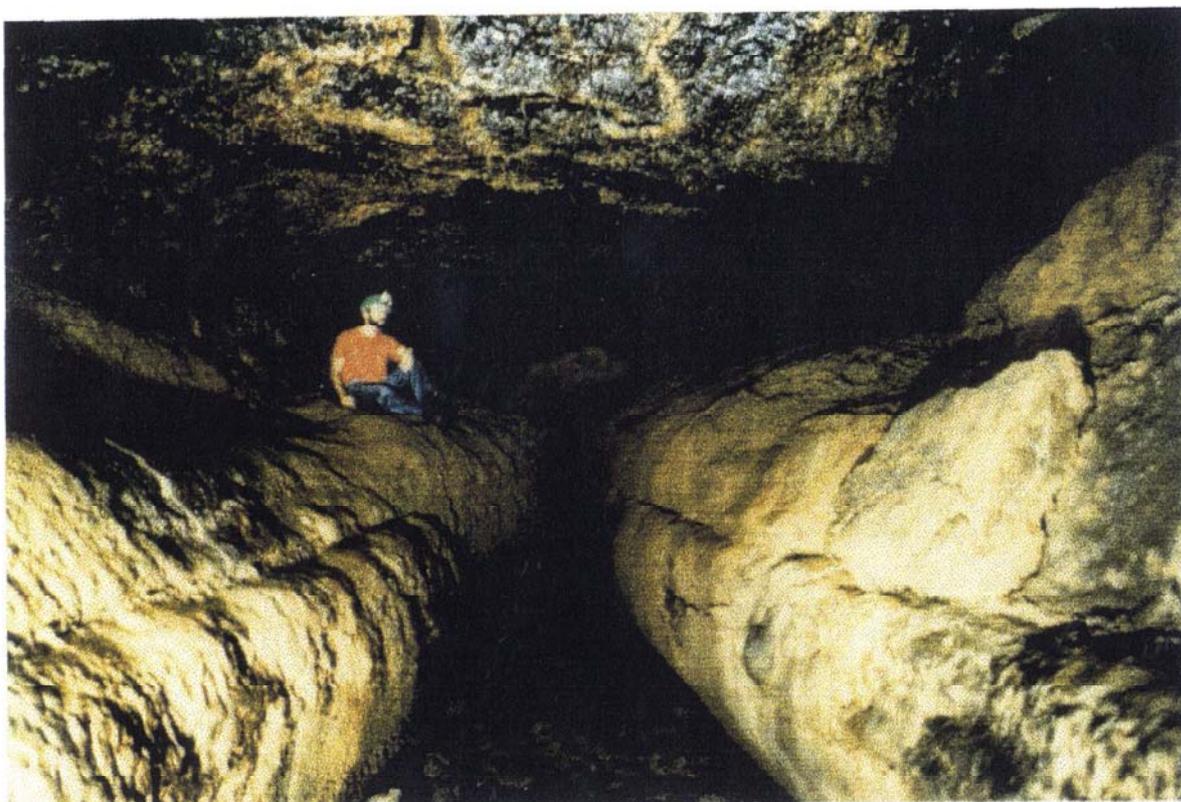


**Curso:**

**Conservación de cavidades volcánicas de  
Canarias.**



**GOBIERNO DE CANARIAS**

CONSEJERIA DE POLÍTICA TERRITORIAL  
Y MEDIO AMBIENTE.



# **EL ORIGEN DE CANARIAS Y LA GEOLOGÍA DE LOS TUBOS VOLCÁNICOS.**

**JUAN JESÚS COELLO**

**(GEÓLOGO. CONSULTOR)**

## **1. Introducción. El origen de Canarias.**

Es bien sabido que Las Canarias son un archipiélago de origen volcánico. Las islas que lo forman son grandes edificios de lavas y piroclastos, que emergen desde el fondo oceánico, a unos 4000 m de profundidad. La mayor y más alta, Tenerife, alcanza una altura de 3718 m sobre el nivel del mar, lo que supone una altura total cercana a los 8000 m. Sus dimensiones lo convierten en el tercer mayor volcán conocido en la Tierra, por detrás de dos gigantescos volcanes en escudo de Hawaii.

El volcanismo incluye todas las manifestaciones naturales que se suceden cuando una masa de magma, roca fundida con gases disueltos, llega a la superficie. Por lo tanto, las erupciones no son sino el reflejo superficial de un proceso más profundo, la fusión de las rocas del Manto Superior, una capa de nuestro planeta cuyas condiciones de temperatura y presión favorecen la formación de magmas.

El volcanismo de las Islas Canarias implica que en la zona del Manto superior situada bajo ellas se han estado formando magmas desde hace al menos unos 20 o 25 millones de años. La razón de este magmatismo, situado en un ambiente oceánico dentro de la placa africana, no se conoce con exactitud, y existen varias teorías que intentan explicar el fenómeno. Las más modernas invocan la existencia de un punto anormalmente caliente en el Manto, o un magmatismo asociado a procesos tectónicos de diversos tipos.

## **2. Las cavidades volcánicas de Canarias.**

Las cuevas volcánicas constituyen sólo una de las muchas formas y estructuras relacionadas con los procesos eruptivos. Sin embargo, son de un especial interés científico, particularmente en ambientes insulares, ya que, aparte de su valor geológico, constituyen para la fauna hábitats muy singulares, actúan como trampas de acumulación de restos paleontológicos, y han sido objeto de varios usos por parte de los pobladores humanos, desde la prehistoria a los tiempos actuales.

A continuación trataremos de dar una visión general de los procesos y factores geológicos fundamentales que intervienen en la formación de estas cuevas, y también los procesos que eventualmente conducen a su destrucción. Usaremos para ello ejemplos muy conocidos de cuevas del archipiélago canario

### 3. Mecanismos de formación: tubos y simas.

Una primera división de las cuevas volcánicas puede hacerse según su morfología: se habla de tubos cuando la cavidad tiene un desarrollo horizontal (en planta) mucho mayor que en la vertical, y de simas en el caso contrario. Esta división también tiene a grandes rasgos un significado genético, es decir, los mecanismos de formación de unos y otras son diferentes.

Los tubos volcánicos aparecen casi siempre en coladas de lava, normalmente de composición basáltica o similar, y se forman durante su movimiento y consolidación. La parte externa de la colada, en contacto con el aire, se enfría con mayor rapidez que la parte interna. Se genera así una costra exterior sólida, que forma diques laterales y una corteza superior. Esta costra aísla el interior de la colada, que, al estar más caliente, puede seguir fluyendo. Cuando el aporte de lava cesa, puede producirse un vaciamiento interno, que deja un conducto hueco.

Existen dos morfologías principales de lavas basálticas, que reciben nombres muy exóticos, de origen hawaiano. El primer tipo, denominado pahoehoe, está constituido por lavas muy fluidas, de gran movilidad. Se caracterizan por formar, al enfriarse, cortezas lisas, que se pliegan durante el flujo y dan lugar a las llamadas lavas cordadas. En otras ocasiones, la corteza adquiere formas bulbosa (lavas en tripas). Es en este tipo de coladas, donde la corteza externa no se rompe en exceso durante el flujo, donde los tubos volcánicos son más abundantes y adquieren mayor recorrido.

Además, con frecuencia estas lavas se generan en grandes erupciones efusivas, con grandes tasas de emisión de materiales fundidos. Se forman así campos de lava muy extensos, donde los tubos pueden ramificarse y alcanzar formas laberínticas, especialmente en zonas de pendiente reducida. Una de las erupciones de este tipo más características en Canarias es la que formó las coladas pahoehoe de la base del volcán de Pico Viejo, en Tenerife. Las lavas emitidas por este volcán fluyeron hacia el mar, cubriendo amplias zonas del Norte (Icod) y del Oeste (Valle de Santiago) de la isla. En ellas se localiza el Complejo Cueva del Viento-Sobrado, que con sus más de 17 km de galerías es el tubo de mayor recorrido total de Canarias, y muchos otros también importantes: Felipe Reventón, La Candelaria, Cueva de San Marcos (todos en Icod), y las cuevas de Los Roques, en Las Cañadas del Teide.

En la isla de El Hierro existe un ejemplo similar, aunque de dimensiones más reducidas, la moderna erupción de la Montaña del Julan, situada al Norte del caserío de La Restinga. Las lavas de este volcán cubren la mayor parte del vértice sur de la isla, y forman uno de los campos de lavas cordadas más hermosos de Canarias, el llamado Lajial Liso. En estas lavas se localizan numerosas cavidades, entre las que se encuentra la más larga de El Hierro, la cueva de Don Justo, un laberinto de galerías que suman en total más de 6 km de longitud.

Las coladas de tipo aa son algo más viscosas, lo suficiente para que la corteza se fragmente intensamente durante su movimiento, mientras que la parte interior suele fluir de manera lenta y en bloque. Al consolidarse, estas lavas forman zonas externas escoriáceas, llamadas en Canarias malpaís o volcán, y zonas internas masivas. Por su modo de moverse y

consolidar, los tubos volcánicos son menos frecuentes y de menor recorrido en ellas. En muchas ocasiones, aparecen en lavas que presentan morfologías mixtas entre los dos tipos descritos, con cortezas con zonas escoriáceas y zonas lisas o poco fragmentadas. Un ejemplo inuy conocido de tubos formados en este tipo de coladas es la Cueva de Todoque, en Los Llanos de Aridane (La Palma), que se formó en las lavas históricas del Volcán de San Juan (1949), del que se cumple este año el cincuenta aniversario.

Estudios realizados en lavas activas de Hawaii e Italia (volcán Etna), han descrito cuatro mecanismos diferentes de formación de tubos: 1) crecimiento paulatino de la corteza superior desde los bordes de la colada, donde está anclada a los diques laterales, hacia el interior del río de lava; 2) un techado también progresivo de la colada por el crecimiento hacia el interior de los diques laterales. El crecimiento se produce por acreción a partir de fragmentos flotantes de lava semisólida que se adhieren a los diques, o bien por desbordamientos laterales de la lava; 3) crecimiento hacia dentro de la corteza a partir de fragmentos de lava semisólida que quedan atrapados en un estrechamiento del río de lava; y 4) unión a los diques laterales de secciones completas de corteza. De ellos, el nº 2 parece ser el más usual, lo que explica la sección elíptica que presentan muchos tubos.

Entre los volcanólogos ha existido un cierto debate acerca de si las coladas son capaces de erosionar el sustrato por donde circulan, y formar tubos por excavación y profundización en el terreno. La dificultad principal para aceptar este fenómeno estaba en la imposibilidad de observarlo directamente en lavas activas, además de consideraciones sobre la capacidad de la lava para fundir las rocas del sustrato. En la actualidad existen evidencias que demuestran que, en ciertos casos, las coladas de lava son capaces de, si no fundir completamente las rocas del terreno, sí reblandecerlas lo suficiente para poder erosionarlas. Este proceso se ve favorecido por sustratos incoherentes (de piroclastos o sedimentos sueltos) o ya calientes (lavas anteriores de la misma erupción), o también cuando el flujo de lava es particularmente constante. El caso más conocido en Canarias es la Cueva de los Verdes de la isla de Lanzarote, En ella se observa como una colada pahoe-hoe de basaltos, emitida en la última fase de la erupción del Volcán de la Corona, excavó un profundo cauce en lavas anteriores de la misma erupción, aún calientes, formando así un tubo de más de 20 m de altura en algunos puntos.

Un caso muy particular de formación de tubos volcánicos se produce en materiales denominados aglutinados basálticos. Estos son acumulaciones de salpicaduras de lava que caen cerca del punto de emisión, en un estado aún plástico, por lo que se aplastan y sueldan entre sí al impactar contra el suelo. Si la pendiente de deposición de estos materiales es muy elevada, los aglutinados pueden fluir y amalgamarse, formando de así lavas denominadas reomórficas. En ocasiones, el flujo provoca un vaciamiento interno de las capas de aglutinados, con lo que se producen tubos de morfología muy similar a los anteriormente descritos. El ejemplo más espectacular de estas cavidades en Canarias es la Cueva del Hoyo, en Frontera (El Hierro), un tubo con 247 m de longitud y una pendiente de hasta 30° en algunos puntos. La gran belleza de esta cueva hizo que, en 1909, el ilustre geólogo E. Hernández-Pacheco recomendará encarecidamente su visita a todos los viajeros que recalaran en la isla.

En cuanto a las simas, son cavidades verticales que pueden tener diverso origen. En muchos casos son grandes fracturas verticales que afectan a coladas de basalto o fonolita de gran espesor. Estas fisuras pueden producirse por retracción (fracturación de la lava al contraerse durante su enfriamiento), o ser muy posteriores a la consolidación de las coladas. Entre este tipo de cavidades pueden citarse, entre otras, las simas de Montaña Rajada, en Las Cañadas del Teide (Tenerife), alguna de las cuales superan los 70 m de profundidad, y el Bujero del Silo, única cavidad volcánica de cierta importancia en La Gomera.

