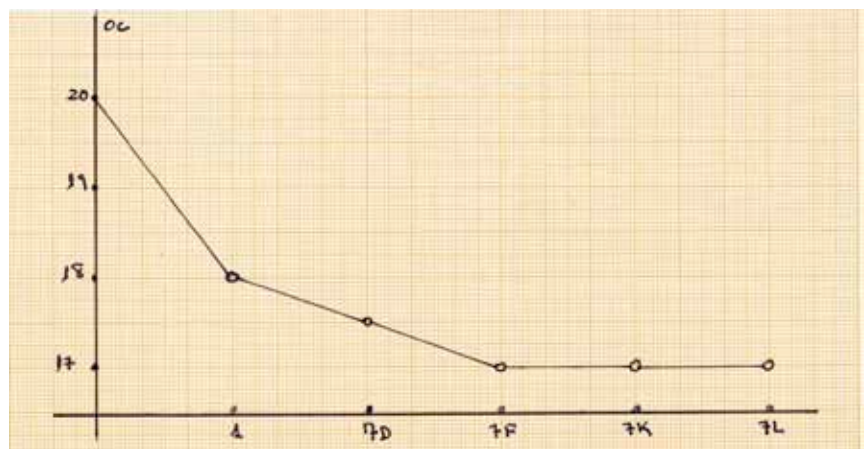
La temperatura de la roca en las estaciones 7F y 7K era un grado superior ($15,4^{\circ}$ y $15,2^{\circ}$) en las estaciones antes citadas. No se tomaron en esta ocasión datos de temperatura y humedad del suelo.

b.3 Sector Galerías Turísticas

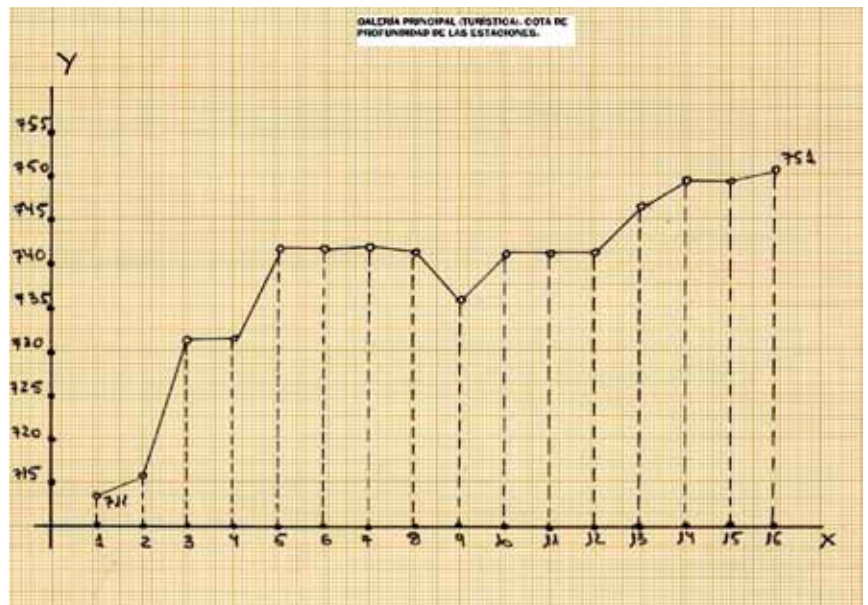
Lo podríamos, en cierto sentido, considerar como el más importante de La Pileta porque es el más visitado con diferencia de los tres, y porque es donde se encuentran las pinturas más importantes. En realidad se trata de una galería que se ensancha en algunas zonas dando lugar a salas de mayor o menor dimensión y en otras se estrecha dando lugar a pasos angostos como el conocido "paso de Las Termópilas".



Gráfica de los parámetros. Sector Galerías Bajas

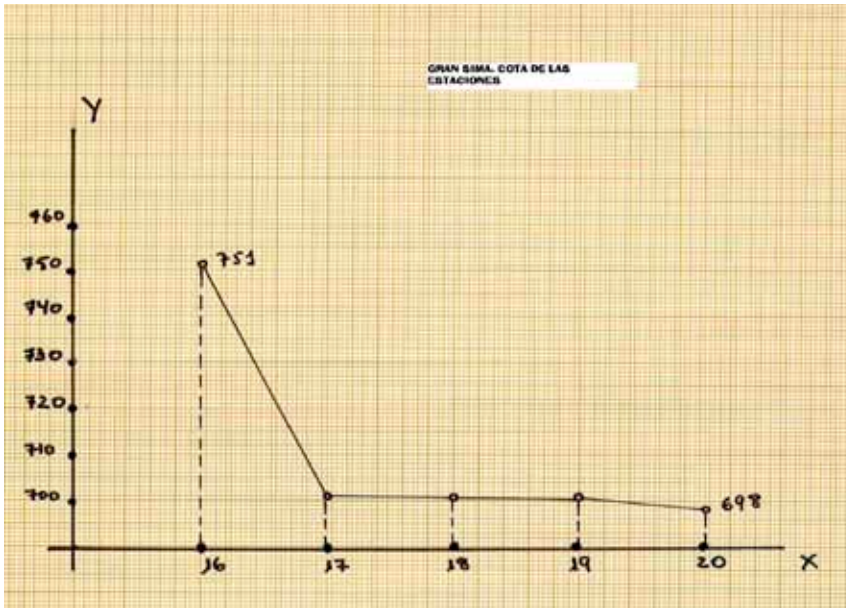


Sector Galería Turística Cota de las estaciones

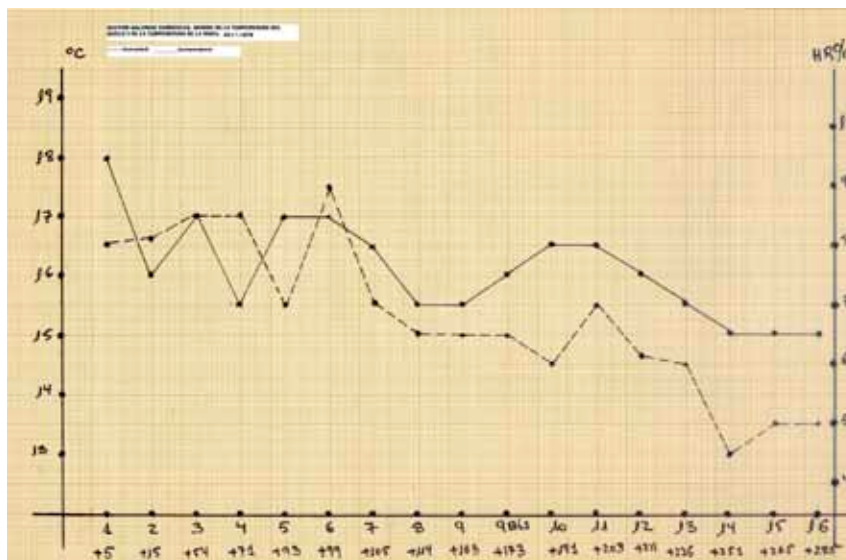


Gráfica de los parámetros. Sector Galerías Bajas

El desarrollo total de la galería es de 285,5 metros. Por otro lado, la galería tiene un perfil ascendente, que se mantiene en todo el recorrido excepto en la estación 9 que se corresponde con el Salón del Lago, en



Sector Galería Turística - Gran Sima. Cota de las estaciones



Gráfica de los parámetros. Sector Galería Turística

donde desciende 5 metros. El punto 1 (Sala de la entrada) está situado a 711 metros y el punto 16 (Salón del Pez) a 751, siendo por tanto el desnivel de 40 metros.

Al final de esta galería, como hemos señalado, se encuentra la sala más grande la cual recibe el nombre de "Salón del Pez"; pasado este nos encontramos con una galería estrecha que nos va a conducir a la boca de la conocida como Gran Sima. Puesto que esta sima no tiene continuidad, la hemos considerado como integrante de este sector a efectos del estudio climatológico.

La boca del pozo se corresponde con la estación 16 de la Galería Turística; la cota aquí es 751 metros; el punto más bajo estaría situado en el divertículo de la base de la Gran Sima con 698 metros. Por lo tanto la caída es de 53 metros.

La Galería Turística es la mejor estudiada de La Pileta; Esta galería es la única que se visita actualmente y por lo tanto la que recibe un mayor impacto como consecuencia de ello; por ese motivo hemos tomado más datos en este sector que en los otros, datos que se remontan a 1994 aunque los primeros se tomaron en 1972

pero se han perdido como ya hemos comentado anteriormente. Por ello los más antiguos que poseemos son del 20 de noviembre de 1994; en esta ocasión el equipo lo formábamos José Antonio Bullón, José Enrique Sánchez Pérez y el que suscribe estas líneas. Veamos la gráfica de abajo:

Por una cuestión de tiempo solamente se tomaron datos de la humedad del suelo y la temperatura de la roca; estos parámetros no se habían tenido en cuenta hasta ese momento pues, en su trabajo, Pedro Romero Zarco sólo hace referencia a la humedad y temperatura del aire. Por lo tanto, lógicamente, no podemos hacer una comparación con los años 1977 a 1979. Si nos fijamos en la temperatura de la roca vemos que esta no es uniforme; nos encontramos con una curva en forma de "dientes de sierra" en el primer tercio del sector, con unas oscilaciones muy bruscas entre las estaciones 1 (entrada / Sala de los Murciélagos) y 5 (sala anterior a la denominada Nave Central). La explicación que encontramos a esto es la influencia que ejerce la circulación del aire entre las dos bocas de la cavidad que altera de una manera notable esta zona de la misma. A partir de la estación 5 esta brusquedad se modera, estabilizándose a partir de la estación 14. La temperatura más alta se registra en la sala de la entrada con 18° y la más baja en las estaciones 14, 15 y 16 con 15°.

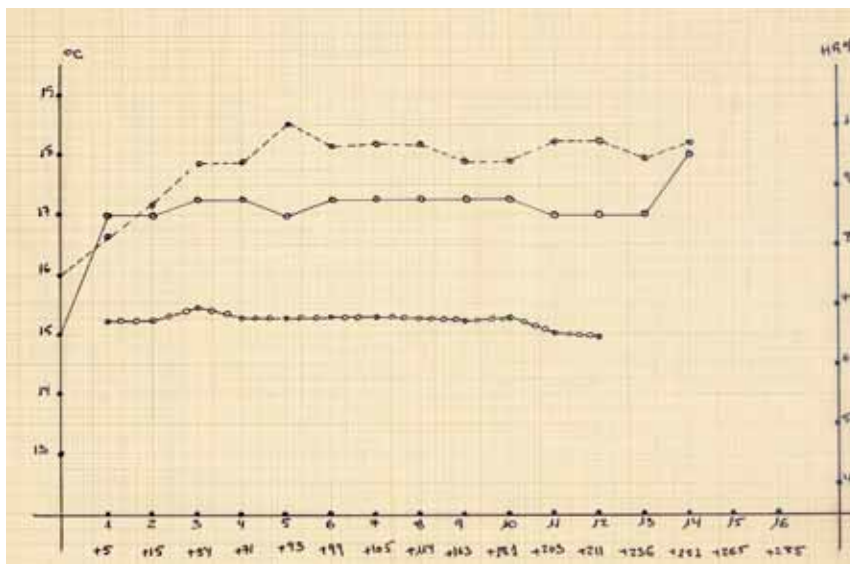
La humedad del suelo mostraba unas oscilaciones todavía mucho más notables, oscilando entre el 95% de la sala de la entrada (estación 1) y el 45% de la estación 14 (entrada al Salón del Pez). Un pico alto lo encontramos también en la estación 6 (Nave Central). Los suelos con mayor humedad coinciden con aquellas zonas donde la filtración del agua es mayor. Por otro lado debemos tener en cuenta que el otoño de 1994 fue bastante lluvioso en esta zona aunque el año hidrológico fue uno de los más secos en todo el siglo. Eso explica la alta humedad

del suelo en, por ejemplo, la sala de la entrada donde las filtraciones son muy intensas.