En muchas ocasiones las simas son conductos de emisión que quedaron parcialmente vacíos durante el transcurso de la erupción. En estos casos aparecen en el interior de aparatos volcánicos de dimensiones variables, y suelen tener la forma de un embudo invertido.

#### **4. Estructuras y morfologías presentes en los tubos.**

Los tubos volcánicos pueden presentar estructuras internas de gran belleza. Las más usuales son las terrazas laterales o cornisas a diversas alturas, testigos de los diversos niveles de estabilización del flujo interno de lava. Se forman al adherirse y acumularse a lo largo de las paredes rugosas de la cueva fragmentos semisólidos, flotantes en el río de lava. A veces llegan a unirse dos de estas barras en el centro del canal, al que dividen en dos niveles. En zonas sinuosas se produce un crecimiento asimétrico de las terrazas, debido a la mayor acumulación de fragmentos en el arco interno de los meandros, donde la velocidad del flujo es menor.

Otras estructuras típicas son los estafilitos o estalactitas y estalagmitas de lava, formados por la acumulación y enfriamiento de gotas de lava que caen desde la bóveda al suelo de; tubo. En ocasiones alcanzan un considerable tamaño, e incluso muestran formas excéntricas (caso de la Cueva de los Naturalistas en Lanzarote), al ser desviadas en su trayectoria descendente por chorros de gases volcánicos. La presión de estos gases dentro de la cavidad puede liberarse bruscamente por la rotura de la bóveda, formando conductos o bocas de desgasificación.

#### **5. Destrucción geológica de los tubos.**

Inmediatamente después de formarse, las cavidades volcánicas empiezan a sufrir procesos que tienden a destruirlos en un periodo geológicamente corto. Estos procesos consisten en derrumbes de la bóveda de la cavidad, y la erosión de las coladas que los contienen. Los derrumbes se producen a favor de las fisuras de retracción que afectan a todas las coladas, y pueden ser desencadenados -no siempre- por terremotos y pequeños temblores. Estos procesos se aceleran cuando la cavidad es sometida a cargas, al quedar cubierta por productos volcánicos más modernos. En el caso de cavidades cercanas a la superficie, el efecto de estos derrumbes es crear aberturas (denominadas jameos en Lanzarote), que las comunican con el exterior.

A diferencia de otros tipos de cavidades, la gran mayoría de los depósitos sedimentarios que rellenan los tubos volcánicos son de procedencia externa. Los sedimentos

pueden entrar a la cavidad por las bocas y fisuras de tres formas principales: por procesos gravitacionales (caída), arrastrados por aguas de escorrentía, y por decantación de materiales muy finos, suspendidos en el aire que circula en el interior de la cavidad. De ellos, el segundo es el mecanismo de transporte más efectivo, aunque suele ver limitada su acción a periodos de fuertes lluvias, especialmente en zonas alejadas de las bocas.

La gran rapidez con que se destruyen los tubos provoca que en terrenos volcánicos antiguos no se hallen este tipo de cavidades; en Canarias no se conocen tubos a los que pueda atribuirse una edad mayor de 700.000 años. Además, este factor, junto con las bajas tasas de sedimentación, hacen muy difícil encontrar en su interior rellenos sedimentarios de gran espesor y complejidad estratigráfica. Sin embargo, algunos tubos pueden hallarse en lugares que favorecen la acumulación de sedimentos. El caso más importante en Canarias es la Cueva del Llano (Fuerteventura), donde aparece un relleno sedimentario de más de 3 m de espesor máximo, formado por nueve unidades estratigráficas distintas, que comprenden un periodo de sedimentación de alrededor de 25.000 años. Puesto que los materiales que se depositaron en la cavidad proceden del exterior, a través de su estudio ha sido posible conocer las condiciones ambientales que reinaban tanto dentro de la cueva como fuera, en el momento de su deposición.

## **IMPORTANCIA DE LAS CAVIDADES VOLCÁNICAS CANARIAS PARA LA ARQUEOLOGÍA**

**M<sup>a</sup> DEL CARMEN DEL ARCO AGUILAR**

**(DOCTORA EN FILOSOFÍA Y LETRAS. DPTO. DE PREHISTORIA, ANTROPOLOGÍA E H<sup>a</sup> ANTIGUA. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA)**

Tubos volcánicos y otras cuevas naturales fueron espacios ampliamente usados por la primigenia población de este Archipiélago. Esto es así hasta el punto que puede decirse que tal rasgo constituye uno de los elementos culturales que se muestra generalizado en las islas, si bien la frecuencia de su uso, su articulación o funcionalidad varían, por lo que terminan por mostrarse con ciertas particularidades insulares. La explicación a ese uso debemos encontrarla en la existencia de un cierto bagaje cultural común entre las distintas comunidades insulares, en la oferta de unas formaciones geológicas similares y en unas estrategias y pautas de comportamiento en muchos casos próximas.

Como he dicho, la oferta de la naturaleza incluye tubos volcánicos, pero también un buen número de oquedades naturales abiertas por procesos geológicos diferentes que han sido reconocidos, evaluados y usados como espacios de funcionalidad diversas, mediante un proceso de aprehensión y de articulación interna y externa con el territorio circundante que permitió dotar a los mismos por primera vez de un valor social, el que tuvieron en la comunidad aborigen, y que es el que hoy identificamos haciendo uso de la metodología arqueológica y por el que les damos un valor de patrimonio cultural.

### **Espacios de habitación**

El uso de las cuevas naturales como lugar de asentamiento supuso ineludiblemente para los primeros colonos el reconocimiento previo de los ecosistemas y un proceso de selección de aquellas formaciones que llevaron a la instalación de los núcleos de población estables en las que reunían un conjunto de rasgos significativos. A las aceptables condiciones de habitabilidad, variables también según las zonas, pero donde el factor espacio, orientación, aireación, insolación, relativo aislamiento de fenómenos atmosféricos (escorrentías de lluvia o inundaciones por proximidad al alveo de los barrancos, entre otros) cumplieron un importante papel, hay que añadir, con mayor importancia aún la selección como ámbito habitacional en función de su proximidad a los espacios que ofertaban una mayor potencial de recursos para la subsistencia de la comunidad: agua, terrenos de cultivos, pastizales y arbustos, recursos vegetales y marinos, indudablemente explotados con distintas estrategias y en diverso grado. Lo cierto es que éstas y las circunstancias medioambientales supusieron que en las islas occidentales las áreas más densamente ocupadas están por debajo de los 500 *msm*, aunque hay cuevas con señales de haberse habitado a cualquier cota de altitud.

Además, la importancia de esos espacios supuso que muchas de las cuevas ocupadas lo fueran a largo término, circunstancia que junto a los hábitos de uso de estas comunidades consolidaron la acumulación progresiva de los detritus de esa instalación, creándose una estratigrafía arqueológica.

Por ello, con una adecuada estrategia de excavación, podemos obtener de estos sitios una visión vertical de la ocupación, que nos dará la perspectiva diacrónica, y otra horizontal, por nivel o piso de ocupación que nos permite reconstruir la articulación interna del espacio ocupado. A partir de ello es posible establecer relaciones de anterioridad, posterioridad y coetaneidad y proponer la dinámica secuencial de las culturas aborígenes. Sabemos, además, por la aplicación de procedimientos de datación absoluta que tanto en Tenerife como en La Palma antes del S. III a.n.e. había núcleos de población de estas características.

En la mayor parte de los casos las señales de ordenación del espacio habitado son someras, pudiendo reducirse a la identificación de restos de un murete de piedra seca en la boca, de las estructuras de combustión, o de espacios de actividad variada: posibles áreas de preparación de alimentos, de talla del instrumental lítico, de descanso, estabulación del ganado o de vertedero de detritus.

En los malpaíses de las dos islas orientales se observa un modelo de articulación del espacio de los tubos volcánicos particular, practicándose el levantamiento de muros interiores que dividen en diversos ámbitos el interior de los tubos volcánicos y adecuando el acceso mediante una estructura adintelada en la boca o adosando al exterior muretes de piedra que protegen el acceso. Conocidos por el nombre de casas hondas se localizan en Fuerteventura, en el malpaís de La Arena (cuevas de *Los Pascuales*, *La Aldeíta*), el de La Laguna (*Las Paredejas*, *Risco Cuido*) o la *Cuevu de Villaverde* (La Oliva), la mejor conocida por las excavaciones efectuadas, que muestra también una densa ocupación al exterior y su uso como espacio funerario; o los magníficos tubos del malpaís de La Corona (Lanzarote).

Las cuevas con estratigrafía mejor conocidas por los resultados obtenidos en las excavaciones arqueológicas se encuentran en La Palma y en Tenerife. En la primera tenemos, entre otras, las de *Roque de La Campana*, *Belmaco*, *Los Guinchos*, *El Humo* y *El Tendal*; y en Tenerife, las de *La Arena*, *Los Cabezazos*, *Don Gaspar*, *Las Palomas*, *Los Guanches*, *Las Fuentes*, *Nifa* y *La Higuera Cota*, de las que sólo algunas son estrictamente tubos volcánicos.

## **Espacios de significado económico**

Algunas cuevas naturales o abrigos han sido usados como espacios de función económica ligados a las actividades derivadas de la explotación intensiva de los recursos ganaderos y agrícolas, o dependiente de la estacionalidad de diversos recursos.

En la mayor parte de los casos se hace mucho más difícil su identificación porque en casi todos ellos el cúmulo de vestigios arqueológicos es mucho menor y, además, el grado de reutilización en las economías tradicionales de las islas ha sido elevado. Así, es posible atribuir a una función ganadera buen número de cuevas que distribuidas en espacios de habitación

permanente y formando parte de verdaderos poblados de cuevas, carezcan de signos expresos de habitación aborigen, pudiendo tener, en ocasiones restos de muretes en su boca, u otras, aisladas, con materiales arqueológicos en su entorno que muestran el uso de ese espacio por la comunidad aborigen, generalmente en relación a los recursos de alta montaña o áreas de malpaíses, pudiéndose entonces articular también su uso.

## Lugares de ritual

Las cuevas constituyen de nuevo un espacio común en el mundo aborigen, en este caso de uso ritual, al identificarse como ámbito funerario, si bien pueden no haber sido el único reconocido como tal y presentar una considerable diversidad.

Las condiciones de marginalidad, aislamiento, o precariedad en la estimación de los parámetros de habitabilidad, parecen haber sido las circunstancias inductoras a su selección como espacios fúnebres, donde contó también el carácter de la sepultura, de tal manera que un espacio a largo término, necrópolis de poblado, es por lo general un lugar de mayor amplitud que las sepulturas ocasionales.

Casi siempre es relativamente fácil su identificación como espacio arqueológico, aunque en contados casos su inaccesibilidad las haya preservado, pues superficialmente la observación de restos anatómicos resulta evidente. Por ello, las rebuscas de huesos, cráneos y momias para colecciones de diversa naturaleza o el uso de los depósitos como fertilizantes, han contribuido a esquilmar el patrimonio y a dificultar el estudio de los rituales funerarios.

Aunque por el momento no podamos secuenciar las prácticas rituales, si podemos reconocer, a veces con muchas dificultades la diversidad de fenómenos funerarios.

Así, podemos observar cómo el interior de las cuevas era acondicionado previamente a la colocación de los difuntos, ordenándose el espacio mediante la disposición de una o varias capas de materiales distintos (picón, tierra, yacija vegetal, maderas o enlosados) sobre las que se colocaba el cuerpo, a veces limitado a su vez por una fila o murete de piedras. En ocasiones, este depósito implicaba reajustar el espacio fúnebre por lo que las sepulturas más viejas eran removidas, apareciendo entonces depósitos secundarios, a modo de osarios, que ocupan lugares marginales en el interior de las cuevas (el fondo, laterales, divérticulos o ramificaciones y repisas naturales). Estas situaciones van ligadas al uso continuado de un espacio como enclave sepulcral y entonces encontramos depósitos en posición primaria (conexión anatómica) y otros en secundaria.

Entre los primeros, la posición de los cuerpos es variada: decúbito supino, lateral o flexionada, y en ellos debe integrarse el ritual de la momificación. Mientras que en los depósitos secundarios hay, por un lado, muestras de ese proceso de aprovechamiento de los espacios funerarios, en osarios como los de *La Cueva 121* de Guayadeque (G. Canaria), *El Masapé* (Tenerife) o los de *Roque Blanco* (Tenerife) y del *Espigón* (La Palma), donde los secundarios están inhumados y los primarios momificados.

La momificación, usada en Tenerife y en Gran Canaria mientras que la información es mucho más fragmentaria para La Palma, La Gomera y El Hierro, en las que hay noticias o hallazgos fragmentarios conservando partes blandas. Es un procedimiento de ritual que parece reservado a determinados individuos de la estructura social siendo indicativo de un status. Los estudios derivados del *Proyecto Cronos (Museo Arqueológico de Tenerife)* parecen concluir en este sentido.

Entre los rituales secundarios, además de los ya señalados, podemos incluir la actuación selectiva sobre los restos de los difuntos que consolida la idea de agrupar o depositar sólo determinados sectores del esqueleto, tal como se observa en la agrupación de cráneos de la *Cueva de Miña. La Mina (Lanzarote)*, o el depósito selectivo de partes del esqueleto inferior de un individuo en una sepultura en hoyo de *La Cueva de Los Guanches (Tenerife)*. Y también, en el mismo ámbito el uso de procedimientos artificiales de descarnado, con prácticas de desarticulación o de exposición a carnívoros, tal como hemos observado en *La Cueva de Ucazme* o en la de *Arenas I*, ambas en Tenerife.

Otro ritual no bien definido es el de la cremación. El hallazgo de huesos parcialmente quemados en distintas necrópolis de La Palma, Tenerife y El Hierro, pues nunca se ha identificado como incineración con agrupación de restos óseos y de cenizas en un contenedor, parece estar relacionado con esos procedimientos de aprovechamiento y acondicionamiento de los espacios sepulcrales. Sólo en La Palma, su asociación a materiales cerámicos antiguos permite atribuir algunos hallazgos a un ritual característico de un horizonte cultural antiguo que debió practicarse al exterior de la necrópolis pues en ellas no hay los suficientes detritus orgánicos y huellas de combustión que expliquen un fuego funerario perenne que tampoco afectó a los ajuares depositados junto a los restos.

Por otro lado, la existencia de un variado depósito de materiales orgánicos e inorgánicos junto a los muertos permite hablar de ajuar funerario y de ofrendas alimentarias. A pesar de que el enorme saqueo de estos lugares dificulta establecer su relación con un depósito concreto, en el caso de necrópolis, y su significación, parece posible considerar que tales prácticas fueron también selectivas, que necesariamente no hubo depósito integral de algunos ajuares o posibles ofrendas, o lo que es lo mismo el depósito de una parte por el todo (fragmentos cerámicos en lugar de los recipientes completos, sólo una porción de alimento en lugar del cuerpo o esqueleto completo del animal), y que tal vez esos depósitos no son sólo muestra del ritual inmediato al depósito funerario sino las manifestaciones del tránsito y uso a largo término de los rituales fúnebres.

Por último los tubos volcánicos, cuevas, oquedades y grietas han funcionado como espacio receptor de diversos elementos de la cultura material, en los que el carácter de ocultación parece evidente por lo que los denominamos *escondrijos*. Estos son frecuentes en áreas de malpaís y se conocen particularmente en Tenerife, en Las Cañadas, pero también se encuentran en distintas zonas, incluso en áreas de malpaíses costeros, y en otras islas, particularmente en Fuerteventura y La Palma. Se definen por su aparente mimetismo y proporcionan materiales cerámicos, no necesariamente enteros, líticos, vegetales o cueros, y su abundante presencia en Las Cañadas, considerada como una reserva de pastos estacionales, ha servido para defender la idea del significado económico de estos depósitos: serían el lugar donde el pastor ocultaría su ajuar para futuras estancias. Para otros, un conjunto de circunstancias

(ocultación no asegurada, la presencia de materiales fragmentarios o microcerámica y ajuar imprescindible en el pastoreo de otras zonas) permiten considerar la idea de espacios de finalidad ritual, con depósito de ofrendas a las fuerzas de la naturaleza representadas por el volcán.

Por último, una reflexión. Es de todos conocido que la estima sobre este legado patrimonial se acrecienta con el conocimiento del mismo y en ello tiene mucho que ver no sólo la identificación de un sitio u objeto arqueológico como muestra de ese pasado sino la posibilidad de su adecuada documentación científica, al objeto de poder inferir de su estudio *in situ* las relaciones que la comunidad primigenia estableció para los mismos. Por ello, es obvio también, que sólo el cuidado extremo que permita la conservación integral de los sitios arqueológicos permitirá con la aplicación de las adecuadas técnicas de investigación superar los vacíos de conocimiento existentes.

## BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, P. y M. Pellicer: 1976. Excavaciones arqueológicas en la Cueva de La Arena (Barranco Hondo, Tenerife). *Anuario de Estudios Atlánticos*, 22: 125-184.

ÁLAMO, F.: 1992. Informe preliminar de la necrópolis de Los Auchones (Taganana, Tenerife). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, 3: 17-37.

ÁLAMO, F. y V. Valencia: 1988. Hallazgo de una cueva sepulcral en la necrópolis de Tejelecheros (Vallehermoso. La Gomera). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, I: 13-18.

ALBERTO BARROSO, V. et al.: 1997. Manipulación antrópica en el material esquelético humano de la Cueva sepulcral de Arenas-1 (conjunto arqueológico de Fuente-Arenas, Buenavista del Norte, Tenerife). *Actas del IV Cong. Nac. de Paleopatología (S. Fernando, 1997)*: 381-389.

ÁLVAREZ DELGADO, J.: 1947. Excavaciones arqueológicas en Tenerife (Canarias). *Informes y Memorias*, 14.

ARCO, M<sup>a</sup> del C. del : 1976. El enterramiento canario prehistórico. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 22 : 13-124.

1981. El enterramiento en las Canarias prehistóricas. *Col. La Guagua*, 30. (Las Palmas de G. Canaria).

1984. Resultados de un sondeo arqueológico en la Cueva de Los Guanches (Icod, Tenerife). *El Museo Canario*, XLVI: 45-90.

1985. Excavaciones en la Cueva de Don Gaspar (Icod delos Vinos, Tenerife). *N. A. H.*, 20: 257-377.

1992-93. De nuevo, el enterramiento canario prehistórico. *Tabona*, VIII-I: 59-75.

ARCO, M<sup>a</sup> del C. del y E. Atienzar: 1988. Informe sobre la primera campaña de excavaciones arqueológicas en la cueva de Las Palomas (Icod-Tenerife). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias* , I: 45-50.

ARCO, M<sup>a</sup> del C. del y J.F. Navarro: 1987. Los aborígenes. *Historia popular de Canarias*, 1. (S/C de Tenerife).

ARCO, M<sup>a</sup> del C. del, M<sup>a</sup> C. Jiménez y J.F. Navarro: 1993. *La Arqueología en Canarias. Del mito a la ciencia*. (S/C de Tenerife).

ARCO, M<sup>a</sup> del C. del et al.: 1992. Arqueología de la muerte en el Menceyato de Icode (Tenerife). *I Cong. Int. de Est. sobre Momias*. Pto. de la Cruz, T.II: 709-724.

1997. Dataciones absolutas en la Prehistoria de Tenerife. *Homenaje a Celso Martín de Guzmán (1946-1994)*: 65-77.

ARNAY, M. y E. González: 1991. Una cueva sepulcral en la Cañada de la Angostura (Las Cañadas-Tenerife). *Hom. al Prof. Dr. T. Bravo*, II: 55-71.

ATOCHE, P. et al.: 1989. Trabajos arqueológicos en la Cueva de Quiquirá. *Aula de Cultura de Tenerife*, 13- Mº Arqueológico y Etnográfico - S/C de Tenerife.

CABRERA, J.C.: 1992. Lanzarote y los Majos. *La Prehistoria de Canarias*, 4. (S/C de Tenerife).

1993. Fuerteventura y los Majoreros. *La Prehistoria de Canarias*, 7. (S/C de Tenerife).

1996. *La Prehistoria de Fuerteventura: un modelo insular de adaptación*. (Madrid).

CASTRO, D.: 1975-76. La Cueva de los Idolos. Fuerteventura. *El Museo Canario*, XXXV-XXXVI: 227-243.

CUENCA, J. y C. García: 1980-81. El conjunto arqueológico Guinguada-Las Huesas: Primer informe. *El Museo Canario*, XLI: 109-123.

DIEGO CUSCOY, L.: 1946. La cueva sepulcral de la Degollada de la Vaca. *Rev. de Historia*, XII: 252-259.

1948. El enterramiento de Los Toscones en el Barranco de Abalos (La Gomera). *El Museo Canario*, IX: 27-28. 1952. El ajuar de las cuevas sepulcrales de las Canarias Occidentales. *II C. N. A.*: 135-159.

1952. La necrópolis de la cueva de Uchova en el Barranco de La Tafetana (Tenerife). *Rev. de Historia*, XVIII, nº 100: 390-412. 1953. Nuevas excavaciones arqueológicas en las Canarias Occidentales. Yacimientos de Tenerife y La Gomera. *Informes y Memorias*, 28.

1957. Actividades arqueológicas en Tenerife y La Palma Durante el año 1957. *Rev. de Hª Canaria*, XX: 160-162.

1957. La cueva sepulcral del Barranco de Jagua, en El Rosario, isla de Tenerife. *Rev. de Hª Canaria*, 117-118: 62-75.

1960. *Trabajos en torno a la cueva sepulcral de Roque Blanco (Tenerife)*. (S/C de Tenerife.).

1962. La cueva sepulcral del Barranco de Jagua (El Rosario, isla de Tenerife). *Noticario Arqueológico Hispánico*, V. 1956-61:76-118: 62-85.

1964. Una cueva sepulcral del Barranco del Agua de Dios en Tegueste (Tenerife). *E. A. E.*, 23.

1965. Tres cuevas sepulcrales guanches (Tenerife). *E. A. E.*, 37.

1968. Los Guanches. Vida y cultura del primitivo habitante de Tenerife. *Publicaciones del Mº Arqueológico de S/C de Tenerife*, 7. (S/C de Tenerife).

1970. La covacha del Roque de La Campana (Mazo, isla de La Palma). *Hom. a E. Serra Ráfols*, II: 151-162.

1972. Excavaciones arqueológicas en Tegueste (Tenerife). *N. A. H. Prehistoria -1*: 271-313.

1975. La cueva de Los Cabezazos, en el Bco. del Agua de Dios (Tegueste, Tenerife). *N. A. H., Prehistoria -4*: 291-336.

1975. La necrópolis del Hoyo de los Muertos (Guarazoca. Isla de El Hierro). *N. A. H. Prehistoria-4*: 9-28.

1976. Glosa a un fragmento de los "Apuntes" de Don José de Anchieta y Alarcón. (Necrópolis y momias). *Anuario de Estudios Atlánticos*, 22: 233-270.
- ESTÉVEZ, F. M<sup>a</sup> T. Henríquez y P. Díaz: 1996. *Bibliografía de Prehistoria y Antropología de Canarias*. (S/C de Tenerife).
- GALVÁN, B.: 1991. La Cueva de Las Fuentes (Buenavista del Norte-Tenerife). *Aula de Cultura de Tenerife*, 15- M<sup>o</sup> Arqueológico - S/C de Tenerife.
- GARCÍA BARBUZANO, D.:1984. *El asentamiento guanche de El Calabazo*. (S/C de Tenerife).
- GARRALDA, M<sup>a</sup> D. et al.: 1981. El enterramiento de la cueva de Villaverde (La Oliva, Fuerteventura). *Anuario de Estudios Atlánticos*, 27: 673-690.
- GONZÁLEZ ANTÓN, R. y A. Tejera: 1981. *Los Aborígenes canarios*. (S/C de Tenerife).
- GONZÁLEZ ANTÓN, R. et al.: 1995. *La Piedra Zanata*. (S/C de Tenerife).
1995. La necrópolis de Ucazme (Adeje, Tenerife). Estudio arqueológico, bio y paleopatológico. *Eres-Arqueología*, 6: 29-42.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. y D. Sánchez:1990. Informe sobre las excavaciones arqueológicas en la Cueva de Villaverde (Fuerteventura). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, II: 79-92.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M.S.: 1982. Excavaciones arqueológicas en Gran Canaria: Guayadeque, Tejeda y Arguineguín. *IV Col. de H<sup>a</sup> Canario-Americana*: 577-598.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M.S.: 1977. *La Palma prehistórica*. (Las Palmas de G. Canaria).
- JIMÉNEZ GÓMEZ, M<sup>a</sup> de la C.: 1993. El Hierro y los Bimbaches. *La Prehistoria de Canarias*, 6. (S/C de Tenerife.).
- JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.:1990. Los Canarios. Etnohistoria y Arqueología. *Aula de Cultura de Tenerife*, 14. M<sup>o</sup> Arqueológico-S/C de Tenerife.
1992. Gran Canaria y los Canarios. *La Prehistoria de Canarias*,2. (S/C de Tenerife).
- JIMÉNEZ SÁNCHEZ, S.: 1941. Embalsamamientos y enterramientos de Los "Canarios" y "Guanches", pueblos aborígenes de las Islas Canarias. *Atlantis, A. y Mem. de la Soc. Esp. Antrop., Etnog. y Preh<sup>a</sup>*, XVI: 129-145.
1946. Excavaciones arqueológicas en Gran Canaria, del Plan Nacional 1942, 43 y 44. *Informes y Memorias*, 11.
- LEÓN HERNÁNDEZ, J. de y M.A. Perera: 1993. Avance de la carta arqueológica de la isla de Lanzarote. *V Jornadas de Estudios sobre Fuerteventura y Lanzarote*, I: 433-462.