El día 31 de octubre de 2010 marca la fecha de la reanudación de los trabajos en la cueva de La Pileta; la gráfica de arriba se ha obtenido con los datos tomados ese día en las diferentes estaciones. En esta ocasión se midieron la temperatura del aire, la humedad y la temperatura de la roca.

A las 15,00 horas la temperatura en el exterior de la cavidad era de 15°, ascendiendo hasta los 17° en la primera sala. A partir de aquí se mantenía muy estable en los 17,5° con una variación de unas pocas décimas, experimentando una subida hasta los 18° en el Salón del Pez, lugar donde la temperatura es más elevada.

Si nos fijamos en la curva de la humedad vemos que en el exterior el valor era del 75%, ascendiendo al 82,5% en la sala de la entrada y llegando al 86% en la Galería de los Murciélagos. Es un valor que podemos considerar bajo pero debemos tener en cuenta que la lluvia caída en los meses de septiembre y octubre de ese año fue más bien escasa; en la fecha de la toma de los datos toda la zona comprendida entre la boca de entrada y la entrada a Grajas presentaba un fuerte estado de desecación por el motivo que ya



Gráfica de los parámetros. Sector Galería Turística

hemos explicado antes aquí. En la sala anterior a la Nave Central la humedad ascendía a su valor máximo (100%); a partir de aquí se mantenía alrededor del 95%, no bajando nunca del 93%.

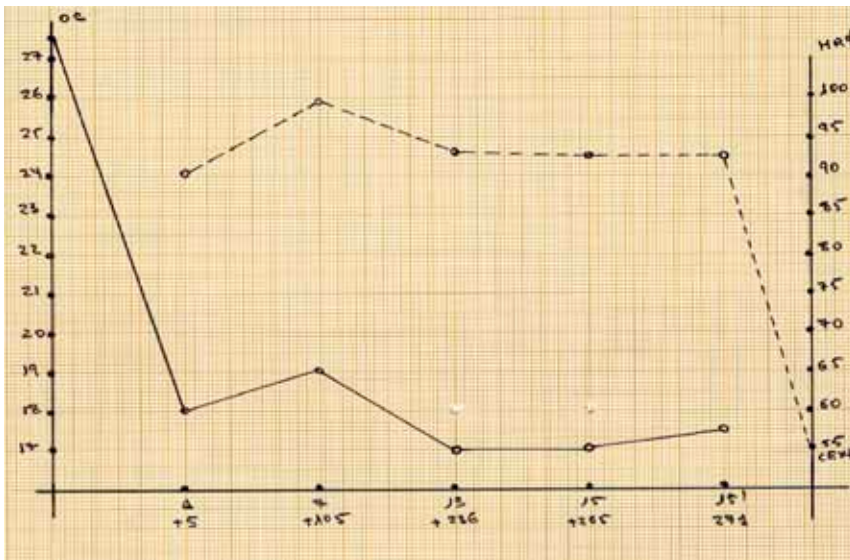
Si comparamos estos datos con los tomados por Pedro Romero Zarco podemos ver algunas diferencias; no vamos a tener en cuenta la Sala de los Murciélagos ni la galería que la sigue, zonas muy influenciadas por las condiciones del exterior; según Pedro Romero Zarco la media de la humedad en la sala de la entrada es para el mes de noviembre del 92,5%; nosotros medimos una humedad del 86% aunque ese dato tomado se

refiere a un solo día. Las medidas efectuadas en las estaciones 4 y 5 (entrada y fondo de la Sala del Castillo) y referidos a la humedad revelan una cierta diferencia con los de los años 1977 a 1979; según el trabajo de Pedro Romero Zarco la humedad en esta zona en el período que va de agosto a diciembre era del 100%; en la medición efectuada este día (31 de octubre de 2010) la humedad era del 93,9%.

En relación a la temperatura, los datos tomados nos revelaron una uniformidad en el sector; si despreciamos el valor de la sala de la entrada, vemos que oscila entre 17° y 17,5°, valor sensiblemente superior al obtenido en los años 1977 a 1979 (15°). El valor más alto se registra en el Salón del Pez con 18°, mostrando una diferencia aún más acusada (3,4°) con el valor medio registrado en los años 1977 a 1979 (14,6°) a finales de octubre. Por otro lado, la temperatura de la roca se mantiene en los 15,5° de media, valor prácticamente igual que el tomado en el año 1995 (15°).

A partir de esta fecha, se volvieron a tomar datos en este sector y, en concreto los días 20 de marzo, 10 de septiembre de 2011, 26 de noviembre de 2011 y 18 de febrero de 2012.

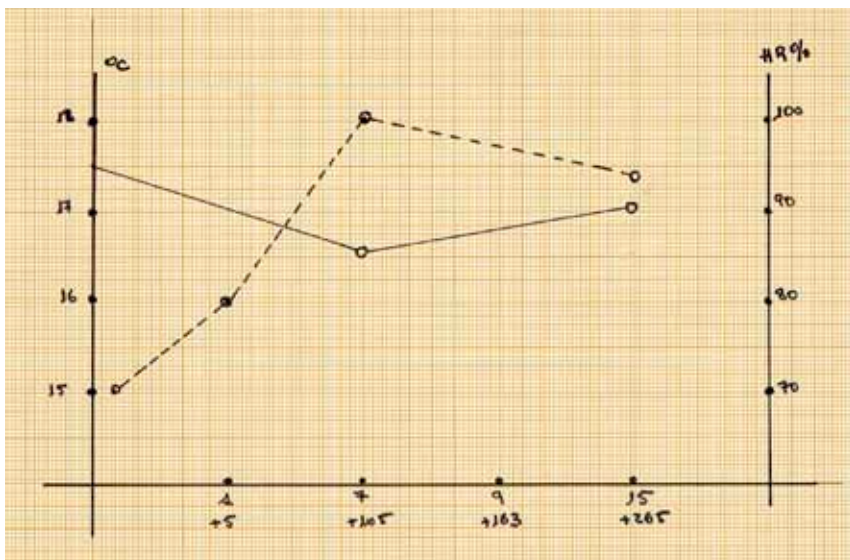




Gráfica de los parámetros, Sector Galería Turística

Veamos las gráficas de los tres últimos.

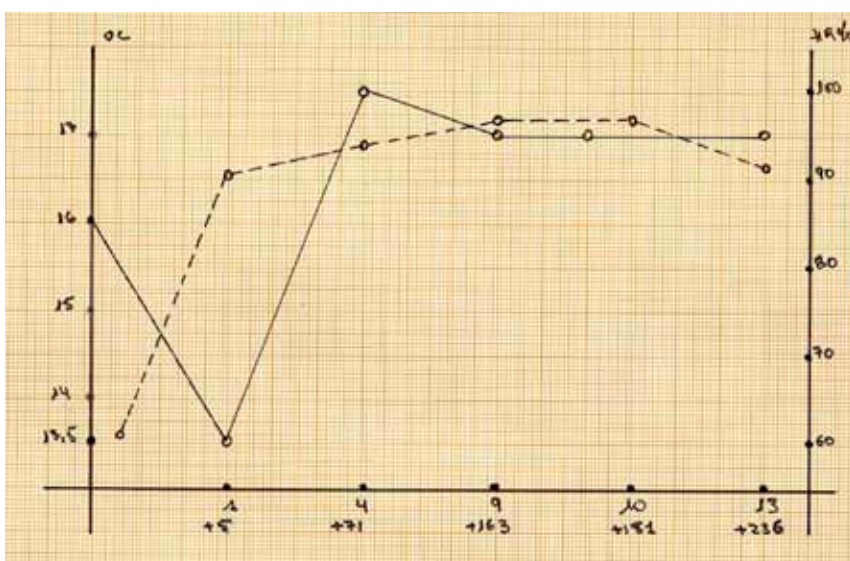
En el primer caso, arriba, vemos que la temperatura del aire, que en el exterior es de 27,5°, desciende hasta los 18° en la estación 1 (sala de la entrada) debido al propio equilibrio termodinámico del sistema; esto supone un grado más que el dato obtenido el 31 de octubre de 2010. A partir de esta estación la temperatura subía hasta alcanzar los 19° en la estación 7 (Nave Central); esta es la temperatura más alta alcanzada en La Pileta. Desde aquí la temperatura se estabilizaba en los 17°, valor muy similar a los tomados con anterioridad.



Gráfica de los parámetros, Sector Galería Turística

En relación a la humedad vemos que partiendo del valor 55% en el exterior, esta asciende rápidamente hasta alcanzar el 90% en la sala de la entrada, valor que prácticamente casi iguala el más alto medido por nosotros hasta hoy. En la estación 7 (Nave Central) se alcanzaba el valor más alto, 100%. A partir de aquí se iba a mantener en el 95% hasta el Salón del Pez.

La gráfica de la visita del 26 de noviembre (imagen central) presenta diferencias y similitudes con la anterior; la diferencia más notable es que en la Nave central (estación 7) medimos una temperatura de 16,5°, lo que supone una temperatura 2,5° inferior. A partir de aquí la temperatura se mantenía en los 17°, valor igual al tomado en septiembre. En cuanto a la humedad, la Nave Central volvía a ser la zona con el índice más alto de toda la galería: 100%. A partir de aquí se mantenía en el 95%. Por lo tanto, la humedad no experimenta ninguna variación.



Gráfica de los parámetros, Sector Galería Turística

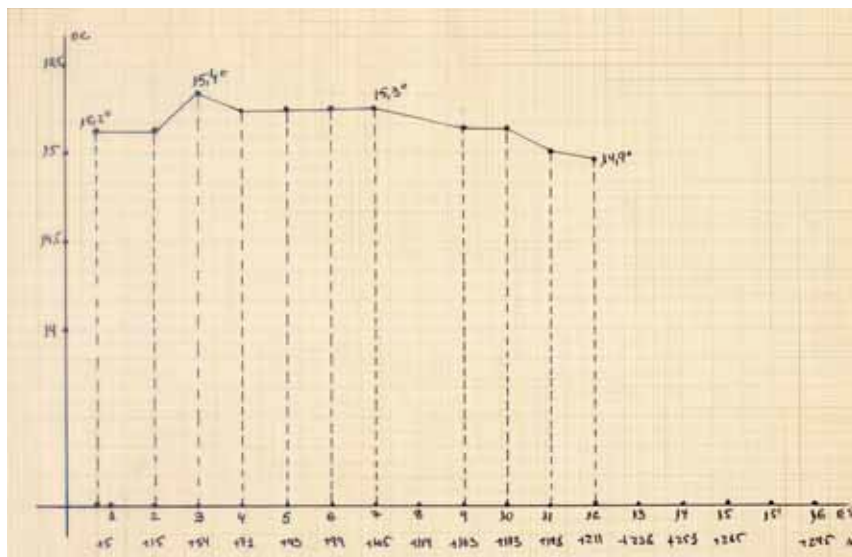
Tenemos que decir que en estas dos visitas no tomamos datos en todas las estaciones de la galería; puesto que teníamos los valores tomados por Pedro Romero Zarco, nos interesaba más hacer una toma parcial las más de las veces. Por otro lado hay que tener en cuenta que resulta siempre complicado trabajar en una

zona donde te encuentras con grupos que están visitando la cueva.

En la siguiente visita (página anterior, gráfica inferior) efectuada el día 18 de febrero de 2012, medimos los parámetros en las estaciones donde no lo habíamos hecho anteriormente; la temperatura en el exterior en el momento de iniciar la toma de datos era de $16,0^{\circ}$ y la humedad del 61%. En la sala de la entrada la temperatura del aire descendía hasta los $13,5^{\circ}$, subiendo la humedad hasta el 91%. El dato de $10,6^{\circ}$ para la temperatura de la roca lo ponemos un poco en cuarentena porque nos parece demasiado bajo y se podría deber a un error en la medida. A partir de la sala de la entrada la temperatura ascendía hasta los $17,5^{\circ}$ en la estación situada al fondo de la Sala del Castillo (estación 4). A partir de aquí se iba a mantener estable en los 17° . La humedad estable entre los 93-96%.

En el sector de la Galería Turística nos interesaba bastante tomar otros datos. Hemos medido también la temperatura, dureza y ph de los lagos y gours de este sector y la temperatura de la roca (paredes). La temperatura del lago Baño de la Reina Mora oscila entre los $14,9^{\circ}$ y los $15,3^{\circ}$; el lago del Salón del Lago tiene una temperatura de $15,7^{\circ}$ bastante estable; en un pequeño gour del Salón de Pez medimos una temperatura oscilante entre $14,9^{\circ}$ y $15,2^{\circ}$. Estos datos nos revelan una temperatura muy estable del agua de la Galería Turística.

El Ph del agua de los gours y lagos nos da una media de 7,4 es decir, ligeramente básica; el valor más alto lo tenemos en el gour existente en la Nave Central (8) y el más bajo en el Salón del Lago (7). El Ph del lago de La reina Mora es 7,5. También, aunque no de una manera exhaustiva, hemos medido el ph del suelo el cual nos ha dado un valor medio de 7. Las mediciones sólo se han hecho en aquellos puntos donde había un substrato blando como la arcilla; en concreto lo hemos medido en el



Gráfica de los parámetros. Sector Galería Turística

suelo de la sala donde se ubican el Baño de la Reina Mora y el Salón del Lago.

En relación a la dureza del agua, la hemos medido en las mismas estaciones que el Ph. En general es alta, más de lo que pensábamos, pudiendo clasificar el agua de La Pileta como agua dura; el dato más alto lo hemos medido en el Salón del Lago (0,94810 grms/litro CO_3Ca) y el más bajo en el gour sito en el Salón del Pez (0,4601 grms/litro CO_3Ca). Otros datos los hemos tomado en la estación número 13 o Baño de la Reina Mora (0,4393 grms/litro CO_3Ca). En la estación 15 o Lago de las Monedas la medida dio un resultado de 0,5437 grms/litro. De todas formas, el resultado obtenido en el lago del Salón del Lago no nos parece muy fiable y habría que repetirlo.

La medida de la dureza del agua en una cavidad es muy interesante. El carbonato de calcio es más soluble en agua caliente que en agua fría, de ahí el interés de medir la temperatura del agua en una cavidad; los carbonatos pueden precipitar cuando la concentración del ácido carbónico disminuye, y si el ácido carbónico aumenta puede aumentar la solubilidad de fuentes de carbonatos como la roca caliza. Todo esto está en relación con el Ph de equilibrio de la caliza y con la alcalinidad de los carbo-

atos. La mayor o menor velocidad de disolución, es decir, la cantidad de carbonato cálcico disuelto por segundo depende de la concentración de CO_2 en el aire y de la temperatura; por eso es importante la medida de la concentración de CO_2 en la atmósfera de una cavidad. Tanto el ph como la dureza del agua son parámetros que influyen en la existencia de fauna acuática.

Durante el tiempo en que estuvimos trabajando en la Galería Principal medimos también la temperatura de la roca, en concreto de las paredes de las salas y conductos; en general, la roca caliza es bastante aislante y normalmente a partir de una cierta profundidad mantiene una temperatura invariable. Esto lo hemos podido comprobar nosotros en La Pileta. En la gráfica que vemos arriba podemos ver la temperatura de la roca de este sector; los datos se tomaron el día 31.10.2019.

Esta gráfica nos indica los valores de la temperatura de la roca de acuerdo con los datos tomados el día 31 de octubre de 2010; vemos que oscila entre el máximo (15,4) que se corresponde con la estación 3 situada a la entrada de la Sala del Castillo y el valor mínimo (14,9) que se corresponde con la estación 12 situada a la entrada del llamado Paso de las Termópilas. La diferencia entre

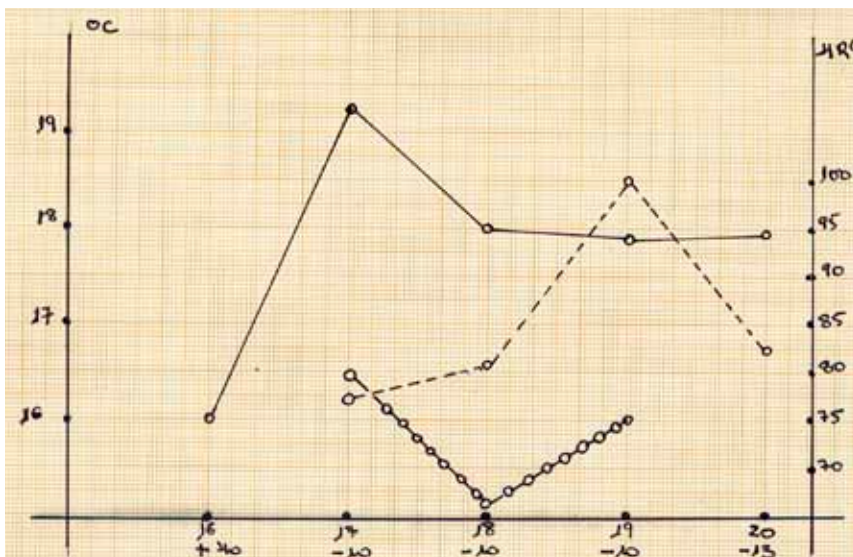
el valor mayor y el menor es de 0,5 grados, lo que nos indica una gran estabilidad; los datos tomados posteriormente nos confirmaron estos valores.

b.3a La Gran Sima

Ya hemos dicho que la consideramos como parte integrante del sector de la Galería Turística a efectos de este trabajo; es una zona de La Pileta en donde nunca se habían tomados datos climáticos. La Gran Sima mide desde la bóveda hasta el punto más bajo del suelo 70 metros y desde el balcón hasta el fondo 53 metros. Como ya hemos indicado el fondo de la misma (cota +698,4 metros) no marca la máxima profundidad de la cavidad, la cual se encuentra en las Galerías Bajas (cota +696 metros).

La gráfica de la izquierda representa los valores de la humedad, temperatura ambiente y temperatura de la roca; se ha dibujado de acuerdo con los datos tomados el día 21 de noviembre de 2012. El estudio de los mismos nos produce una duda sobre su validez, pues nos llama la atención la acusada diferencia entre las estaciones reseñadas; en la boca del pozo (estación 16) la temperatura ambiente era de 16°, subiendo bruscamente hasta los 19,4° en el fondo del mismo, junto a la pared. Esta diferencia de casi 4 grados no tiene una explicación; en las otras tres estaciones se va a mantener en los 18°. Nos parecen valores demasiados altos, sobre todo el primero.

La humedad también presenta valores muy dispares en las cuatro estaciones, con algún dato demasiado bajo (78%) y subiendo hasta alcanzar el 100% en la estación 19, valor mucho más lógico. En cuanto a la temperatura de la roca, los valores medidos nos parecen más lógicos, oscilando entre el más bajo (15,1° en la estación 18 o Árbol de Navidad) y el más alto (16,4° en la estación 17).



Gráfica de los parámetros. Galería Turística

xxxxxxxx



Foto: Loreto Wallace

Foto: Loreto Wallace



CONSIDERACIONES SOBRE LA CLIMÁTICA SUBTERRÁNEA

1.- INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos del ambiente subterráneo podemos afirmar que es característica común de este la uniformidad de sus condiciones de existencia; al contrario de lo que ocurre en el medio epigeo, la humedad, la falta de luz, temperatura, tranquilidad y composición del aire se mantienen prácticamente constantes. Uno de los atributos más importantes del ambiente subterráneo es el elevado grado de humedad alcanzado por el aire, que se mantiene saturado de agua o próximo a la saturación.

Normalmente el aire se mantiene quieto en el interior de las cavidades subterráneas. Pese a que la temperatura varía, a veces considerablemente, de unas cavidades a otras en función de la altitud sobre el nivel del mar, latitud geográfica, emplazamiento, orientación, etc., lo cierto es que dada la escasa conductividad calorífica de las rocas y la falta de corrientes de aire (esto no siempre), las variaciones diurnas y hasta estacionales de la temperatura son mínimas e incluso dejan, a veces, de apreciarse en las zonas profundas de una determinada cavidad, que puede por este motivo considerarse como térmicamente estable.

A este respecto se conoce muy bien la afirmación de muchos autores de que la temperatura del aire y de las aguas de infiltración se mantiene prácticamente constante en el dominio cavernícola, correspondiendo en la generalidad de los casos a la media anual de la superficie, aunque bien es verdad que en algunas cuevas y como consecuencia del movimiento anormal del aire, las variaciones térmicas estacionales pueden alcanzar algunos grados de amplitud.

Las características diferenciales entre el aire de las cavernas y la

atmósfera epigea bajo el punto de vista de su composición sólo se evidencia en lo relativo a su contenido en vapor de agua y anhídrido carbónico; las más sobresalientes del aire atmosférico epigeo desde el punto de vista termodinámico son: a) el gradiente térmico vertical, b) la mezcla muy homogénea de sus diversos componentes hasta niveles muy altos, con la consiguiente proporción en masa: 75% de NITRÓGENO, 23,15% de OXÍGENO, 1,28% de GASES NOBLES (especialmente ARGÓN), 0,07% fundamentalmente de VAPOR DE AGUA Y ANHIDRIDO CARBÓNICO.

En el dominio de las cavernas existen las condiciones termodinámicas ideales para que se establezcan en su atmósfera equilibrios de tipo difusivo; dichos equilibrios se caracterizan por una temperatura constante del medio y por una ordenación de componentes de mayor o menor peso específico. La experiencia demuestra que en el seno de las cavernas la acumulación del anhídrido carbónico, más denso que el aire, ocurre preferentemente en las zonas más profundas y aisladas; en estas zonas son normales concentraciones del 0,1% hipogeo por la influencia indirecta de los suelos de cobertura, frente al 0,03% de la atmósfera epigea. Señalaremos aquí, pero sin detenernos a profundizar, que existe una tendencia a enriquecerse en nitrógeno y a empobrecerse en oxígeno el aire hipogeo por la influencia indirecta de los suelos de cobertura.

La realidad nos demuestra también que en la atmósfera hipogea el contenido en vapor de agua de la misma es notablemente mayor que en la epigea en la mayoría de los casos. Considerando que el vapor de agua es más ligero que el aire, esto parece una contradicción bajo el punto de vista del concepto de equi-

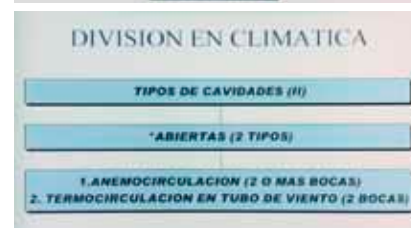
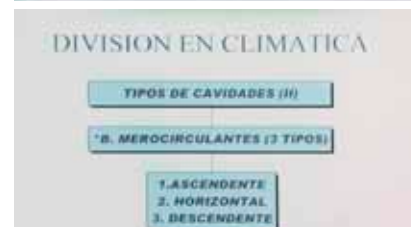
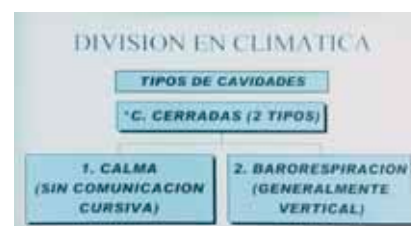
librio difusivo. La explicación la encontramos en las particulares condiciones litológicas de las calizas, que constituye el reino de la implantación de los fenómenos kársticos, de manera que aunque impermeable en su masa, no lo son por sus fracturas, pudiendo el agua percolarse en profundidad de tal manera que al llegar a conductos profundos tomará contacto con la atmósfera allí existente, manteniendo elevada su humedad relativa al evaporarse en su seno, favoreciendo también el arrastre de Co₂.