LEÓN HERNÁNDEZ, J. de y M.A. Robayna: 1989. El Jable, poblamiento y aprovechamiento en el mundo de los antiguos mahos de Lanzarote y Fuerteventura. *III Jornadas de Estudios sobre Fuerteventura y Lanzarote*, II: 11-105

LEÓN HERNÁNDEZ, J. de et al.: 1987. Aproximación a la descripción e interpretación de la carta arqueológica de Fuerteventura. Archipiélago de Canarias. *I Jornadas de Hª de Fuerteventura y Lanzarote*, II: 67-221.

1989. El Jable, poblamiento y aprovechamiento en el mundo de los antiguos mahos de Lanzarote y Fuerteventura. *III Jornadas de Estudios sobre Fuerteventura y Lanzarote*, II: 107-216.

LORENZO, M.: 1975-76. Una cueva-habitación en la urbanización Las Cuevas (La Orotava-Isla de Tenerife). *El Museo Canario*, XXXVI-XXXVII: 196-225.

LORENZO, M.J. et al.:1976. Una cueva sepulcral en la ladera de Chabaso (Iguete de Candelaria. Isla de Tenerife). *Anuario de Estudios Atlánticos*, 22: 185-221.

MARTÍN DE GUZMÁN, C.: 1984. *Las culturas prehistóricas de Gran Canaria*. (Las Palmas de G. Canaria).

MARTÍN RODRÍGUEZ, E.: 1980. La Cueva de La Higuera. Nueva aportación a la Prehistoria de La Palma. *Rev. de Hª Canaria*, XXXVII: 253-262.

1985-87. Algunas consideraciones en torno a las prácticas funerarias prehistóricas de la isla de La Palma. *El Museo Canario*, XLVII: 107-125.

1988. Excavación de urgencia en la Cueva de La Palmera (Tijarafe, La Palma). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, I: 103-107.

1988. Excavación de urgencia en Los Pedregales (El Paso. La Palma). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, I: 109-113.

1992. La Palma y los Auaritas. *La Prehistoria de Canarias*, 3. (S/C de Tenerife).

MARTÍN RODRÍGUEZ, E. y J.F. Navarro: 1988. Investigaciones arqueológicas en Cuevas de San Juan (San Andrés y Saucos-La Palma). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, I: 115-122.

MARTÍN SOCAS, D. et al. 1982. La Cueva funeraria de la Montaña de Mina (San Bartolomé, Lanzarote) y su entorno. *Vol. Cincuentenario del Instituto de Est. Canarios*, T. II: 273-301. (S/C de Tenerife).

NAVARRO, J.F.: 1979. Excavaciones arqueológicas en El Hormiguero de Casablanca, Firgas, Gran Canaria. *XV C. N. A.*: 329-334.

1981. Prehistoria de la isla de La Gomera. *Col. La Guagua*, 32. (Las Palmas de G. Canaria)

1992. Los Gómeros. Una Prehistoria insular. *Estudios prehistóricos*, 1. (S/C de Tenerife.).
1993. La Gomera y los Gómeros. *La Prehistoria de Canarias*, 5. (S/C de Tenerife).
- NAVARRO, J.F. et al.: 1990. La primera etapa del Programa de Excavaciones en Cuevas de San Juan y su aportación a la diacronía de la prehistoria de La Palma. *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, II: 187-201.
- PAIS, J.:1991. La necrópolis de Cueva de Agua (Garafía, isla de La Palma). *Tabona*, VII: 209-215.
1992. El poblado benahorita del Rincón (El Paso. Isla de La Palma). *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, 5: 197-228.
1996. La economía de producción en la Prehistoria de la Isla de La Palma. La Ganadería. *Estudios Prehistóricos*, 3 (S/C de Tenerife).
1998. *El Bando prehistórico de Tigalate-Mazo*. (Arafo)
- PELLICER, M. y P. Acosta: 1975. Estratigrafías arqueológicas en la isla de La Palma (Canarias). XIII C. N. A.: 289-293.
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. del C. y F.J. Pais: 1990. Informe preliminar sobre la primera y segunda Campaña de excavaciones arqueológicas en Cuevas del Rincón. *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, II: 245- 254.
- TEJERA, A.: 1992. Tenerife y los Guanches. *La Prehistoria de Canarias*, 1. (S/C de Tenerife).
- TEJERA, A. y R. González: 1987. *Las culturas aborígenes canarias*. (S/C de Tenerife).
- TORRES, J.A.: 1992-93. Antropología del Terreno: el ejemplo de la Cordillera (Valle Gran Rey, La Gomera). *Tabona*, VIII-I:297-316.
- VALENCIA, V. y C. Criado: 1988-91. La necrópolis de La Calera (Anaga, Tenerife). *El Museo Canario*, XLVIII: 23-35.
1992. La necrópolis de La Calera (Anaga, Tenerife): Informe. *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, 3: 249-261.
- VVAA: 1992. *I Cong. Int. de Est. sobre Momias*. Pto. de la Cruz. (Museo Arqueológico de Tenerife. OAMC. S/C de Tfe.)

## **IMPORTANCIA DE LAS CAVIDADES VOLCÁNICAS CANARIAS PARA LA PALEONTOLOGÍA**

**JUAN CARLOS RANDO**

**(DOCTOR EN BIOLOGÍA)**

Las faunas actuales de vertebrados en los archipiélagos oceánicos, en los cuales se incluye Canarias, presentan muchas diferencias con las existentes en un pasado reciente. Fundamentalmente estas diferencias consisten en la existencia, en el pasado, de especies desaparecidas hoy día. Estos cambios en la fauna de las islas se producen en diferentes épocas en los distintos archipiélagos, pero la inmensa mayoría tienen en común que coincide con la llegada del hombre a los ecosistemas insulares.

A pesar de que se podría pensar lo contrario, los archipiélagos de origen volcánico pueden ser muy interesantes desde el punto de vista de la paleontología de vertebrados. Es frecuente encontrarse en cuevas en gran número y en un buen estado de conservación restos de estos animales.

Hay tres factores principales por los cuales las cuevas son interesantes para los paleontólogos:

- I. Temporal y espacialmente son ambientes limitados, por tanto son unidades cuyo estudio es relativamente sencillo usando los métodos tradicionales de espeleología. Además los fósiles suelen encontrarse en determinadas partes de las cuevas, fácilmente detectables.
- II. Los huesos y las conchas de los moluscos se acumulan en las cuevas por procesos naturales. Estos incluyen los mecanismos que los transportan al interior, el comportamiento de ciertas especies, la situación de la boca de las cuevas (que en ocasiones pueden actuar como trampas), etc.
- III. Las cuevas ofrecen unas condiciones ambientales que generalmente favorecen la preservación de los huesos, protegiéndolos de los agentes atmosféricos. En algunos casos las condiciones de preservación son tan buenas, que han permitido la momificación de los restos en ocasiones excepcionales.

Normalmente las especies que nos encontramos en las cuevas, corresponden con una muestra seleccionada de la comunidad de vertebrados que habitó en los alrededores de la entrada de esta. Estas especies, presentes en las cuevas, pertenecen a una o más de las siguientes categorías.

1. Especies que viven o hibernan en cuevas ( p.e. murciélagos).
2. Especies que esporádicamente buscan refugios en cuevas (p.e. conejos o las ratas gigantes extintas de Canarias pertenecientes al género *Canariomys*).
3. Aves que nidifican en el interior de cuevas, en Canarias tenemos el claro ejemplo de las pardelas.
4. Aves que pueden nidificar en la entrada o las paredes de entrada a las cuevas (halcones, lechuzas, etc.)
5. Las presas de las aves que nidifican en el interior, en las entradas de las cuevas, o de otras especies que usan las cuevas como refugio.
6. Especies que han quedado atrapadas en cuevas por accidente, por ejemplo, aquellas que usan o fabrican madrigueras. En un momento determinado estas pueden conectar con una cueva y provocar que los animales se pierdan en el interior (gran parte de los restos de lagartos gigantes encontrados en cuevas, corresponden a este fenómeno). En ocasiones las entradas de las cuevas pueden comportarse como trampas para diferentes especies, principalmente terrestres, las cuales caen al interior y luego no pueden salir.
7. Restos transportados con sedimentos, generalmente a través del agua o del viento.

La localización de los fósiles en la cueva va a depender de cómo se produjo el depósito y de los agentes que intervinieron en este. En ciertos casos algunas entradas de cuevas, desaparecidas hoy día, han sido localizadas gracias a la acumulación de huesos. Estos pueden estar incluidos en sedimentos o encontrarse directamente en la superficie del suelo de la cueva. En ocasiones se pueden encontrar esqueletos completos en posición anatómica en zonas profundas de las cuevas, constituyendo claros ejemplos de animales extraviados en el interior.

En ocasiones las cuevas son yacimientos arqueológicos, es decir fueron usadas como asentamientos humanos, aportando en estos casos, datos sobre la cultura y forma de vida de las gentes que las ocuparon. En ciertas ocasiones estos materiales incluyen restos de los alimentos consumidos por los aborígenes, en los que además de encontrar la fauna doméstica asociada a estas culturas, es posible identificar restos de especies salvajes muchas de las cuales están extintas hoy día.

Con toda la información obtenida del estudio de los huesos, recuperados la mayoría de ellos en cuevas, hoy sabemos que por lo menos el 50% de las aves endémicas de Canarias están extinguidas y que además existieron especies de reptiles y mamíferos hoy día desaparecidos.

En las islas occidentales se han encontrado restos de lagartos de grandes dimensiones, que podrían pertenecer a la especie *Gallotia goliath*, entre los cuales se encuentran piezas en muy buen estado de conservación. De Lanzarote y Fuerteventura se conoce la existencia de un roedor (*Malpaisomys insularis*), de una talla intermedia entre un ratón y una rata, que parece haberse extinguido hace unos 700 años. En Gran Canaria y Tenerife vivieron ratas de gran tamaño (aproximadamente 1 kg. de peso), sus restos se clasifican en dos especies diferentes *Canariomys bravoii* en Tenerife y *Canariomys tamarani* en Gran Canaria.

El apartado referido a las aves fósiles es más extenso. En Fuerteventura y Lanzarote existieron dos especies de pardelas (*Puffinus olsoni* y *P. holeae*) de la primera de ellas se han encontrado restos en yacimientos arqueológicos, también en cuevas, con claros signos de haber sido consumidas por los aborígenes. *Coturnix gomerae* era una codorniz, cuyos restos se encontraron por primera vez en una sima en La Gomera, pero actualmente sabemos que esta especie habitó todas las islas del Archipiélago. De la isla de La Palma se conoce una especie (*Carduelis triasi*), parecida a los verderones actuales y que probablemente habitó la Laurisilva de esa isla hasta hace relativamente poco tiempo. En la Cueva del Viento (Tenerife), concretamente en la Galería de los Pájaros, se encontraron los restos del Escribano Patilargo (*Emberiza alcoveri*), un pájaro de unos 40g de peso, con hábitos terrestres, incapaz de volar y que probablemente habitó el sotobosque de la Laurisilva.

Además de estos endemismos, el registro paleontológico de Canarias nos muestra otras especies que están ausentes del Archipiélago hoy día, como así lo demuestran los restos de Pigargo (*Haliaeetus* sp.) de Fuerteventura y El Hierro; y especies con una distribución diferente a la actual en Las islas, como parecen indicarlo los huesos de Graja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*) hallados en Tenerife y La Gomera. El conjunto de estos datos no habla de una fauna de vertebrados diferente y más rica que la actual, alterada en la mayoría de los casos por la intervención humana.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alcover J.A. (1992). Fossils and caves. In A.I. Camacho [ed.] *The natural history of biospeleology*. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, C.S.I.C., Madrid.
- Alcover J.A. & X. Florit (1987). Una nueva especie de *Carduelis* (Fringillidae) de La Palma. *Vieraea*, 17:75-86.
- Bravo, T. (1953). *Lacerta maxima* n.sp. de la fauna continental extinguida en el Pleistoceno de las Islas Canarias. *Est. Geol. Inst. Invest. Geol. Lucas Mellada*, 9:7-34.
- Gacia-Talavera, F. (1990). Aves gigantes en el Mioceno de Famara (Lanzarote). *Folia Canariensis Acad. Scient.*, 2:71-79.
- Hernández J.J., P. Oromí, A. Láinez, G. Ortega, A.E. Pérez, J.S. López, A.L. Medina, I. Izquierdo, L. Sala, N. Zurita, M. Rosales, F. Pérez & J.L. Martín (1995). Catálogo espeleológico de Tenerife. MCNT. S/C de Tenerife.
- Hutterer, R., N. López-Martínez & J. Michaux (1988). A new rodent from Quaternary deposits of Canary Islands and its relationships with Neogene and Recent murids of Europe and Africa. *Paleovertebrata*, 18:241-262.
- Hutterer, R., F. García-Talavera, N. López-Martínez & J. Michaux (1997). New chelonian eggs from the Tertiary of Lanzarote and Fuerteventura, and a review of fossil tortoises of the Canary islands (Reptiles, Testudinidae). *Vieraea* 26.
- Jaume D., M. McMinn & J.A. Alcover (1993). Fossil birds from de Bujero del Silo, La Gomera (Canary Islands) with a description of a new species of quail (Galliformes: Phasianidae). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 2:147-165.
- López N. & L.F. López (1987). Un nuevo múrido gigante del cuaternario de Gran Canaria, *Canariomys tamarani* n. sp. (Rodentia, Mammalia). *Doñana* 2:1-66.
- McMinn, M., D. Jaume & J.A. Alcover (1990). *Puffinus olsoni* n. sp.: nova espècie de baldritja recentment extinguida provincent de depòsits espeleològics de Fuerteventura y Lanzarote (Illes Canàries, Atlàntic Oriental). *Endins*, 16:63-71.
- Mertens, R. (1942). *Lacerta goliath* n.sp. eine ausgestorbene Rieseneidechse von den Kanaren. *Senckenbergiana Lethaea*, 25:330-339.
- Rando, J.C. & M. López (1996). Un nuevo yacimiento de vertebrados fósiles en Tenerife (Islas Canarias). 7<sup>th</sup> Int. Symp. on Vulcanospeleology, 1:171-173.
- Rando, J.C., López, M. & B. Seguí (1999). A new species of extinct flightless passerine (Emberizida: *Emberiza*) from the Canary Islands. *The Condor*, 101:1-13.

Sauer, E. & P. Rothe (1972). Ratite eggshells from Lanzarote, Canary Islands. *Science*, 176:43-45.

Walker, C.A., Wragg, G.M. & C.J.O. Harrison (1990). A new shearwater from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the evolution of certain *Puffinus* shearwaters. *Historical Biology*, 3:203-224.

# RÉGIMEN JURÍDICO DE LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MEDIO CAVERNÍCOLA

MANUEL PLASENCIA ESCUELA

(LICENCIADO EN DERECHO. GESPLÁN, S.A.)

## 1. Introducción.

Las leyes y las normas no son más que el resultado de un pacto social para la solución de un conflicto de intereses entre distintos sujetos, expresando el sistema de valores que tiene una sociedad determinada en un momento histórico concreto. Los destinatarios de las normas son pues, fundamentalmente, los ciudadanos, cuyas actividades cotidianas pueden verse condicionadas, limitadas o reguladas hasta extremos insospechados. Por eso es útil y conveniente conocer las normas, tanto en su vertiente de instrumentos para la protección y conservación de los recursos naturales y del patrimonio, como en su perspectiva de norma reguladora de actividades que pueden tener incidencia sobre la protección de la naturaleza, el medio ambiente y el patrimonio arqueológico y etnográfico.

Por otra parte, el Derecho Administrativo aborda la protección de las especies de la fauna silvestre mediante técnicas específicamente dirigidas a la catalogación y protección de las mismas, y mediante mecanismos de conservación, protección y restauración de los hábitats donde viven.

Asimismo, para paliar la amenaza que se cierne sobre estos ámbitos y lograr unas actuaciones generales más respetuosas con los mismos, como siempre que se intenta imponer un determinado tipo de comportamiento social, se ha acudido al Derecho Penal, el más enérgico instrumento de coacción jurídica de que dispone el Estado.

Por tanto, habremos de analizar las leyes reguladoras de la conservación de los recursos naturales y especialmente de las especies de la fauna silvestre, así como las normas referidas al patrimonio histórico que pueden tener incidencia en la conservación de las cuevas.

Tendremos que examinar, en primer lugar, los compromisos asumidos por España en virtud de acuerdos internacionales, que le obligan a poner en práctica políticas y actuaciones específicas en la materia; la normativa de la Unión Europea, a la que deberemos adaptarnos necesariamente como ya ha ocurrido en otros ámbitos; y, finalmente, la legislación estatal y autonómica que regula tanto la conservación y utilización racional de los recursos naturales, como la conservación del patrimonio histórico de Canarias.

## 2. La protección medioambiental de las cuevas en el ámbito internacional.

### 2.1. Convenio de Río de Janeiro de 5 de junio de 1992, sobre Diversidad Biológica.

La protección de la diversidad biológica mundial es uno de los temas de mayor preocupación actual.

En principio y como reflexión básica, la protección de la diversidad biológica debe mantener con igual énfasis a especies tan absolutamente distintas como puede ser un escarabajo cavernícola o una ballena. Desde este punto de vista, la pérdida de biodiversidad resulta igualmente grave, tanto si se trata de la extinción de un gorila africano o de un murciélago que vive sólo en hábitats cavernosos de las Islas Canarias, ya que la diversidad biológica es importante, en palabras del Convenio “...para la evolución y para el mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera”.

El Convenio de Río sobre diversidad biológica pretende conservar la biodiversidad a través de las técnicas del desarrollo sostenible, esto es, la utilización de los recursos naturales para satisfacer las necesidades presentes, sin mermarlos para el uso y disfrute de las generaciones futuras.

Es evidente que todas estas cuestiones están aun “en pañales”, pero lo verdaderamente importante es que por lo menos se han empezado a debatir y cuestionar las conductas que atentan contra los recursos naturales. Las directrices dadas a los países firmantes del Convenio no tienen fuerza normativa “strictu sensu”, pero intentan hacer converger y fomentar la elaboración de políticas y realización de acciones encaminadas a asegurar la preservación de los recursos vivos.

### **3. La normativa europea medioambiental sobre conservación de las cuevas.**

Tiene especial importancia la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (conocida como Directiva Hábitats). En virtud de esta Directiva, se crea la denominada Red Natura 2000, integrada por los lugares de interés comunitario que deban ser objeto de atención preferente por los Estados miembros.

Entre los hábitats susceptibles de ser declarados como zonas especiales de conservación, y por tanto pueden formar parte de la Red Natura 2000, se señala al medio cavernícola, esto es, a los hábitats rocosos y a las cuevas no explotadas por el turismo, en tanto constituyen un recurso natural que a la vez de frágil posee un valor excepcional.

Por tanto las cuevas pueden ser designadas como zonas especiales de conservación, en las cuales se apliquen las medidas necesarias para el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y/o de las especies para las cuales se hayan designado dichos lugares.

La propuesta de delimitación de los Lugares de Interés Comunitario de Canarias (LIC), se encuentra pendiente de ser aprobada por el Gobierno de Canarias, figurando dentro del

ámbito territorial de los mismos una serie de cuevas volcánicas, que podríamos calificar como importantes desde el punto de vista de su representatividad.

#### **4. La normativa nacional de conservación de los recursos naturales y del patrimonio histórico.**

En la actualidad el marco general de conservación de los recursos naturales del territorio nacional tiene su apoyo legal en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres (reformada y modificada respectivamente por las Leyes 40/1997, de 5 de noviembre, y 41/1997, de 5 de noviembre).

Esta ley ha sido dictada al amparo del artículo 149.1.23ª de la Constitución española, y por ello tiene el carácter de norma básica, es decir, fija un contenido mínimo que deber ser respetado y cumplido en todo el territorio nacional, sin que las Comunidades Autónomas puedan legislar de modo contrario a lo establecido en su articulado.

En tanto en cuanto las cuevas pueden ser susceptibles de albergar yacimientos arqueológicos, paleontológicos o etnográficos, se hace preciso conocer la legislación de patrimonio histórico.

Así, hemos de tener presente la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español. En el seno pues del Patrimonio Histórico Español, y al objeto de otorgar una mayor tutela y protección a las cuevas, adquiere un valor singular la categoría de Bienes de Interés Cultural (BIC).

##### **4.1. Los Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN).**

En las últimas décadas, el reconocimiento de los espacios naturales protegidos se ha ido realizando con un carácter netamente defensivo, estableciendo barreras entre las áreas a proteger y el resto del territorio. Sin embargo, asistimos a un proceso en el que esta actitud conservacionista se extiende más allá, instrumentándose elementos de planificación y ordenación de los recursos naturales. Surgen así los Planes de Ordenación de Recursos Naturales, instrumentos que van a constituir el marco legal que recoge el diagnóstico de la situación de los diversos sectores de explotación, cómo se desarrollan sus actividades y, sobre todo, cuáles han de ser las restricciones y las modificaciones a introducir en los usos imperantes.

La Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, establece en su artículo 24 que, cuando de las informaciones obtenidas por la Administración competente se dedujera la existencia de una zona bien conservada y amenazada por un factor de perturbación que potencialmente pudiera alterar su estado, se establecerá un régimen de protección preventiva que lleve a la iniciación de dicho Plan.

Son objetivos de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales los siguientes (artículo 4.3 Ley 4/1989):

- 1.- Definir y señalar el estado de conservación de los recursos y ecosistemas en el ámbito territorial de que se trate.
- 2.- Determinar las limitaciones que deban establecerse a la vista del estado de conservación.
- 3.- Señalar los regímenes de protección que procedan.
- 4.- Promover la aplicación de medidas de conservación, restauración y mejora de los recursos naturales que lo precisen.
- 5.- Formular los criterios orientadores de las políticas sectoriales y ordenadores de las actividades económicas y sociales, públicas y privadas, para que sean compatibles con las exigencias señaladas.

Los caracteres fundamentales de los PORN son:

- a) Sus determinaciones serán obligatorias y ejecutivas para la Administración y los particulares desde el momento en que entren en vigor por la publicación de su aprobación definitiva.
- b) Su normativa de aplicación constituirá un límite que no podrá ser alterado ni modificado por los instrumentos de ordenación territorial, física o sectorial futuros.
- c) La derogación de sus determinaciones se realizará de forma expresa y por normas posteriores de igual o superior rango.
- d) Sus disposiciones y previsiones serán vinculantes para los instrumentos de planificación que puedan elaborarse en desarrollo y ejecución del mismo.
- e) Los instrumentos de ordenación territorial o física existentes en el momento de su aprobación deberán adaptarse a las previsiones del mismo en los plazos y condiciones que establezca.
- f) Los instrumentos y normas sectoriales existentes o futuras relativas a los recursos naturales, ecosistemas, flora y fauna silvestres, y paisaje deberán adaptarse al PORN prevaleciendo, en cualquier caso, sus disposiciones. En las demás materias el PORN tendrá carácter indicativo y se aplicará subsidiariamente.
- g) Iniciado el procedimiento de aprobación de un PORN y hasta que ésta se produzca no podrá otorgarse ninguna autorización, licencia o concesión que habilite para la realización de actos de transformación de la realidad física y biológica, sin informe favorable de la Administración competente.

Como ejemplo de un PORN referido a cuevas (no volcánicas) es preciso destacar la existencia del Plan de Ordenación de Recursos Naturales de Ojo Guareña, aprobado mediante Decreto 60/1996, de 14 de marzo, por la Comunidad Autónoma de Castilla León.

Ojo Guareña es un complejo kárstico de importancia internacional, localizado en el municipio de Merindad de Sotocueva, al norte de la provincia de Burgos, caracterizado por poseer extraordinarios valores geológicos, geomorfológicos y biológicos, así como por contar con yacimientos arqueológicos que constituyen una muestra expresiva y valiosa de la herencia cultural de la zona. Mediante Decreto 61/1996, de 14 de marzo, fue declarado Monumento Natural.

#### **4.2. Los Espacios Naturales Protegidos.**

Como resultado de la elaboración de estos Planes, puede adoptarse la decisión de que todo o parte de su ámbito territorial sea declarado como espacio natural protegido.

En esta línea argumental podemos definir a los espacios naturales como aquellos espacios del territorio terrestre o marítimo que contengan elementos o sistemas naturales de especial interés o valor.

Así la valoración de un espacio natural, a efectos de su consideración como “protegido”, tendrá en cuenta, entre otros, uno o varios de los requisitos siguientes (artículo 10.2 Ley 4/1989):

- a) Constituir una red representativa de los principales ecosistemas y regiones naturales existentes en el territorio nacional.
- b) Proteger aquellas áreas y elementos naturales que ofrezcan un interés singular desde el punto de vista científico, cultural, recreativo, estético, paisajístico y recreativo.
- c) Contribuir a la supervivencia de comunidades o especies necesitadas de protección, mediante la conservación de sus hábitats.
- d) Colaborar en programas internacionales de conservación de espacios naturales y de vida silvestre, de los que España sea parte.

En función de los valores y bienes naturales que se protegen, los Espacios Naturales Protegidos se integran en una Red en la que estarán representados los hábitats naturales más significativos y los principales centros de biodiversidad, con las categorías siguientes:

Parques.  
Reservas.  
Monumentos Naturales.  
Paisajes Protegidos.

Las Comunidades Autónomas con competencia exclusiva en materia de espacios naturales protegidos (caso de Canarias), y con competencia para dictar normas adicionales de

protección en materia de medio ambiente, podrán establecer, además de las figuras descritas anteriormente, otras diferentes regulando sus correspondientes medidas de protección.

#### 4.3. Los Instrumentos de Planeamiento.

Los objetivos de conservación y desarrollo sostenible se instrumentarán a través del Planeamiento de los Espacios Naturales Protegidos (Instrumentos de Planeamiento), de acuerdo con lo que establezcan los PORN.

Los instrumentos de planeamiento serán los siguientes:

- Los PRUG (Planes Rectores de Uso y Gestión) para los Parques.
- Los Planes Directores para las Reservas Naturales.
- Las Normas de Conservación para los Monumentos Naturales.
- Los Planes Especiales de protección paisajística para los paisajes protegidos.