2.- DIVISIÓN CLIMÁTICA DE LAS CAVIDADES

En climática subterránea se suelen dividir las cavidades según su morfología en los siguientes tipos:

- a) Cerrada
- b) Mero circulante
- c) Abierta

A su vez cada tipo se puede subdividir en subtipos:



La cueva de La Pileta la podemos encuadrar dentro del tipo de las cavidades MEROCIRCULANTES, pero al tener tres sectores diferenciados no la podemos clasificar en un solo subtipo, pues si bien la Galería Turística es ascendente, en los otros dos sectores (Sima de las Grajas ca es ascendente, en los otros dos sectores (Sima de las Grajas y Galerías Bajas) la galería es descendente; esto sin contar la Gran Sima que es, lógicamente, descendente. Por lo tanto hablaremos de una cavidad merocirculante en la cual tenemos galerías ascendentes y descendentes.

Cuando se descubrió la cueva de La Pileta, esta tenía una sola boca como ya hemos comentado; posteriormente, para facilitar el acceso de los visitantes a la misma, se procedió a abrir una entrada por donde hoy se accede a la cueva. La boca de una cavidad es como el pulmón de la misma pues gracias a ella todo el sistema subterráneo respira. Si bloqueamos esta respiración podemos producir alteraciones a diferentes niveles que van a ser responsables de reacciones en cadena entre las cuales el clima representa un papel importante.

Desde hace años, con el fin de su protección, se ha procedido a cerrar algunas de ellas para impedir que desaprensivos y expoliadores puedan acceder a las mismas y producir unos daños muy difíciles o imposibles de reparar. El problema es que las puertas en forma de reja pueden ser vulnerables y por ello a veces se instalan puertas blindadas del tipo de cámaras acorazadas que cierran total o casi totalmente el intercambio gaseoso con el exterior. Desde ese momento se ha comprometido la conservación de esos lugares subterráneos.

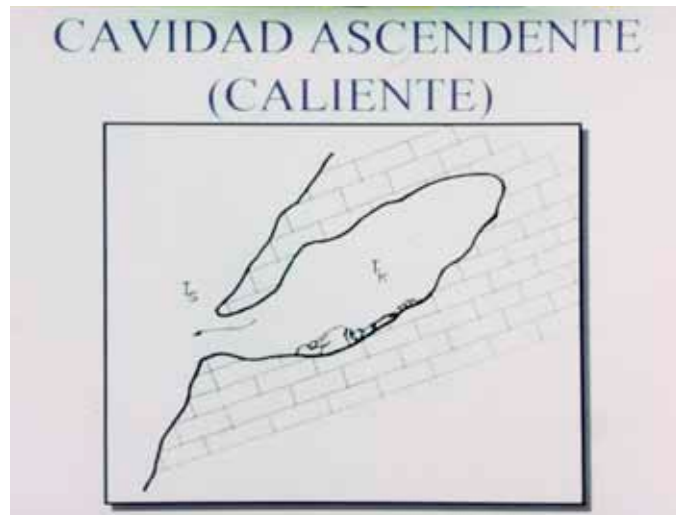
Cada cavidad tiene un clima que representa el conjunto de los microclimas independientes aunque subordinados; en este sentido hablaremos del microclima de las paredes rocosas y del substrato. Claudine Andrieux, investigador del C.N.R.S divide el microclima subterráneo

en “microclima independiente” y en “microclima subordinado”; según Claudine Andrieux en su trabajo “Sur le Rôle de la Climatologie dans les Recherches Souterraines”, en el primer caso “el clima térmico de una pared rocosa subterránea reacciona muy rápidamente a las variaciones de la velocidad del viento y al grado higrotérmico del aire” y en el segundo caso “el clima de una pared rocosa subterránea puede estar retardado y amortiguado por las variaciones de temperaturas del aire exterior a través de una cubierta forestal”.

Para Claudine Andrieux, la instalación de una puerta maciza en la boca de una gruta tiene el efecto de anular una convección forzada y permitir el establecimiento de una convección

libre; cuando se modifica el régimen termodinámico de una gruta, es el conjunto del comportamiento de los factores climáticos subterráneos el que se modifica.

En el caso de la cueva de La Pileta, la situación es diferente; no se ha cerrado la boca natural de la cueva; como ya hemos comentado, lo que se ha hecho ha sido abrir una nueva. La boca de la Sima de las Grajas tiene una forma irregular, con una altura de 3,5 metros y una anchura que en su parte máxima es de 2,5 metros; la entrada artificial es mucho más pequeña, con una anchura de 1,48 metros y una altura de 1,50 metros. Cerrando la misma se han instalado dos puertas, con unos gruesos barrotes y una plancha soldada a una de



ellas. La apertura de esta boca ha tenido que provocar un cambio en las condiciones climáticas de la cueva, cambio que no podemos cuantificar porque no existe un estudio anterior a este hecho. Por otro lado, existía primitivamente una pequeño orificio que permitía el acceso a la llamada Cueva de las Vacas, orificio que hoy se encuentra cerrado mediante unos barrotes que permiten una cierta ventilación.

Desde nuestro punto de vista, más importante que la apertura de otra boca es el hecho de que La Pileta es una cueva turística, abierta a las visitas; el ecosistema del medio subterráneo está en un equilibrio muy delicado y cualquier elemento extraño a él provoca una alteración en mayor o menor grado. El factor humano es un elemento muy importante a considerar cuando se estudia el medio ambiente de una cavidad pues tiene una incidencia sobre la temperatura, la humedad y la concentración de anhídrido carbónico, lo que tiene una incidencia sobre variables como la Entalpía y la Entropía.

En el caso de la influencia que se ejerce sobre la temperatura no nos vamos a referir sólo a la propia temperatura corporal de los visitantes pues, lógicamente, se tiene que disponer de un sistema de iluminación para efectuar las visitas; ese sistema puede ser fijo o portable. En el caso de La Pileta se ha utilizado desde siempre unas lámparas conocidas como “petromax”; este sistema produce un flujo de calor muy importante, calor que es cedido a la atmósfera de la cueva produciéndose un incremento de su temperatura; por otro lado se debe tener en cuenta también la liberación del gas resultante al quemar el combustible necesario para el funcionamiento de estas lámparas. Si tenemos en cuenta que el número máximo de personas que pueden integrar un grupo en La Pileta es de 25 personas y que se utiliza una lámpara por cada 5 personas, nos encontraríamos con un total de 5 lámparas lo que supone un impacto notable.

En los últimos años se ha venido ensayando otros sistemas de iluminación para evitar precisamente este problema; en aquellas cavidades turísticas que poseen un sistema de iluminación fijo se ha sustituido el sistema tradicional de lámparas de incandescencia y halógenas (que desprenden mucho calor) por otro a base de luces más “frías”; la tecnología del “led” es la solución más favorable para este problema. En el caso de La Pileta se ha empezado la sustitución de los “petromax” por un sistema de linternas con tecnología “led” lo que supone un paso en la buena dirección.

En una cavidad vamos a tener muy en cuenta el papel de los llamados “agentes perturbantes” como son el agua y el aire; en La Pileta el papel del agua como tal agente es mínimo pero no es así en el caso del aire, sobre todo en la zona de la Sima de las Grajas y en el sector que va desde el acceso artificial a la propia sima. Según Adolfo Eraso: “El aire es el primer agente perturbante de la estabilidad climática en una cavidad. Si no existe causa perturbante, la generalidad de los casos demuestra que hay constancia en las distribuciones térmicas en las cavidades”.

J. Montoriol en su trabajo “La distribución térmica en las formaciones hipogeas y sus consecuencias en cuanto a la dinámica del aire”, hace referencia en este sentido a

tres zonas: a) ZONA DE ENLACE, a la porción de cavidad que acusa las variaciones diurnas de la temperatura; esta zona corresponde a las comunicaciones de la cavidad con el exterior y zonas próximas; b) ZONA DE SALTO, o porción algo más profunda de la cavidad que sólo acusa las oscilaciones térmicas anuales y c) ISOZONA, la parte más profunda de la cavidad de la cavidad que no acusa las oscilaciones del exterior y en la que ocurren fenómenos climáticos típicamente hipogeos.

Llegados a este punto nos podemos preguntar por el factor que desencadena la circulación del aire y la respuesta es que la existencia de un gradiente de densidades es suficiente para desencadenarlo; pero, evidentemente, tiene que haber unas variables que lo impulsen y condicionen. La conocida “ecuación general de los gases nos va a ayudar en esto:

$$PV = P/e = RT$$

En esta fórmula P es la presión, V es el volumen, T es la temperatura y R es la constante de los gases; la presión y la temperatura serían las variables. Según Adolfo Eraso Romero, “R” es “inversamente proporcional al peso específico del aire “e”; a su vez este aumentará en función de la cantidad introducida en el aire de un componente gaseoso de mayor peso molecular que él, y a la inversa”. Resumiendo: el aire de una caverna



será tanto más denso cuanto mayor sea su contenido en anhídrido carbónico y tanto menos denso cuanto mayor su contenido en vapor de agua.

Ya hemos hecho referencia al impacto que suponen las visitas turísticas a una cavidad; impacto sobre la temperatura de la misma, por ejemplo. Pero hay otro impacto que los investigadores tienen muy en cuenta. Una persona cuando respira consume oxígeno y devuelve a la atmósfera CO₂ y vapor de agua que se van a incorporar a la atmósfera de la cavidad produciendo una ruptura del equilibrio existente. Se va a producir una variación de la densidad del aire hipogeo. Esta variación va a depender del número de visitantes de la cavidad pues mientras mayor sea ese número, mayor va a ser el impacto sobre la masa gaseosa.

En la siguiente tabla podemos ver el número de visitantes que recibió La Pileta durante los días en que se estuvo trabajando en la misma, destacando sobre todo el día 31 de octubre con un total de 85 personas entre adultos y niños; precisamente en esa fecha se estuvo trabajando en la Galería Turística por lo que los datos tomados en las diferentes estaciones reflejan el posible impacto producido en los resultados.

Una cavidad podemos considerarla como un sistema; por termodinámica sabemos que la cantidad de calor transferida a, o cedida por un sistema, depende de las condiciones a que es sometido este durante el proceso, es decir, de si se mantiene a presión constante o a volumen constante. En el aire atmosférico se dan tres fenómenos que no tenemos en una cavidad: RADIACIÓN, CONVECCIÓN Y TURBULENCIA; podríamos hacer una excepción en relación a la turbulencia, que sí la podemos encontrar en casos particulares.

Pero en una cavidad abierta a las visitas turísticas sí podemos encontrarnos con el fenómeno de la radiación; el término radiación se refiere a la emisión continua de energía

desde la superficie de todos los cuerpos, denominándose a esta energía radiante y siendo transportada por ondas electromagnéticas. Esta radiación va a generar a su vez convección que es el término que se aplica a su vez a la propagación del calor de un lugar a otro por un movimiento real de la sustancia. Un ejemplo muy claro de esto es la estufa de aire caliente. Aquí tendríamos que considerar una cuestión muy importante y que nos interesa en una cavidad como La Pileta: si la sustancia (en este caso la masa de aire) es obligada a moverse hablaremos de convección forzada; si se mueve por causa de diferencias de densidad, hablaremos de convección natural o libre.

Aunque pequeña, los visitantes emiten una radiación calorífica. Pero el foco de emisión calorífica más importante en una cavidad turística es el sistema de iluminación, aunque con los actuales a base de luces frías y leds este problema se ha reducido considerablemente. Este tipo de radiación de energía es el emitido por

cuerpos sólidos y contiene ondas de toda las frecuencias que van a depender principalmente de la temperatura del cuerpo emisor. Pero en el caso de La Pileta, al haberse utilizado hasta muy reciente las lámparas de Petromax de las que ya hemos hablado, la radiación procedía de un gas; la energía radiante procedente de un gas, como es este caso, contiene ondas de frecuencias relativamente bajas.

En resumen: la apertura de una cavidad a las visitas turísticas va a tener una incidencia siempre muy notable sobre el ecosistema de la misma que será directamente proporcional al número de visitantes y al sistema de iluminación utilizado, produciendo una alteración de la temperatura, la humedad y el contenido de CO₂ en la atmósfera de la misma. El aumento del CO₂ tiene consecuencias muy importantes pues al disolverse en el agua existente en la cavidad y en el vapor de agua puede producir fenómenos de corrosión muy intensos.

VISITANTES

FECHA	ADULTOS	NIÑOS
31 de Octubre de 2010	53	32
15 de Noviembre de 2010	10	2
18 de Diciembre de 2010	3	1
22 de Enero de 2011	14	3
19 de Febrero de 2011	34	5
28 de Mayo de 2011	34	22
10 de Septiembre de 2011	29	9
20 de Octubre de 2011	21	4
26 de Noviembre de 2011	34	20
18 de Febrero de 2012	24	3

CONCLUSIONES

Como final de este trabajo vamos a exponer aquí como funciona la atmósfera hipogea de La Pileta de acuerdo con los datos obtenidos y las observaciones realizadas, pero teniendo siempre en cuenta que sería muy conveniente establecer un sistema de medición permanente en la cueva de parámetros tales como la humedad, temperatura y anhídrido carbónico. Esto nos permitiría en su caso tomar las medidas necesarias para una mejor explotación turística de La Pileta para evitar una posible degradación del ecosistema de la misma.

Hemos comentado que la cueva de La Pileta, desde el punto de vista climático, la podemos incluir en el grupo de las cavidades Merocirculantes; también hemos comentado que en este tipo encontramos tres subtipos: 1) merocirculante ascendente, 2) merocirculante horizontal y 3) merocirculante descendente; en La Pileta nos encontramos con el primero y el tercer subtipo, dependiendo del sector de la misma. Vamos, pues, a ofrecer nuestras conclusiones referidas a

cada uno de estos sectores. Por otro lado, aunque la denominada Gran Sima la hemos incluido en el sector de la Galería Turística, la vamos a considerar aparte. Finalmente, haremos una consideración aparte de la zona comprendida entre la boca artificial y la Sima de las Grajas.

1.- Sector Sima de las Grajas.

Cavidad merocirculante descendente. Este sector no se encuentra abierto a las visitas por lo que no recibe impacto alguno como consecuencia de las mismas; sin embargo, en su parte inicial, sí se encuentra afectado por las condiciones climatológicas exteriores. Esta influencia exterior ha aumentado como consecuencia de la apertura de la boca para las visitas turísticas. En el fondo de la sima se ha medido la temperatura más baja de la cavidad: 11° C. En verano, el aire exterior cálido y seco penetra en la cavidad por la boca de la sima de Las Grajas, enfriándose (14,5°) y cargándose de humedad;

el descenso de la temperatura lleva consigo una menor capacidad receptora de vapor de agua y, por lo tanto, un aumento de la humedad relativa del aire. Una parte de él desciende en dirección a la galería de Los Soles y el Salón del Coro donde queda recluso; excepto en la base del pozo, no se aprecia ninguna corriente de aire en esta zona.

La conservación de este sector de la cavidad la podemos considerar buena, aunque con una zona en el Salón del Coro donde podemos apreciar una fuerte descalcificación, siendo conveniente estudiar las causas de este proceso. Por otro lado tenemos que decir que la temperatura de este sector ha venido aumentando desde los primeros datos tomados en los años setenta del siglo pasado pues si en el período 1977-1979 en el mes de noviembre el dato era de 12,5°, en octubre nosotros hemos medido en los noventa una temperatura media de 15° y de 16.5 en los años dos mil. En cuanto a la humedad no se aprecia una alteración muy significativa,



Medidas de temperatura y humedad en el Sector Sima de las Grajas (Foto Loreto Wallace)



aunque en ningún caso hemos medido la saturación (100%), a diferencia de los años setenta.

Las cavidades merocirculantes descendentes son cavidades “frías”; el aire frío al ser más pesado que el aire caliente tiende a acumularse en ellas. Esta diferencia de temperatura con el exterior es bastante notable en verano. En invierno, cuando la temperatura exterior baja por debajo de la temperatura de la cavidad, se produce el intercambio gaseoso entrando aire en la misma y saliendo al exterior el que se encuentra dentro de ella. La tendencia, pues, es a estar más fría que el exterior. Esto es muy importante en el plano de hábitat prehistórico.

2.- Sector Galería Turística

Es el sector más importante de La Pileta ya que en él se encuentran las pinturas más importantes de la misma. Por otro lado a partir de un punto del mismo, conocido como Nave Central, se desarrollan las llamadas Galerías Bajas que dan lugar a otro sector bien diferenciado de la cavidad aunque en conexión con este.

La Galería Principal o Galería Turística se desarrolla en sentido ascendente a partir de las dos bocas (la sima de Las Grajas y la turística); desde el punto de vista de la climática subterránea, las cavidades ascendentes se las denomina merocirculantes ascendentes. Son cavidades cálidas pues el aire caliente tiende a acumularse dentro de ellas; en verano el aire más frío de la cavidad, más pesado, sale de la misma por la parte baja de la boca mientras el aire del exterior, menos pesado, penetra en ella por la parte más alta de la misma.

En la cueva de La Pileta, en este sector, ha habido una alteración de su funcionamiento al abrirse la boca para las visitas turísticas; esta alteración afecta sobre todo a las estaciones E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8 Y E9 referidas al trabajo de investigación sobre murciélagos realizado en los años 1977 a 1979 del siglo pasado por Pedro Romero Zarco y a las estaciones 1-2-3 de nuestra toma de datos en los años noventa y en 2010, 2011 y 2012.

La apertura de la boca turística ha creado un flujo de aire en esta zona

del sector, que por el denominado “efecto Venturi” se aprecia notablemente. De esta manera el aire circula formando un circuito que funciona normalmente, aunque no siempre, en el sentido inverso a las agujas de un reloj. El aire penetra por la sima de Las Grajas; una parte de él desciende a la zona baja de esta; otra alcanza el llamado “Balcón de Tomás”, atraviesa el “cementerio”, y alcanza la galería de los Murciélagos. A partir de aquí una parte de él desciende hacia la sala del mismo nombre situada a la entrada, saliendo por la boca. A causa de esta situación, toda esta zona presenta un estado de gran desecación fuera de la temporada de lluvias.

En verano, el aire que procede del sector de la sima de Las Grajas, una parte de él, al llegar a la Galería de los Murciélagos gira a la derecha y entra en la Sala del Castillo. Este aire se encuentra a una temperatura superior al de la Galería Turística por lo que tenderá a enriquecerse en humedad al tener una mayor capacidad receptora de vapor de agua, bajando la humedad en este sector. Es precisamente en esta sala donde hemos medido el valor más bajo de hume-

dad. A partir de este punto el aire circula hasta alcanzar el denominado Salón del Pez, punto de mayor cota de toda la galería.

Pero no es en el Salón del Pez donde hemos medido la temperatura más elevada; esta se encuentra en la Nave Central (punto 7), zona de conexión con las Galerías Bajas; es probable que esto se deba a un cúmulo de circunstancias: la gran cantidad de murcielaguina en descomposición allí existente con la consiguiente liberación de calor debido a este proceso, la posible influencia de las Galerías Bajas, e incluso la coincidencia con el paso de los visitantes los días de la toma de datos con el consiguiente incremento de la temperatura. A esta cuestión se refiere también Pedro Romero Zarco en su trabajo.

Si comparamos los datos tomados en los años dos mil con los de los años setenta y noventa, vemos que hay algunas diferencias; según nuestras observaciones la temperatura ha aumentado en la zona más alta de la Galería mientras que la humedad ha descendido. Esta diferencia se puede evaluar en unos 2,5 grados en cuanto a la temperatura y en 3-4% aproximadamente en cuanto a la humedad. Este resultado, sin ser alarmante, si nos indica una cierta tendencia: durante nuestros trabajos pudimos observar como al paso de los grupos de visitantes, en algunos puntos del sector como el Paso de las Termópilas, los Órganos o el Desfiladero, se producía un incremento de la temperatura que pudimos medir en 1-1,5°.

Este incremento de temperatura era transitorio; el Sistema tiene una gran capacidad para mantener el equilibrio termodinámico aunque, no obstante, es algo que no se debe obviar; nosotros achacamos esto más que al número de visitantes al sistema de iluminación utilizado hasta hace poco tiempo. Pensamos que las medidas tomadas para cambiar de sistema favorecerá la desaparición o como mínimo la atenuación de este desequilibrio, aunque se debería hacer un seguimiento y control.

En cuanto a otros parámetros, sí hemos notado un incremento en el valor de la dureza del agua con respecto a los datos obtenidos en los años 90, incremento que se manifiesta en todos los puntos alcanzándose valores en algunos casos elevados (0,5645 grms/litro de Co_3ca) en el Lago de la moneda. El ph no experimenta ninguna variación, estando su valor próximo al neutro (7).

3.- Sector Galerías Bajas

Como ya hemos comentado, en el trabajo realizado por Pedro Romero Zarco no se hace mención a este sector porque no se tomaron datos en él por lo que a diferencia de los otros dos sectores no podemos ofrecer un resultado claro en cuanto a la posible evolución climática del mismo.

En realidad las Galerías Bajas son una parte integrante de la Galería Turística, por lo que su individualización resulta un tanto inexacta. No obstante lo hemos considerado así en este trabajo por tener un desarrollo importante, una morfología diferente a ella, y no estar abierta a las visitas turísticas y por lo tanto a su posible influencia. Esta morfología se manifiesta en una sucesión de galerías, diaclasas y pozos que nos conduce al punto más alejado y más profundo en relación a la boca abierta para las visitas turísticas.

Ya nos hemos referido a la uniformidad de la temperatura y humedad que se nos reveló de acuerdo con los resultados de la toma de datos en Noviembre de 1976; si nos llamó la atención el análisis del agua de los gours y lagos del sector, superior al de los otros dos pues nos dio una media de 8,0 llegando a 8,5 en el caso concreto de las Sala de los Niveles. Mediciones efectuadas en 1996 nos dio un resultado ya más similar al de la Galería Turística y Sima de las Grajas (7,8). Nos resulta difícil explicar el por qué del valor elevado de 1976, a menos que se tratara de alguna pequeña "contaminación" debida a algún resaca de carburo. Ya sabemos que el res-

aca de carburo utilizado como sistema de iluminación nos da hidróxido de calcio que es fuertemente básico y que hasta el cambio de iluminación utilizado por los espeleólogos fue el sistema más usado y que ha producido al dejarse depositado en la cuevas un impacto muy notable sobre el ecosistema de la misma.

El resultado de los datos tomados en 1996, aunque pocos y fragmentarios no nos revelaron ninguna diferencia con los de 1976 en cuanto a la temperatura. No se tomaron datos de la humedad por lo que no podemos saber si se había producido alguna variación.