Serán pues los instrumentos de planeamiento los que deberán concretar el régimen de usos de acuerdo con la zonificación que establezcan.

La declaración pues de una cueva como espacio natural protegido, precedida o no de un Plan de Ordenación de Recursos Naturales, supone el instrumento de planificación de la cueva que permite abordar la zonificación y el régimen de usos (compatibles e incompatibles), de forma parecida en lo fundamental a la que se realiza en la planificación de espacios naturales superficiales (no subterráneos).

A través de ella, o en la propia norma de creación del espacio natural protegido, se abordará la regulación de la cueva mediante la imposición de restricciones a las actividades que en ella pretendan realizarse (productivas, recreativas, etc.).

#### 4.4. La protección del Patrimonio Histórico.

Según la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español, integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o los yacimientos y zonas arqueológicas. Así pues pueden formar parte del mismo las cuevas susceptibles de ser estudiadas con metodología arqueológica o etnográfica. Asimismo pueden formar parte de este patrimonio los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes y antecedentes.

Según el artículo 9.1 de la referida ley gozarán de singular protección y tutela los bienes integrantes del Patrimonio Histórico Español declarados de interés de interés cultural por ministerio de esta Ley. En este sentido, hay que resaltar que como expresión de este mandato el artículo 40.2 del mismo cuerpo legal declara lo siguiente: "*Quedan declarados Bienes de Interés Cultural por ministerio de esta Ley las cuevas, abrigos y lugares que contengan manifestaciones de arte rupestre*".

## **5. La protección jurídica de la fauna cavernícola. Infracciones y sanciones administrativas.**

La determinación de los animales cuya protección exija medidas específicas por parte de las Administraciones Públicas, se realizará mediante su inclusión en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo) dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con carácter administrativo y ámbito estatal, o bien, en los catálogos regionales de especies amenazadas que puedan establecer las distintas Comunidades Autónomas en sus respectivos ámbitos territoriales.

A estos efectos, las especies, subespecies o poblaciones que se incluyan en dichos catálogos deberán ser clasificadas en alguna de las siguientes categorías:

- a) **EN PELIGRO DE EXTINCIÓN**, reservada a aquellas cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.
- b) **SENSIBLES A LA ALTERACIÓN DE SU HÁBITAT**, referida a aquellas cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.
- c) **VULNERABLES**, destinada a aquellas que corren el riesgo de pasar a las categorías anteriores en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos.
- d) **DE INTERÉS ESPECIAL**, en la que se podrán incluir las que, sin estar contempladas en ninguna de las precedentes, sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, o por su singularidad.

La catalogación de una especie, subespecie o población en la categoría de “en peligro de extinción” exigirá la redacción de un Plan de Recuperación para la misma, en el que se definirán las medidas necesarias para eliminar tal peligro de extinción.

Por su parte la catalogación de una especie, subespecie o población en la categoría de “sensible a la alteración de su hábitat” exigirá la redacción de un Plan de Conservación del Hábitat.

La catalogación de una especie, subespecie o población en la categoría de “vulnerable” exigirá la redacción de un Plan de Conservación y, en su caso, la protección de su hábitat.

Por último la catalogación de una especie, subespecie o población en la categoría de “interés especial” exigirá la redacción de un Plan de Manejo que determine las medidas necesarias para mantener las poblaciones a un nivel adecuado.

Corresponderá, según la Ley 4/1989, a las Comunidades Autónomas la elaboración y aprobación de los Planes de Recuperación, Conservación y Manejo.

Actualmente, por lo que se refiere a fauna cavernícola catalogada, y teniendo en cuenta las previsiones del citado Real Decreto 439/1990, de 30 de mayo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, y la Orden de 9 de julio de 1998, por la que se incluyen determinadas especies en el Catálogo Nacional y cambian de categoría otras especies que ya están incluidas en el mismo, encontramos lo siguiente:

### INVERTEBRADOS

<i>Halophiloscia canariensis</i> .....	En peligro de extinción
<i>Maiorerus randoi</i> .....	En peligro de extinción
<i>Munidopsis polymorpha</i> .....	En peligro de extinción
<i>Speleonectes ondinae</i> .....	En peligro de extinción

### QUIRÓPTEROS

<i>Plecotus teneriffae</i> .....	Vulnerable
<i>Pipistrellus maderensis</i> .....	Vulnerable
<i>Pipistrellus kuhlii</i> .....	De interés especial
<i>Hypsugo savii</i> .....	De interés especial
<i>Barbastella barbastellus</i> .....	De interés especial
<i>Nyctalus leisleri</i> .....	De interés especial
<i>Tadarida teniotis</i> .....	De interés especial

Por lo que se refiere al régimen jurídico administrativo de infracciones y sanciones, se consideran infracciones administrativas (Ley 41/1997, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989):

- La destrucción, muerte, comercio, captura y exposición para el comercio o naturalización (disecar) no autorizadas de especies animales catalogadas en peligro de extinción o sensibles a la alteración de su hábitat.
- La destrucción del hábitat de especies en peligro de extinción o sensibles a la alteración de su hábitat, en particular del lugar de reproducción, invernada, reposo, campeo o alimentación.
- La destrucción, muerte, comercio, captura y exposición para el comercio o naturalización no autorizada de especies animales catalogadas como vulnerables o de interés especial.

- d) La destrucción del hábitat de especies vulnerables y de interés especial, en particular del lugar de reproducción, invernada, reposo, campeo o alimentación y la zonas de especial protección para la fauna silvestres.

Según la Ley 4/1989, las infracciones a) y b) se calificarán, en todo caso, como muy graves (multa de 10.000.001 a 50.000.000 de pesetas).

Asimismo las faltas graves y muy graves conllevarán la prohibición de cazar durante un plazo máximo de 10 años, y las menos graves hasta un plazo de un año.

## **6. La normativa autonómica canaria.**

### **6.1. Normativa de Espacios Naturales.**

Esta normativa se contiene en la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias (dictada al amparo de los artículos 30.16 y 32.12 del Estatuto de Autonomía de Canarias, aprobado por L.O. 10/1982, de 10 de agosto), que no analizaremos detalladamente porque sus figuras de protección e instrumentos de planificación, responden básicamente a los mismos esquemas antes examinados, procedentes de la legislación estatal básica, sin perjuicio de reconocer la existencia de ciertas peculiaridades.

Nos interesa destacar el hecho de que la ley canaria ha querido prestar atención expresa a los espacios subterráneos. Así:

- el artículo 4.1 señala que la Ley es de aplicación a todo el territorio terrestre del Archipiélago Canario, tanto al suelo como al subsuelo.
- el apartado 2 del artículo 8, al enumerar los fundamentos de la protección de los Espacios Naturales, hace referencia al hecho de que puedan albergar estructuras geomorfológicas representativas de la geología insular, en buen estado de conservación; contener yacimientos paleontológicos de interés científico; contener elementos naturales que destaquen por su rareza o singularidad o tengan interés científico especial; constituir un hábitat único de endemismos canarios; y albergar poblaciones de animales catalogados como especies amenazadas; características todas ellas susceptibles de ser halladas en las cuevas y tubos volcánicos de Canarias.

En otro orden de cosas el artículo 7 de la Ley de Espacios Naturales de Canarias, añade como contenido mínimo de los PORN, los siguientes aspectos:

1. La delimitación de las áreas del territorio que, por sus características naturales, paisajísticas o de conservación de la calidad de vida, deban ser excluidas de los procesos de urbanización o edificación.
2. Medidas para defender, mejorar o restaurar el medio ambiente natural, especificando las meras prohibiciones y las obligaciones para tal defensa, mejora o restauración correspondan a la Administración y a los particulares.

3. El señalamiento de los lugares aptos para la realización de las actividades mineras y las extractivas de tierra y áridos, así como los aptos para el vertido de tierras y escombros.

Dicho contenido se instrumentará de forma que reglamentariamente se disponga, estableciendo, al menos, una Memoria descriptiva que definirá objetivos de ordenación, delimitará las distintas zonas y su régimen de protección y concretará la normativa de aplicación en cada una de ellas. Junto a dicha Memoria se incorporará la base cartográfica necesaria y un estudio financiero de las actuaciones que, en su caso, el Plan prevea.

Por lo que respecta al ámbito territorial de los PORN, según establece la Disposición Adicional Séptima de la Ley 12/1994, de Espacios Naturales de Canarias, será, prioritariamente, el insular (se integrarán en los Planes Insulares de Ordenación). No obstante, en aquellos supuestos en que las circunstancias lo aconsejen, y en tanto no se hayan aprobado los correspondientes Planes Insulares de Ordenación, el ámbito territorial, terrestre o marítimo, de los PORN podrá ser inferior al insular, determinado con criterios físicos y socioeconómicos.

Como ejemplo más significativo e ilustrativo de lo que supone un PORN de ámbito territorial inferior al insular y referido a una cueva volcánica tenemos el Plan de Ordenación de Recursos Naturales de Cueva del Viento-Sobrado.

Como es sabido la cueva del Viento-Sobrado es un tubo subterráneo de origen volcánico situado en el término municipal de Icod de los Vinos que, con más de 15 kilómetros de longitud total, sumadas todas sus galerías, constituye una de las formaciones de este tipo más importantes del mundo. Únicamente Leviathan Cave en Kenia, Kazumura Cave en Hawaii y algunas cavidades australianas, reúnen una importancia similar por tener más de una docena de kilómetros. En el resto del Estado no hay cavidades volcánicas similares, a no ser la Cueva de los Verdes en Lanzarote o la de Don Justo en el Hierro, ambas con unos 6 kilómetros.

Así el 20 de septiembre de 1994 se dictó por la entonces Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias la Orden por la que se dispuso el inicio de la elaboración del PORN de Cueva del Viento-Sobrado, cuya aprobación se efectuó mediante Decreto 53/1998, de 17 de abril, del Gobierno de Canarias. De este modo se dio cumplimiento al requisito establecido en el artículo 15 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, para proceder a la declaración de la Cueva del Viento-Sobrado como espacio natural protegido.

Este Plan señala como figura de protección más adecuada la de Reserva Natural Especial, dado la existencia de elementos geológicos y biológicos concretos que, por su rareza, fragilidad, representatividad e importancia, merecen una valoración especial.

Actualmente el proyecto de Ley que pretende declarar como Reserva Natural Especial a la Cueva del Viento-Sobrado, se encuentra pendiente de obtener informe favorable de la Dirección General de los Servicios Jurídicos del Gobierno de Canarias, para a continuación ser sometida al pertinente trámite parlamentario. Así la Cueva del Viento-Sobrado pasaría a integrarse en la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos, estableciendo como Zona

Periférica de Protección el área de proyección vertical en superficie del ámbito de la Reserva, para evitar las agresiones externas que pudieran incidir en el ecosistema subterráneo.

Por tanto, la normativa autonómica permite a la Administración Pública de nuestra Comunidad Autónoma una intervención dirigida a la conservación del hábitat de especies tales como los murciélagos y quirópteros cavernícolas presentes en Canarias, mediante la declaración de alguna de las categorías de espacios naturales protegidos previstos por la Ley.

Los Espacios Naturales Protegidos de Canarias se integran en una Red formada por las categorías siguientes:

- a) Parques: Naturales y Rurales.
- b) Reservas Naturales: Integrales y Especiales.
- c) Monumentos Naturales.
- d) Paisajes Protegidos.
- e) Sitios de Interés Científico.
- f) Parques Nacionales de Canarias.

Los instrumentos de planeamiento, según la Ley de Espacios Naturales de Canarias, son:

- Los PRUG (Planes Rectores de Uso y Gestión) para los Parques Naturales y Rurales.
- Los Planes Directores para las Reservas Naturales Integrales y Especiales.
- Las Normas de Conservación para los Monumentos Naturales y Sitios de Interés Científico.
- Los Planes Especiales de protección paisajística.

Como ejemplo de cómo una cueva puede ser susceptible de ser protegida mediante un instrumento de planeamiento podemos señalar el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Rural de Frontera (isla del Hierro).

Dicho Plan Rector se encuentra en la actualidad en trámite de información pública, y alberga en su ámbito territorial siete de las ocho cuevas apoyadas por el Proyecto LIFE de Conservación de Quirópteros e Invertebrados en cavidades volcánicas.

Pretende el Plan Rector de Uso y Gestión de Frontera, en lo que se refiere a cuevas, establecer medidas de control de acceso a las presentes en el ámbito territorial del Parque, previo acuerdo con sus titulares, dando prioridad a las Cuevas de Don Justo y del Mocán.

Serán pues los instrumentos de planeamiento los que deberán concretar el régimen de usos de acuerdo con la zonificación que establezcan.

Así se podrán establecer zonas diferenciadas dentro del espacio protegido tales como:

- Zonas de exclusión o de acceso prohibido.
- Zonas de uso restringido.
- Zonas de uso moderado.
- Zonas de uso tradicional.
- Zonas de uso general.