Los datos tomados ya en los años 2010, 2011 y 2012 nos han revelado un incremento de la temperatura y un descenso de la humedad; este incremento de la temperatura ambiental es de unos dos grados de media; la temperatura de la roca, sin embargo, no ha experimentado ninguna variación. En cuanto a la humedad el descenso medio es de un 5-6%.

En resumen: las condiciones medio ambientales de la cueva de La Pileta nos parecen en estos momentos aceptablemente buenas en base a los parámetros medidos; no obstante tendríamos que establecer una diferencia entre la Galería Turística y los otros dos sectores. Sí notamos un cierto impacto, no importante por el momento, en esta galería. Como hemos dicho antes, el cambio de sistema de iluminación que se está adoptando va a favorecer la conservación de esta zona de la cueva, evitando un incremento indeseable de la temperatura y paralelamente un peligro de desecación. No obstante sí recomendamos situar estaciones permanentes con el equipo necesario para hacer un seguimiento de la temperatura y humedad; también sería muy importante controlar la cantidad de anhídrido carbónico presente en la atmósfera, algo que no hemos podido realizar, por si fuera necesario hacer alguna modificación en cuanto al número de visitas.

bibliografía

- Rodríguez Martínez, Francisco., (1977): La Serranía de Ronda. Estudio Geográfico. Tesis Doctoral. Pág. 15 - 19 - 29 - 53 - 89
- Medina, Mariano., (1976): Meteorología Básica Sinóptica. Pág. 31 - 78 - 127
- Goody Richard M. y Walker James C.G., (1975): Las atmósferas. Pág. 57 - 124
- Capel Molina, José Jaime., (1981): Los climas de España. Colegio Universitario de Almería. Pág. 45 - 115 - 133 - 223.
- Labeyrie, Jacques., (1986): El hombre y el clima. Premio Científico Fundación de Francia. Pág. 132 - 151 - 182.
- Moreno Borrel, Saturnino - Oliva Espallardo, Juan - Fernández Compan, Antonio - Martínez Villar, Alberto y Atencia Páez, Consuelo., (1989): Guía del medio ambiente de la provincia de Málaga. Diputación Provincial de Málaga. Pág. 67 - 99.
- VARIOS: (1974) "IV Campamento Nacional de Espeleología. Operación España 71 (Montejaque - Benaolán)". Instituto de Cultura de la Diputación Provincial de Málaga. Servicio de Publicaciones, Pág. 41.
- Plan especial de protección del medio físico y catálogo de la provincia de Málaga. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía., (1987.): Pág.: 85 - 86 - 87 - 88 - 89
- Eraso Romero, Adolfo.(1969) "La corrosión climática de las cavernas". Pág. 1 - 27
- Andrieux, Claude.,(1970): "Sur le rôle de la climatologie dans les recherches souterraines". Comunicaciones del Primer Congreso Nacional de Espeleología, Barcelona 1970. Pág. 173 - 184
- Llopis, Noel.(1970): "Sobre algunos principios fundamentales de morfología e hidrogeología kárstica". Pág. 269.
- Estudio climático de la cueva de Pedro Fernández Villacañas. Sección de Espeleología del Grupo de Empresa de Satisfacción Eléctrica S.A. Madrid., 1978. Pág.43.
- Eraso Romero, Adolfo, (1964) "Ideas sobre Climatología Subterránea". Estudios del Grupo Espeleológico Alavés 1962 - 1963. Diputación Foral de Álava. Consejo de Cultura.
- Rodríguez Vidal J. (1979): "Variaciones climáticas en el ecosistema de la Cueva de Nerja". Revista Jábe-ga. Málaga.
- Eraso Romero, Adolfo (1973) "La entalpía como escala energética de la ecología de las cavernas". Actas del IV Congreso Internacional de Espeleología.
- Otero Collazo, Vladimir. "Notas al comportamiento de las masas gaseosas de la cueva Balzola, Dima, Bilbao".
- Ramírez Trillo, Federico - Wallace Moreno, Manuel y otros (1985). La Cueva de Nerja. Primer Premio de Investigación del Gobierno Civil de Málaga y Patronato de la Cueva de Nerja, 1981.
- Andrieux, Claude.,(1966) "24 heures de mesures et d'observations climatologique souterraines". Annales de Spéléologie. Tomo 21. Fasc. II.
- Contribución al estudio del clima en las cavidades naturales de los macizos kársticos. Annales de Spé-léologie. 1972
- Ruiz de Sárate, Serafín y otros (1986) "Fundamentos físicos de la termodinámica". Pueblo y Educación.
- Mark W. (1975) "Principios de la termodinámica". Aguilar de Ediciones S.A. Pág. 394.

BIBLIOGRAFIA ESPELEOLOGICA ANDALUZA

2009

MANUEL J. GONZÁLEZ-RÍOS

Centro de Documentación y Museo de la Espeleología
gonzalezrios@movistar.es

Se recogen en este trabajo aquellos artículos y libros relacionados con las cavidades en nuestra comunidad andaluza o escritos por andaluces, publicados durante 2009 y que forman parte de los fondos documentales del Centro de Documentación y Museo de la Espeleología.

Se han ordenado por provincias y dentro de cada una de ellas por el apellido del primer autor.

Somos conscientes de que este listado no está completo, por lo que solicitamos, de nuevo, la colaboración del lector enviándonos las publicaciones, a ser posible originales, de las referencias no reseñadas, así como todo aquello que se publique.

GENÉRICOS SOBRE ANDALUCÍA:

NO CONSTA AUTOR

ESTALACTITAS: LAS CHIVATAS DEL CLIMA. (FOTOS CUEVA DEL AGUA IZNALLOZ Y SORBAS)
GEO, 268, P. 22

PEREZ FERNANDEZ, TONI Y PEREZ RUIZ, ANTONIO

EL ESTADO ACTUAL DE LA BIOSPELEOLOGIA EN ANDALUCIA
EL GOUR, 9, PP. 31-32

TELLEZ GOTTARDI, ALEJANDRO Y MEGIAS ESCUDERO, ALEJANDRO

EXPERIENCIA EN LA TECNIFICACION DEPORTIVA DE LA FEDERACION ANDALUZA DE ESPELEOLOGIA
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 411-422

ALMERÍA:

BENAVENTE HERNANDEZ, JOSE

UN PEQUEÑO REPASO DE LA HISTORIA DE LAS EXPLORACIONES EN SORBAS
EL AFA, 20, PP. 23-26

CALAFORRA, JOSE MARIA

EL KARST EN YESO DE SORBAS. HACIA UN NUEVO "GEO-PARK" DE LA UNESCO
EL AFA, 20, PP. 27-33

CASTRO NOGUEIRA, HERMELINDO

PASADO Y FUTURO DEL KARST EN YESOS DE SORBAS
EL AFA, 20, PP. 6-8

CONTRERAS, FRANCISCO JOSE

EL KARST EN YESOS EN LA ECONOMIA DE SORBAS
EL AFA, 20, PP. 20-22

GARCIA SANCHEZ, JUAN

COMO PASA EL TIEMPO – SORBAS
EL AFA, 20, PP. 12-15

GONZALEZ RAMON, ANTONIO

GENESIS DE CAVIADES POR PROCESOS GRAVITACIONALES. EL CASO DEL CERRO DEL ROQUEZ (CHIRIVEL, ALMERIA)
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 285-294

NAVARRO OTAROLA, VICENTE Y RODRIGUEZ ROJAS, FERNANDO

LA SIMA ANASTASIA: LA CAVIDAD MAS PROFUNDA DE ALMERIA
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 211-216

PEREZ PEREZ, ANDRES

CONOCER PARA CONSERVAR - SORBAS
EL AFA, 20, PP. 16-19

ROLDAN, EMILIO

EL KARST COMO HERENCIA
EL AFA, 20, PP. 9-11

THIBAUT, ALAIN Y GUTIERREZ LABOURET, MANUEL

CATALOGO GENERAL DE CAVIDADES DEL KARST EN YESOS DE SORBAS, CATSORBAS
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 143-147

GRANADA:

ARENAS, ANTONIO

PUBLICADOS DOS NUEVOS LIBROS SOBRE EL ORIGEN ROMANO DEL BALNERARIO Y LAS CUEVAS DE ALHAMA Y JATAR
FERIA SEPTIEMBRE 2009, P. 13

CANO VALENZUELA, JOSE MANUEL

NUDOS
MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 10-13

CARMELO A. GARCIA

HISTORIA DE NIVEL 10
MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 2-4

ARTÍCULOS
EN REVISTAS

CARMELO A. GARCIA

MEMORIA DE ACTUACIONES DE CUEVA BLANCA (EL PADUL)

MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 5-6

CARMELO A. GARCIA

CUEVA DE LA ARCILLA (EL PADUL - GRANADA)

MUNDO SUBTERRANEO, 1, P. 25

GONZALEZ RIOS, MANUEL JOSE

RESUMEN HISTORICO DEL GRUPO DE ESPELEOLOGOS GRANADINOS (1949-2008)

MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 19-20

GONZALEZ RIOS, MANUEL JOSE

APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE LA CUEVA DEL AGUA (IZNALLOZ, GRANADA) A TRAVES DE LA BIBLIOGRAFIA (1927-2005). CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP. 389-401

GRUPO DE ESPELEOLOGIA DE VILLACARRILLO

VISITA A LA CUEVA DE DON FERNANDO (CASTRIL, GRANADA)

ESPELEO, 21, P. 13

MORALES ROMERO, MARIA JOSE

VIDA BAJO TIERRA

MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 7-9

NOTA DE LA REDACCION

INMACULADA ORIA, PRESIDENTA DE LA ASOCIACION DE CUEVAS.

FITUR ESCENARIO DE LA PRESENCIA DE LOS ACTOS DEL ANIVERSARIO DE LA CUEVA DE LAS VENTANAS

PIÑAR INFORMACION, 3, P. 7

NOTA DE LA REDACCION

EMOTIVO CONCIERTO DE FLAMENCO EN EL AUDITORIO DE LA CUEVA DE LAS VENTANAS

PIÑAR INFORMACION, 4, P. 9

NOTA DE LA REDACCION

EL AUDITORIO DE LA CUEVA SE ESTRENA CON EL PRIMER CONCIERTO CLASICO DEL FEX 2009 - CUEVA DE LAS VENTANAS

PIÑAR INFORMACION, 3, P. 9

NOTA DE LA REDACCION

X ANIVERSARIO DE LA CUEVA DE LAS VENTANAS. EL DELEGADO DE CULTURA INAUGURA LA MUESTRA SOBRE TURISMO SUBTERRANEO

PIÑAR INFORMACION, 3, PP. 10-11

ORTEGA ALVAREZ, MANUEL

UNA VIDA DEDICADA A LAS CUEVAS

MUNDO SUBTERRANEO, 1, P. 23

PEREZ GARCIA, MANUEL

BOTIQUIN BASICO Y PROTOCOLO DE ACTUACION PARA EL ESPELEOLOGO

MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 14-15

PEREZ MORALES, FERNANDO

MI EXPERIENCIA COMO OPERADOR DE CAMARA DE TV EN LAS CUEVAS

MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 16-18

**MÁLAGA:****ALVERO CURZ, JOSE RAMON; CARILLO DE ALBORNOZ-GIL, MARGARITA; MARTIN FERRER, R.**

ESTUDIO DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN ACTIVIDADES ESPELEOLOGICAS

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 425-433

ARRESE GONZALEZ, B.; DURAN VALSERO, J.J. Y LOPEZ MARTINEZ J.