### Zonas de uso especial.

Por lo que respecta a los posibles usos en un Espacio Natural Protegido, la Ley 12/1994 nos habla de :

- 1.- Usos permitidos (*los que por su propia naturaleza sean compatibles con los objetivos de protección*).
- 2.- Usos prohibidos (*los que supongan un peligro presente o futuro, directo o indirecto*).
- 3.- Usos autorizables (*los que bajo determinadas condiciones pueden ser tolerables*).

### 6.2. Normativa canaria de Patrimonio Histórico.

Una atención especial merece el tratamiento del patrimonio arqueológico y etnográfico que podríamos hallar en las cuevas volcánicas, en situación de muy grave y acelerado deterioro por diversos motivos, entre los cuales se encuentran el saqueo sistemático de yacimientos y la destrucción deliberada de paneles rupestres que ha adquirido recientemente un incremento preocupante.

Así, la reciente Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias, declara el dominio público de todos los objetos arqueológicos hallados en cuevas en tanto que forman parte del legado histórico común del pueblo canario, por lo que no podrán ser objeto de tenencia, venta o exposición pública por los particulares o instituciones privadas, estableciendo al efecto el deber general de su respeto y conservación.

Señala el artículo 60 de la Ley 4/1999, que el patrimonio arqueológico canario está integrado por los bienes inmuebles y muebles de carácter histórico susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie como en el subsuelo o en el mar territorial.

Forman parte, asimismo, de este patrimonio los elementos geológicos y paleontológicos y etnográficos relacionados con la historia de Canarias, sus orígenes y antecedentes. Así las cuevas que contengan manifestaciones rupestres serán declarados bienes de interés cultural con la categoría de Zona Arqueológica, debiendo delimitarse y fijarse su entorno de protección.

Deberán pues ser protegidos de la degradación y, de ser posible, acondicionados para la visita pública a través de su conversión en Parque Arqueológico o cualquier otra forma de protección.

La Administración Pública de la Comunidad Autónoma, en colaboración con las demás Administraciones Públicas y Cuerpos de Seguridad del Estado, tomará las medidas oportunas para impedir el saqueo de los yacimientos arqueológicos y el coleccionismo privado.

### **6.3. Infracciones administrativas a los PORN, a los Instrumentos de Planeamiento y a los yacimientos arqueológicos susceptibles de estar presentes en las cuevas.**

Según el artículo 46 de la Ley 12/1994, de Espacios Naturales de Canarias constituye infracción administrativa:

- a) El incumplimiento de las determinaciones contenidas en los PORN o en los instrumentos de planeamiento de los Espacios Naturales Protegidos.
- b) La alteración de los valores de un espacio natural con ánimo de impedir su declaración como “protegido” o provocar su descalificación
- c) La extracción de áridos en zonas en las que no sea compatible con la categoría de protección de que se trate.
- e) Hacer fuego con grave riesgo para la integridad del espacio natural.

Las infracciones serán calificadas como leves, menos graves, graves y muy graves (multas de 10.000.001 a 50.000.000 de pesetas), atendiendo a su repercusión, a su trascendencia respecto a la seguridad de las personas y bienes y a las circunstancias del responsable, su grado de malicia, participación y beneficio obtenido, así como a la irreversibilidad del daño o deterioro producido en la calidad del recurso o bien natural protegido.

Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, el infractor deberá reparar el daño causado.

En lo que se refiere a las infracciones y sanciones administrativas en materia de patrimonio histórico presente en cuevas volcánicas, señalar que la Ley 4/1999, de Patrimonio Histórico de Canarias, y sin perjuicio de que dichas conductas pudiesen ser constitutivas de delito, establece, entre otras, como infracción leve (multa desde 100.000 a 1.000.000 de pesetas) el realizar intervenciones autorizadas en un yacimiento arqueológico sin adoptar las medidas de protección o sin cumplir las condiciones establecidas en la autorización.

Se consideran infracciones graves (multa desde 1.000.000 hasta 25.000.000 de pesetas) por ejemplo el no paralizar inmediatamente cualquier tipo de obras en un lugar donde se haya producido un hallazgo casual de restos arqueológicos; la ocultación a la Administración de los hallazgos casuales de objetos arqueológicos; ejecutar cualquier tipo de manipulación mecánica o de contacto sobre gravados o pinturas rupestres que causen daño a los grafismos o a su soporte natural, o removerlos de sus emplazamientos originales.

Como infracciones muy graves (multas desde 25.000.000 hasta 100.000.000 de pesetas) encontramos, entre otras, el destruir consciente y deliberadamente un yacimiento arqueológico.

## **7. La tutela penal de los hábitats rocosos, de la fauna cavernícola y del patrimonio histórico.**

Según el artículo 40 de la ley 4/1989, en los supuestos en que las infracciones pudieran ser constitutivas de delito o falta, la Administración pasará el tanto de culpa al órgano jurisdiccional competente y se abstendrá de proseguir el procedimiento sancionador mientras la autoridad judicial no se haya pronunciado. La sanción de la autoridad judicial excluirá la imposición de multa administrativa. De no haberse estimado la existencia de delito o falta, la Administración podrá continuar el expediente sancionador, con base, en su caso, en los hechos que la jurisdicción competente haya considerado probados.

El artículo 330 del Código Penal, aprobado por Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, señala que, quien, en un espacio natural protegido, dañare gravemente alguno de los elementos que hayan servido para calificarlo, incurrirá en la pena de prisión de uno a cuatro años y multa de 12 a 24 meses.

Por su parte, y por lo que respecta a la fauna cavernícola, el artículo 334 del Código Penal, el que cace especies amenazadas, realice actividades que impidan o dificulten su reproducción o migración, contraviniendo las Leyes o disposiciones de carácter general protectoras de las especies de fauna silvestre, comercie o trafique con ellas o con sus restos, será castigado con la pena de prisión de seis meses a dos años o multa de ocho a veinticuatro meses (48.000 a 36.000.000 de pesetas).

La pena se impondrá en su mitad superior si se trata de especies o subespecies catalogadas en peligro de extinción (subtipo agravado).

Además, se le impondrá a los responsables la pena de inhabilitación especial para el ejercicio del derecho de cazar o pescar por tiempo de 3 a 8 años, pena ésta de carácter accesorio.

Por lo que se refiere a la protección penal del patrimonio histórico que suponen los yacimientos arqueológicos presentes en cuevas volcánicas hemos de hacer referencia a los artículos 323 y 324 de la L.O. 10/1995, de 23 de noviembre.

Según el artículo 323 del Código Penal, será castigado con la pena de prisión de 1 a 3 años y multa de 12 a 24 meses el que cause daños en un yacimiento arqueológico. En este caso, los Jueces y Tribunales podrán ordenar, a cargo del autor del daño, la adopción de medidas encaminadas a restaurar, en lo posible, el bien dañado.

Por su parte el artículo 324 del mismo cuerpo legal dispone que, el que por imprudencia grave cause daños, en cuantía superior a 50.000 pesetas, en un yacimiento arqueológico, será castigado con la pena de multa de 3 a 18 meses, atendiendo a la importancia de los mismos.

**BIBLIOGRAFÍA JURÍDICA:**

- Convenio de Río de Janeiro de 5 de junio de 1992, sobre Diversidad Biológica (B.O.E. nº.27, de 1 de febrero de 1994).
- Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (B.O.E. nº.74, de 28 de marzo de 1989).
- Ley 40/1997, de 5 de noviembre, sobre reforma de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (B.O.E. nº. 266, de 6 de noviembre de 1997).
- Ley 41/1997, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (B.O.E. nº. 266, de 6 de noviembre de 1997).
- Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español (B.O.E. nº.155, de 29 de junio de 1985).
- Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (B.O.E. nº.82, de 5 de abril de 1990).
- Orden de 9 de julio de 1998, por la que se incluyen determinadas especies en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y cambian de categoría otras especies que ya están incluidas en el mismo (B.O.E. nº. 172, de 20 de julio de 1998; corrección de errores B.O.E. nº. 191, de 11 de agosto de 1998).
- Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal (B.O.C. nº.281, de 24 de noviembre de 1995).
- Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias (B.O.C. nº.157, de 24 de diciembre de 1994).
- Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias (B.O.C. de 24 de marzo de 1999).
- Decreto 53/1998, de 17 de abril, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Cueva del Viento Sobrado (B.O.C. nº. 54, de 4 de mayo de 1998).
- Decreto 60/1996, de 14 de marzo, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla León por el que se aprueba el Plan de Ordenación de Recursos Naturales de Ojo Guareña (B.O.C.L).
- Decreto 61/1996, de 14 de marzo, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla León por el que se declara Monumento Natural de Ojo Guareña (B.O.C.L).

## **CAVIDADES VOLCÁNICAS Y RED NATURA 2000**

**MANUEL ÁNGEL VERA GALVÁN**

**(LICENCIADO EN BIOLOGÍA. SERVICIO DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS  
NATURALES. VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE)**

### **¿Qué es la red Natura 2000?**

Natura 2000 surge a raíz de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Esta directiva se traspone al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. En esta normativa, además de establecerse la declaración de Natura 2000, se cita, por un lado, la biodiversidad que ha de proteger (a través de sus anexos I y II) y, por otro, el procedimiento a seguir por los países de la Unión Europea para conformar la red, así como también se indica el tipo de medidas de conservación que debe aplicarse para garantizar la pervivencia de los hábitats naturales y los hábitats de las especies.

También, en esta normativa se define el concepto Natura 2000, que se contempla como una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación y de zonas de especial protección para las aves. Natura 2000 garantizará el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de hábitats de las especies en su ámbito de distribución natural. A través de esta actuación, entre otras, la directiva y el real decreto pretenden fomentar la ordenación del territorio, la gestión de los elementos del paisaje que revisten importancia para la flora y la fauna silvestres, así como garantizar la aplicación de un sistema de vigilancia del estado de conservación de los hábitats naturales y de las especies. Se considera que estas medidas contribuyen al uso sostenible del medio y sus recursos, permitiendo que futuras generaciones puedan disfrutar de su beneficio.

### **¿Qué son Zonas Especiales de Conservación y Zonas de Especial Protección para las Aves?**

Las zonas de especial protección para las aves (ZEPAS) son áreas que se han delimitado al amparo de la Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres, con el objetivo de preservar, mantener y restablecer los biotopos y hábitats de las aves incluidas en el anexo I de dicha directiva. En Canarias, aunque formalmente no ha sido declarada ninguna, tanto la Unión Europea como el Gobierno de Canarias reconocen la existencia de un total de 27 espacios ZEPA.

Las zonas especiales de conservación (ZECs) serán los espacios que, integrados en Natura 2000, abarcarán la biodiversidad contemplada en los anexos de la directiva y real

decreto, tras un procedimiento de selección de los hábitats naturales y hábitats de las especies, de acuerdo a su singularidad, estado de conservación, prioridad, etc. Actualmente existe una propuesta técnica que incluye 176 ZECs de todo el archipiélago y que, desde octubre, espera a la decisión política de su conveniencia o no.

### **¿Qué biodiversidad canaria está incluida en los anexos de Real Decreto?**

Entre los hábitats naturales del anexo I (unos 168 en total) se encuentran incluidos 24 presentes en nuestro archipiélago. Dos son marinos y el resto terrestres. Del inventario cartográfico de estos hábitats se extrae que ocupan el 15,5 % del territorio canario, destacando los pinares, retamares, tabaibales y brezales por su mayor aportación.

Tres de ellos incluyen las cavidades volcánicas: 8310, cuevas no explotadas por el turismo, 8320, campos de lava y excavaciones naturales y 8330, cuevas marinas sumergidas o semisumergidas. Su definición se establece en el 'Manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea, versión EUR15, de la Comisión Europea (1997)'.

Estos hábitats son o incluyen cavidades o grutas en las que se desarrolla una biota especializada, en su mayoría animales invertebrados con alto índice de endemidad, pero donde también es posible localizar comunidades de musgos o algas, y que se configuran como refugios de fauna vertebrada amenazada, como es el caso de los murciélagos.

El anexo II incluye un total de 73 taxones presentes en Canarias (2 musgos, 4 helechos, 60 plantas superiores, 4 reptiles y 3 mamíferos –uno de ellos un murciélago: *Barbastella barbastellus*-). Destaca la ausencia de invertebrados canarios, dado el alto grado de endemidad que este gran grupo presenta en el archipiélago.