COMPARACION DE PARAMETROS AMBIENTALES EN DOS CUEVAS TURISTICAS CON DIFERENTES CARACTERISTICAS: CUEVA DE VALPORQUERO (LEON) Y CUEVA DE NERJA (MALAGA)

CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP. 145-155

BENAVENTE, J.; MORAL, F.; VADILLO, I. Y CARRASCO, F.

MODELIZACION HIDROGEOQUIMICA DEL AGUA DE GOTEADO EN UNA CAVIDAD KARSTICA TURISTICA (CUEVA DE NERJA, MALAGA) BASADA EN DATOS EXPERIMENTALES DE CONTENIDOS DE CO2

CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP. 157-166

BERROCAL PEREZ, JOSE ANTONIO

SIMA G.E.S.M. 1971-2008

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 33-58

CLAVERO, J.L.; MARIN, F.; MARTINEZ, M.A. Y MATEOS A.

ACTIVIDAD SISMICA Y DINAMICA DE LA FALLA SISMOGENETICA DEL GRAN TERREMOTO DE ANDALUCIA (1884). LOS ESPELEOTEMAS COMO INDICADORES SISMICOS Y PALEOSISMICOS

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 303-317

DIAZ, JAVIER Y TORRES, DAVID

SURGENCIA DE LAS LOMAS: UN LAMINADOR AL FILO DE LO IMPOSIBLE

EL GOUR, 9, PP. 20-23

DISNEY, HENERY; PEREZ, ANA M.; PEREZ, TONI Y TORRES, DAVID

NUEVA ESPECIE DE DIPTERO (FAM. PHORIDAE) DESCUBIERTA EN EL COMPLEJO DEL ROMERAL (ANTEQUERA, MALAGA)

ESPELEO BIO-ESPELEO, 21, PP. 49-51

FELGUERA BALLESTEROS, BALTASAR, PLANA PAN-YART, PEDRO Y FERNANDEZ M. JOSE I.

OPERACION SIERRA DE YEGUAS 12 DE MAYO DE 1963

EL GOUR, 9, PP. 8-13

FELGUERA HERRERA, ILDEFONSO

40 AÑOS DE MUNDO SUBTERRANEO

EL GOUR, 9, PP. 3-7

FERNANDEZ, JOSE LUIS

HONGO ENCONTRADO POR EL G.E.V. EN LA CUEVA DEL YESO III (ANTEQUERA, MALAGA)

ESPELEO BIO-ESPELEO, 21, PP. 54-55

FERRER MARTIN, ROGELIO Y PEREZ GUTIERREZ, DAVID

SIERRA DE LAS NIEVES: UN GRAN LABORATORIO DE INVESTIGACION DEL KARST

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 59-68

GARRIDO LUQUE, A.; GIL GUTIERREZ, C.; MORA MONDEJAR, C. Y OTROS

ACTUACION EN LA SALA DEL VESTIBULO DE LA CUEVA DE NERJA PARA SU MUSEALIZACION

CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP. 259-271

GARRIDO LUQUE, A.; ROSAL PADIAL, Y DEL; LIÑAN BAENA, C. Y MONTESINO BACA, A.

PLAN DIRECTOR DE CONSERVACION DE LA CUEVA DE NERJA (MALAGA)

CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP. 295-304

LIÑAN BAENA, C.; CARRASCO CANTOS, F.; CALAFORRA CHORDI, J.M.; Y OTROS

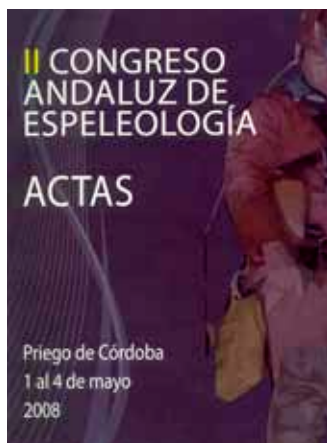
CONTROL DE PARAMETROS AMBIENTALES EN LAS GALERIAS ALTAS Y NUEVAS DE LA CUEVA DE NERJA (MALAGA). RESULTADOS PRELIMINARES

CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP. 131-144

MARTINEZ DE TEJADA MORENO, LUIS

PORTAL ON LINE Y FORMACION VIRTUAL

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 443-447



MALAGA

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 89-113

ROSAL PADIAL, Y. DEL; LARA OJEDA, M.D.; TINAUT RANERA, A. Y GARRIDO LUQUE, A.

LA ENTOMOFAUNA DE LA CUEVA DE NERJA (MALAGA)

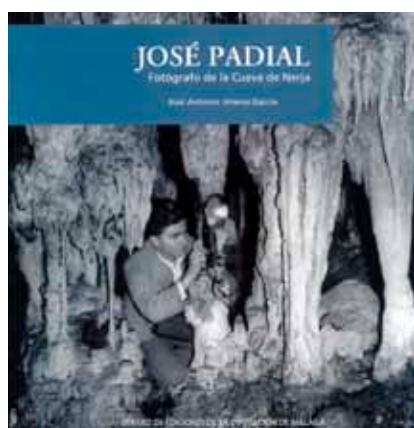
CUEVAS TURISTICAS CUEVAS VIVAS - ACTAS CONGRESO ACTE 2008, PP.91-100

SANCHEZ PEREZ, JOSE E.; BERROCAL PEREZ, JOSE A. Y OTROS

CENTRO DE INTERPRETACION DEL KARST DE LA SIERRA DE LAS NIEVES
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 473-496

SOTO PORTELLA, JAVIER Y RODRIGUEZ ROMERO, CALIXTO

SIERRA BLANCA. REALIZACION DE SU CATALOGO DE CAVIDADES
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 189-204



JAÉN:

ARBEA, JAVIER I. Y PEREZ FERNANDEZ, TONI

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS COLEMBOLOS CAVERNICOLAS DE LA PROVINCIA DE JAEN (I): CUEVAS DEL MUNICIPIO DE HORNOS DE SEGURA

ESPELEO BIO-ESPELEO, 21, PP. 56-58

GARCIA RUIZ, ANDRES

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS QUILOPODOS CAVERNICOLAS DE LA PROVINCIA DE JAEN (II): CUEVAS DE LA FUENTE DEL TEJO Y SECRETA DEL POYO MANQUILLO

MONOGRAFIAS BIOSPELEOLOGICAS, 4, PP. 14-16

GARCIA SOCIAS, LLUC

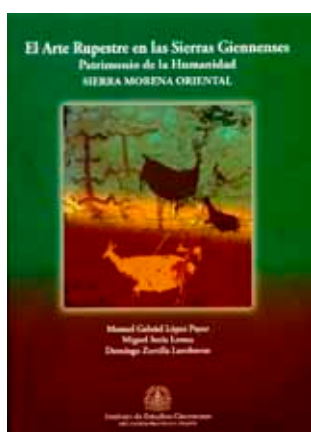
TRICHONISCUS PEREZI GARCIA, 2008, UN NUEVO ISOPODO TERRESTRE CAVERNICOLA (TRICHONISCIDAE) DE LAS SIERRAS DE JAEN

MONOGRAFIAS BIOSPELEOLOGICAS, 4, PP. 1-3

GONZALEZ RAMON, ANTONIO; LOPEZ CHICANO, MANUEL Y RUBIO CAMPOS, JUAN CARLOS

CAVIDADES EN LAS SIERRAS DE PAGALAJAR Y MOJON BLANCO (JAEN), ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 279-284



NACHO ALEGRE (FOTOS)

BELLA ENTRE ESTALACTITAS - CUEVA DE NERJA
EL PAIS SEMANAL, 1713, 26 JULIO, PP. 68-75

PEDRAZA BERGUILLOS, PEDRO; JIMENEZ LOPEZ, SEBASTIAN Y GOMEZ LABAT, MIGUEL

PROYECTO COMPLEJO DE LA MOTILLA. AVANCE DE LAS EXPLORACIONES
ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 149-158

RODRIGUEZ VIDAL, JOAQUIN; CACERES PURO, LUIS M. Y SANTIAGO PEREZ, ANTONIO

RASGOS MORFOLOGICOS FLUVIALES EN CUEVAS DE MEANDRO. RIO

GUADIARO (MALAGA, ESPAÑA). IMPLICACIONES PALEOHIDROLOGICAS

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 269-278

ROMO VILLABA, JORGE L.; TORRES DIAZ, GERARDO; SANCHEZ BRISO, AURELIO Y OTROS

INVESTIGACIONES ESPELEOLOGICAS EN EL POLJE DE LA NAVA DE SAN LUIS, SIERRA DE LAS NIEVES (MALAGA)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 75-88

ROMO VILLABA, JORGE L.; GOMEZ ZOTANO, J.; TORRES DIAZ, J.I. TORRES DIAZ, GERARDO

EXPLORACIONES SUBTERRANEAS EN EL KARST DE UTRERA (CASARES,

GRUPO ESPELEOLOGIA VILLACARILLO

EXPLORACIONES 2009

ESPELEO, 21, PP. 1-4

GRUPO ESPELEOLOGIA VILLACARILLO

ESCUELA DE ESPELEOLOGIA

ESPELEO, 21, PP. 5-7

GRUPO ESPELEOLOGIA VILLACARILLO

JORNADAS DE DIVULGACION DE LA ESPELEOLOGIA - PREMIOS ESPELEO 2009

ESPELEO, 21, PP. 8-10

GRUPO DE ESPELEOLOGIA DE VILLACARRILLO

NUOVO LIBRO SULLA CAVITÀ DELLA PROVINCIA DI JAEN

ESPELEO, 21, PP. 11-12

GRUPO ESPELEOLOGICO DE VILLACARRILLO

HISTORIA DE LAS EXPLORACIONES ESPELEOLOGICAS EN HORNOS

HORNOS DE SEGURA - PROGRAMA FIESTAS AGOSTO 2009

LARA RUIZ, JOSE

PHYLLITIS SCOLOPENDRIUM (L.) NEWMAN SUBSP. SCOLOPENDRIUM,

HELECHO DE LAS SIMAS DEL PARQUE NATURAL DE CAZORLA, SEGURA

Y LAS VILLAS (JAEN, ESPAÑA)

MONOGRAFIAS BIODIPELOLOGICAS, 4, PP. 10-13

MORAL TELLO, ANDRES

ULTIMAS EXPLORACIONES EN EL KARST DE LA LOMA DE CAGASEBO,

SIERRA DE CAZORLA (JAEN)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 181-188

PEREZ FERNANDEZ, TONI; PEREZ RUIZ, ANTONIO Y

PEREZ FERNANDEZ, JESUS

30 AÑOS DE EXPLORACIONES DEL G.E.V.

MUNDO SUBTERRANEO, 1, PP. 21-22

PEREZ FERNANDEZ, TONI

CATALOGO PROVISIONAL DE INVERTEBRADOS CAVERNICOLAS DE LA

PROVINCIA DE JAEN (JAEN, ESPAÑA)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 337-349

PEREZ FERNANDEZ, TONI Y PEREZ RUIZ, ANTONIO

LA BIODIPELOLOGIA Y EL G.E.V. EN 2009

ESPELEO BIO-ESPELEO, 21, PP. 59-60

PEREZ RUIZ, ANTONIO Y PEREZ FERNANDEZ, TONI

EXPLORACIONES ESPELEOLOGICAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE

HORNOS DE SEGURA (JAEN, ANDALUCIA ESPAÑA)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 217-223

SANTAELLA ALBA, ANDRES; GUADIX CASTRO, MIGUEL

A. Y GONZALEZ RIOS, MANUEL J.

DESARROLLO DE LAS EXPLORACIONES EN EL COMPLEJO DEL ARROYO

DE LA RAMBLA, PEAL DE BECERRO (JAEN, ESPAÑA). NOVEDADES TRAS

LA EXPLORACION DEL SIFON DE 1100 METROS.

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 69-74

TIERNO DE FIGUEROA, J.M.; LOPEZ RODRIGUEZ, M.J.

Y PERALTA MARAVER, I.

REPRODUCCION DE LA SALAMANDRA (SALAMANDRA SALAMANDRA

(LINNAEUS, 1758)) EN LA CUEVA DEL NACIMIENTO DEL ARROYO DE

SAN BLAS (SILES, JAEN)

ESPELEO BIO-ESPELEO, 21, PP. 52-53

CÓRDOBA:

ALCALA ORTIZ, ANTONIO; RUIZ RUANO COBO, FRANCISCO Y AGUSTIN

CATALOGO DE CAVIDADES DE LAS SIERRAS SUBBETICAS (CORDOBA)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 159-169

ALCALA ORTIZ, ANTONIO; RUIZ RUANO COBO, FRANCISCO Y AGUSTIN Y BERMUDEZ, F.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA CUEVA DE LOS CUARENTA

(SIERRAS SUBBETICAS, PRIEGO DE CORDOBA): UNA APORTACION AL

TRABAJO ARQUEOLOGICO

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 255-262

BERMUDEZ CANO, RAFAEL

RECOPILACION BIBLIOGRAFICA REFERENTE A LA ARQUEOLOGIA E HISTORIA

DE LAS CAVIDADES DE LA SUBBETICA CORDOBESA

ANTIQUITAS, 21, PP. 293-325

BERMUDEZ CANO, RAFAEL

SIMAS DE LOS CALLEJONES, EL MACHO Y CHOLONOS. TRES "MILES" EN DESARROLLO: HISTORIA DE SUS EXPLORACIONES Y RESULTADOS OBTENIDOS

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 225-251

CARMONA AVILA, RAFAEL

UNA CONTRIBUCION A LA HISTORIA DE LA ESPELEOLOGIA ANDALUZA: LA EXPLORACION DE LA CUEVA DE BURGOS (CARGABUEY, CORDOBA)

EN 1623

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 377-385

FORCADA SERRANO, MIGUEL

ARQUEOLOGOS VS. ESPELEOLOGOS: PREHISTORIA DEL MUSEO ARQUEOLOGICO DE PRIEGO (1963-1983)

ANTIQUITAS, 21, PP. 285-292

GALO SANCHEZ, FRANCISCO

RELATOS Y LEYENDAS DE LA SIMA DE CABRA, LUGAR DE PIONEROS EN ESPELEOLOGIA

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 387-397

GARCIA RUIZ, ANDRES Y BAENA, MANUEL

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS LITIOBIOMORFOS CAVERNICOLAS (MYRIAPODA, CHILOPODA) DE LA PROVINCIA DE CORDOBA

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 329-336

LOPEZ COLON, JOSE I. Y PEREZ FERNANDEZ, TONI

RESEÑA CIENTIFICA Y BREVE BIOGRAFIA. PROFESOR D. MANUEL BAENA

MONOGRAFIAS BIODIPELOLOGICAS, 4, PP. 4-9

LOPEZ COLON, JOSE I. Y PEREZ FERNANDEZ, TONI

RESEÑA CIENTIFICA Y BREVE BIOGRAFIA. PROFESOR D. MANUEL BAENA

MONOGRAFIAS BIODIPELOLOGICAS, 4, PP. 4-9

NOTA DE LA REDACCION

MEMORIA DEL II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA. 1-4 DE MAYO DE 2008, PRIEGO DE CORDOBA

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 499-510

RECIO ESPEJO, J.M.; CHIC ACEVEDO, E.J.; RUIZ RUANO, A. Y NUÑEZ GRANADOS, M.A.

CAVIDADES, HIDROLOGIA Y EXPLOTACION MINERA EN EL ARROYO BEJARANO (SATNA MARIA DE TRASSIERRA, CORDOBA)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 295-302

RODRIGUEZ ROJAS, FERNANDO; ORDOÑEZ AGUILAR, DAVID Y RODRIGUEZ ROJAS, JOSE R.

BREVE HISTORIA DE LA SIMA DE FUENTE ALHAMA. HABITA DEL GALLIPATO (PLEURODELES WALTJ)

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 321-328

CÁDIZ:

JENNINGS, R.P.; GILES PACHECO, F.; BARTON, R.N.E.; COLLCUTT, S.N. Y OTROS

NEW DATES AND PALAEOENVIRONMENTAL EVIDENCE FOR THE MIDDLE

TO UPPER PALAEO-LITHIC OCCUPATION OF HIGUERAL DE VALLEJA CAVE,

SOUTHERN SPAIN

QUATERNARY SCIENCE REVIEWS, XXX, PP. 1-10 - DOI:10.1016/J.

QUASCIREV.2008.11.014

MILLAN NARANJO, JOSE

RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LAS CAMPAÑAS DE EXPLORACION

REALIZADAS EN LAS PRINCIPALES CAVIDADES DE LOS LLANOS DEL

REPUBLICANO, 2002-2007

ACTAS II CONGRESO ANDALUZ DE ESPELEOLOGIA, PP. 115-142

MILLAN N., JOSE Y AAES

RESUMEN DE LA CAMPAÑA 2008 EN EL SISTEMA REPUBLICANO-CABITO. ALCANZADOS LOS 2.600 METROS DE DESARROLLO

EL GOUR, 9, PP. 24-25

MILLAN N., JOSE Y AAES

LA SIMA DEL NAVAZO HONDO, CES-1

EL GOUR, 9, PP. 26-27



DURAN GARCIA, JORGE

PLANO GUIA SISTEMA REPUBLICANO - CABITO. VILLALUENGA DEL ROSARIO (CADIZ)

240X173 (PLEGADO); CARTEL A TODO COLOR 483 X 684; EDITA: FAE

GRUPO DE ESPELEOLOGIA DE VILLACARRILLO

HISTORIA DE LAS EXPLORACIONES Y CATALOGO DE CAVIDADES HORNOS

DE SEGURA (JAEN)

236X169; 126 P.; EDITA: GRUPO DE ESPELEOLOGIA DE VILLACARRILLO

JIMENA GARCIA, JOSE ANTONIO

JOSE PADIAL. FOTOGRAFO DE LA CUEVA DE NERJA. 240X220; 56 P.;

EDITA: CENTRO DE EDICIONES DE LA DIPUTACION DE MALAGA

LOPEZ PAYER, M. G.; SORIA LERMA, M. ZORRILLA

LUMBRERAS, D.

EL ARTE RUPESTRE EN LAS SIERRAS GIENNENSES. PATRIMONIO DE LA

HUMANIDAD. SIERRA MORENA ORIENTAL

311X221; 854 P.; EDITA: INSTITUTO DE ESTUDIOS GIENNENSES - DIPUTACION PROVINCIAL DE JAEN

SANTAELLA ALBA, A.; GONZALEZ-RIOS, M.J.; LOPEZ

CHICANO, M. MARTIN ROSALES, W. Y GOMEZ FONTALVA, J. M.

EXPLORACIONES BAJO EL DESIERTO DE PIEDRA. ALHAMA DE GRANADA - ARENAS DEL REY (GRANADA)

240X170; 152 P.; EDITA: GRUPO DE ESPELEOLOGOS GRANADINOS

ANDALUCÍA SUBTERRÁNEA 24

EDITA

Federación Andaluza de Espeleología
Número 23, año 2013

DIRECTOR

José Antonio Berrocal Pérez

CONSEJO DE REDACCIÓN

Olvido Tejedor Huerta
José E. Sánchez Pérez
Eduardo Llinas Almadana

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Jorge Durán García

DEPÓSITO LEGAL

SE-849/99

ISSN

1887-7796

COLABORAN EN ESTE NÚMERO

José Antonio Berrocal Pérez
Manuel Wallace Moreno

PEDIDOS Y SUSCRIPCIONES

Federación Andaluza de Espeleología
C./ Aristófanos 4, 1º-Oficina 7
29018 Málaga
Teléfono: 952 21 19 29
correo electrónico: fae@espeleo.com
web: www.espeleo.com

Normas de Publicación en Andalucía Subterránea

Los temas preferentes para su publicación son los relativos a exploraciones hechas en Andalucía, y a la actividad de sus clubes, ya sea en la propia comunidad o fuera de ella.

- Los textos deberán estar escritos en un procesador de textos convencional, a ser posible en Word.
- Su extensión máxima, salvo casos excepcionales, no excederá de los 10000 caracteres. Si se supera se podrá consultar con el Consejo de Redacción para su publicación.
- Se evitarán a ser posible las notas a pie de página. Toda la información deberá estar incluida en el texto. La bibliografía se permite, señalando lo más relevante para el artículo en cuestión.
- Se recomienda el uso de imágenes para ilustrar el texto. Se deberían enviar cuantas sean posibles, con la máxima calidad, o ya tratadas a unos 300 dpi. Se recomienda en formato TIFF.
- Los planos y topografías deberán llegar en el mismo formato y calidad, con el tamaño suficiente para ser reproducidos en A4 (una página completa). Las grandes cavidades tendrán un tamaño que permita su publicación en A3 (doble página).
- Ojo con la ortografía, la puntuación y los extranjerismos.
- Por razones prácticas y de organización, es recomendable que los envíos se realicen por correo electrónico, o bien en CD o DVD a las oficinas de la Federación, a:

Correo Electrónico

fae@espeleo.com

Correo Convencional

Federación Andaluza de Espeleología

C./ Aristófanos 4, 1º-Oficina 7 29018 Málaga

- Os animamos a que nos enviéis cualquier sugerencia sobre la revista, en relación a sus contenidos, a la forma en que están presentados, etc., ya que un mejor trabajo de todos redundará en una mejor revista para todos.
- La revista no se hace responsable de las ideas y opiniones expresadas por los autores de los artículos.

URGENTE



CIRCULAR N° 4/2013

Málaga, 17 de diciembre de 2013

Habilitación de las Licencias con la FEE

Comunicaros que se ha ultimado un acuerdo económico en la Comisión Delegada de la Federación Española de Espeleología del 14 de diciembre pasado, por el que todos los deportistas y clubes miembros activos de la Federación Andaluza de Espeleología, al obtener su licencia individual de deportista, juez o técnico, en cualquier categoría, así como todos los clubes que renueven su inscripción anual, pasarán a estar habilitados automáticamente por la F.E.E. para todo el territorio nacional sin coste económico individual alguno, ya que se ha establecido un canon anual que será asumido íntegramente por la F.A.E.

Aquellos clubes y deportistas, técnicos o jueces que habilitaban hasta ahora la licencia de forma directa pagando una cuota, no tendrán que realizar pues ningún trámite ni desembolso monetario, y en la propia tarjeta federativa de la F.A.E., figurará en su reverso la siguiente indicación:

Licencia habilitada para todo el territorio nacional por la Federación Española de Espeleología

Creemos que es un acuerdo importante y una buena noticia para todo nuestro colectivo, que da un plus añadido a nuestra licencia federativa.

José Antonio Berrocal
Presidente



El Albergue de Ramales

CONÓCENOS

40 PLAZAS DISTRIBUIDAS EN VARIAS HABITACIONES
SALÓN CON CHIMENEA, CALEFACCIÓN, JARDÍN, BARBACOA, WIFI.....



El albergue está situado a las afueras del pueblo de Ramales de la Victoria, en la mancomunidad de municipios del alto Asón, en la zona oriental de Cantabria.

Su ubicación le hace estar en una zona privilegiada por su cercanía a diferentes puntos de interés; Playa de Laredo (15 min), Parque Natural Collados del Asón (15 min), infinidad de cuevas (15 min) y acceso a pie a la zona de escalada y varias rutas de senderismo.

Es una casa de estilo montañés con más de cien años de antigüedad; cuenta con 40 plazas distribuidas en habitaciones de 4,6,8,10 y 12 plazas, todas ellas con calefacción.