Código	Habitat	Superficie (ha)	Superficie propuesta (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje (%)
1110	Bancos de arena eólicos permanentemente por azola marina y coque dispersos	176,0	0,062	201,7	92,4
1150 *	Lagunas costeras	0,2	0,000	0,1	50,0
1210	Vegetación humil sobre de sedes marinos gemmatiles	24,6	0,003	18,6	75,6
1250	Acantilados con vegetación endémica de las costas macaronésicas	266,3	0,036	109,4	41,1
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termomediterráneos	78,0	0,010	62,7	80,4
2110	Dunas móviles embrionarias	4.123,2	0,554	3.399,1	82,4
2130	Dunas costeras sin vegetación herbácea	646,1	0,087	508,4	78,6
3150	Lagos eutróficos naturales con vegetación <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	0,1	0,000	0,1	100,0
4050	Brezales macaronésicos endémicos	14.501,5	1,947	11.388,5	78,5
4090	Matorrales oromediterráneos endémicos con aliaga	16.323,7	2,192	15.537,5	95,2
5330	Matorrales termomediterráneos y preestepicos	16.336,8	2,194	9.256,6	56,7
5335	Retamares termomediterráneos	2.310,8	0,310	1.716,3	74,3
6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinion-Phalarion</i>	35,8	0,005	25,8	72,1
7220 *	Manantiales petrificantes con formación de tuf	58,5	0,008	51,7	88,4
8220	Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmolítica	143,1	0,019	123,7	86,4
8310	Cuevas no explotadas por el turismo	0,1	0,000	0,1	100,0
8320	Cambios de lava y excavaciones naturales	5.192,1	0,697	4.527,0	87,2
8330	Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	0,0	0,000	0,0	0,0
9210	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos	226,9	0,030	92,3	40,7
9320	Bosques de <i>Olea</i> y <i>Ceratonia</i>	461,5	0,062	119,0	25,8
9361	Laureles canarias	7.052,6	0,947	6.415,3	91,0
9370 *	Palmerales de <i>Phoenix</i>	661,2	0,089	277,5	42,0
9550	Pinares endémicos canarios	44.868,1	6,025	39.498,2	88,0
9565 *	Bosques de <i>Juniperus</i> sp. Endémicos	1.294,3	0,174	1.163,0	89,9
	Totales	115.081,5	15,454	94.155,4	81,8

Tabla 1. Los hábitats de interés comunitario presentes en Canarias. Los porcentajes de la superficie del hábitat en Canarias se hacen respecto a la superficie total de Canarias (744.694,9 ha), mientras que los porcentajes de la superficie de hábitat incluida en la propuesta se calculan respecto a la superficie total de cada hábitat.

## ¿Qué pasos se siguen para integrar esta biodiversidad en Natura 2000?

Tras la realización del inventario de hábitats, en el que además de la localización de los mismos se hace una valoración de su cobertura y estado de conservación, se lleva a cabo un proceso de selección en base a criterios de ubicación y carácter del territorio y a criterios de calidad del hábitat. En este sentido se ha dado prioridad a los hábitats localizados en espacios naturales protegidos, en montes de utilidad pública o en zonas de especial conservación para las aves, frente a aquellos otros que se localizaban externamente a estas áreas. No obstante, en los casos en los que la representatividad de los hábitats no resultaba suficiente, han sido seleccionados hábitats de alta calidad de conservación localizados en áreas no protegidas.

El grado de inclusión de los hábitats 8310 y 8330 en la propuesta canaria es difícil de evaluar, dada la metodología de elaboración del inventario cartográfico, en la que se asignaba superficie cero y se localizaba únicamente la boca de la cavidad. Respecto al hábitat 8320, podemos afirmar que se ha incluido en un 87,6% del total de su superficie en Canarias, lo que representa la cifra de 4.547 ha.

La propuesta técnica, elaborada de acuerdo con los criterios citados anteriormente, entre otros, ha sido sometida a un repetido proceso de información pública con una duración total de dos meses. Se ha recibido diverso tipo de alegaciones, pero destaca la respuesta del sector de la construcción en la isla de Gran Canaria. Desde entonces, la propuesta está pendiente de que la esfera política tome las decisiones oportunas, ya sean reajustes y modificaciones o ya sea la decisión de envío a la Comisión Europea, a través del Gobierno del Estado.

Una vez sea notificada la Comisión Europea de los espacios propuestos por la Comunidad Autónoma, aquélla los declarará lugares de importancia comunitaria (LICs) y el Gobierno de Canarias tendrá un plazo de 6 años para declararlos ZECs.

## ¿Qué implica la declaración como LIC de un espacio?

Para los espacios declarados LIC, la Comunidad Autónoma fijará las correspondientes medidas de conservación necesarias, que se materializarán a través de la adopción de planes de gestión y de medidas reglamentarias, administrativas o contractuales adecuadas, que habrán de plasmarse en acciones encaminadas a evitar el deterioro o a restablecer los hábitats naturales y los hábitats de las especies.

En el caso de que en un LIC se prevea desarrollar planes o proyectos que no tengan relación directa con la gestión del lugar, éstos serán sometidos a una adecuada evaluación de sus repercusiones sobre los hábitats. En caso de que fuera necesario desarrollarlos, por razones imperiosas de interés público de primer orden, se hará tomando cuantas medidas compensatorias fueran necesarias para garantizar la coherencia de la red.

### **¿Cuándo ocurrirá todo esto?**

Los plazos dados por la directiva se han superado, pues se esperaba contar con la propuesta de lugares de importancia comunitaria de las comunidades autónomas en el año 1997. A raíz de las numerosas demoras que el proceso está sufriendo, la Comisión Europea ha concentrado su esfuerzo en la región biogeográfica macaronésica (Açores, Madera y Canarias), pero a pesar de ser la que más avanzada elaboración ha alcanzado, por su sencillez relativa y por el bajo número de estados de la UE implicados (sólo Portugal y España), se encuentra a la espera de la decisión del Gobierno de Canarias.

### **¿Qué ventajas tiene pertenecer a Natura 2000?**

Hasta el momento las ventajas con las que cuenta un hábitat al encontrarse incluido en una propuesta de LICs no resultan muy notables. Por un lado, existe el reconocimiento de ser de importancia comunitaria, lo que significa que se ha de conservar e incluso restaurar si fuera necesario, mientras que por otro se ha llevado a cabo, desde la Comisión Europea, una priorización en la asignación de fondos para la conservación (programa Life), lo que resulta tangible en Canarias en los últimos años, pero que no es otra cosa que la generosa cofinanciación de pequeños proyectos.

Sin embargo, no está claro aún qué fondos serán los que se inviertan en proyectos que permitan alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible que persigue la directiva de hábitats.

## REFERENCIAS.

- Consejo de Europa. 1979. Directiva 79/409/CEE, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* L 103/1.
- Consejo de Europa. 1992. Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* L 206:7-50.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1995. Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Boletín Oficial del Estado* 310:37310-37333.
- Ministerio de Medio Ambiente. 1998. Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Boletín Oficial del Estado* 151:20966-20978.
- García Fernández, I. & M. A. Vera Galván. 1998. La Red Natura 2000 en Canarias. *Medio Ambiente Canarias* 8: 3-6.
- García, I. & M. A. Vera. 1998. Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de las islas Canarias. *Quercus* 154: 43-46.

## INVERTEBRADOS DE CAVIDADES VOLCÁNICAS

ISAAC IZQUIERDO ZAMORA

(DOCTOR EN BIOLOGÍA. SERVICIO DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS NATURALES  
VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE)

Hasta hace tan sólo dos décadas el conocimiento que se tenía de la fauna subterránea de Canarias era muy escaso. Se limitaba a dos o tres especies que habían sido encontradas casualmente en algunos tubos volcánicos y de las que se disponían muy pocos ejemplares. Ello a pesar de las numerosas visitas que se habían realizado durante esta última mitad de siglo con motivo de estudios topográficos y geológicos llevados a cabo en una gran cantidad de tubos volcánicos del archipiélago.

La existencia de fauna cavernícola en el continente europeo y americano y en regiones volcánicas como Hawaii, alentó al estudio del medio subterráneo de las Islas Canarias, tanto desde el ámbito científico local como extranjero, especialmente europeo. Estas investigaciones han dado a conocer en este corto periodo de tiempo 150 especies de invertebrados nuevas para la ciencia, de las que unas 100 son terrestres. Todas ellas son exclusivas de alguna isla y presentan toda una serie de modificaciones en su morfología y en su fisiología que son típicas de animales que viven en el subsuelo de forma permanente y obligada: los troglobios.

Los grupos más representativos son los escarabajos (Coleoptera), las arañas (Araneae), los pseudoescorpiones (Pseudoscorpionida), los pulgones (Homoptera) y las cucarachas (Blattaria). Otros grupos con menor número de especies son los milpiés (Chilopoda y Diplopoda), las cochinillas de la humedad (Isopoda), las tijeretas (Dermaptera), las chinches (Heteroptera) y los diminutos colémbolos (Collembola). Dentro de estos grupos, algunos géneros como *Dysdera*, *Loboptera* ó *Tachycixius* presentan una gran diversificación de especies en el medio subterráneo de Canarias y constituyen verdaderos modelos de especiación y evolución animal.

Junto a estos troglobios, en las cuevas aparecen un gran número de especies que no son exclusivas de este ambiente, pero que participan en el mantenimiento del ecosistema subterráneo. Algunas ingresan accidentalmente en los tubos volcánicos a través de bocas o grietas (trogloxenos). Otras han sido capaces de desarrollar algunas fases de sus ciclos vitales en el medio cavernícola, aunque no se han establecido definitivamente en él (troglófilos).

El medio donde viven está caracterizado por varios parámetros ambientales muy diferentes a los que se muestran en superficie. La luz desaparece por completo con lo cual no existen plantas; su presencia está limitada a las raíces, que se introducen en los tubos volcánicos atravesando las grietas de las coladas volcánicas que los han formado. Estas raíces son una fuente de energía importante para algunas especies cavernícolas, que aprovechan su savia para alimentarse.

A pesar de esta fuente de recursos, el medio cavernícola es un medio muy pobre en disponibilidad energética si lo comparamos con lo que sucede en superficie. Esto da lugar a un empobrecimiento relativo también en el número de especies que conforman el ecosistema.

La humedad relativa del ambiente es muy elevada, sobrepasando el 90% en la mayoría de las cavidades donde se han encontrado animales cavernícolas. Este es uno de los condicionantes ambientales de mayor relevancia para las especies troglobias, ya que son muy vulnerables en ambientes con humedades relativas más bajas. Aunque en menor medida, la temperatura juega también un importante papel en el ambiente subterráneo. Debido al aislamiento del exterior, en las cavidades se mantiene una temperatura constante prácticamente a lo largo del año, coincidiendo ésta con la temperatura media anual para la zonas donde se encuentran las cuevas.

Otra de las características del medio subterráneo es la aparente continuidad que existe entre unas zonas y otras de las islas. En los últimos años se ha venido a constatar la presencia de pasadizos subterráneos que conectan unas cavidades con otras. Algunas especies cavernícolas pueden aparecer en varias cavidades de una isla, lo cual indica la interconexión entre ellas. Este hecho se ha podido demostrar localizando animales en lugares de las islas donde no existen tubos volcánicos y donde aparecen las mismas especies que en las cuevas. El llamado Medio Subterráneo Superficial constituye, junto con las cuevas, el medio de dispersión de las comunidades de invertebrados cavernícolas del archipiélago canario.

En un ambiente de estas características ha evolucionado un número importante de especies troglobias, que han sufrido una serie de modificaciones comunes a todas ellas. La más conocida es la disminución o pérdida de ojos. La ausencia de luz en las cuevas parece haber contribuido en este proceso, aunque la causa principal hay que buscarla en otros parámetros como la escasez energética en el medio. Debido a las condiciones extremas del medio se produce una selección de aquellos individuos y poblaciones que presentan menores requerimientos alimenticios. El ahorro que supone no fabricar los tejidos encargados de la formación de los ojos se convierte aquí en una ventaja.

Con otros elementos principales de la estructura de estos animales, como es el caso de los tegumentos que cubren su organismo, se entiende que sucede algo similar. Las capas que conforman el exoesqueleto de los animales se han reducido notablemente. En los animales que viven en el exterior esta protección les sirve para evitar tanto la insolación como la deshidratación. En los troglobios esta función se ha perdido, fundamentalmente por el ambiente de elevada humedad que presentan las cuevas. Esta es una ventaja para los animales debido al ahorro que supone no fabricar dichas capas, pero al mismo tiempo obliga a los troglobios a sobrevivir en ambientes muy húmedos.

Desde el punto de vista fisiológico también aparecen modificaciones en los troglobios. Una de las más interesantes es la que se refiere a la disminución en el consumo de oxígeno, asociado según unos autores a la ralentización general del metabolismo de los animales cavernícolas y según otros a los reducidos porcentajes de oxígeno detectados en el ambiente subterráneo.

No menos interesantes son las modificaciones que se producen en el aparato reproductor de las hembras de las especies cavernícolas. Comparando diferentes especies pertenecientes a un mismo grupo se ha podido constatar que las puestas de huevos de las especies que viven en superficie son notablemente superiores a las puestas que realizan los troglobios. Paralelamente se observan reducciones estructurales importantes en los ovarios de las hembras.

Toda esta serie de modificaciones alcanzadas por los invertebrados cavernícolas tienen un efecto positivo, al estar sus poblaciones perfectamente adaptadas a unas condiciones de vida que no están al alcance de las especies de superficie. Pero estas modificaciones o adaptaciones tan especializadas suponen también una trampa para las especies cavernícolas, que no pueden sobrevivir en ambientes diferentes al suyo.

La capacidad que tiene el hombre para modificar ambientes está sobradamente contrastada. El medio cavernícola no escapa de esta amenaza a pesar de su situación subterránea y aparentemente escondida. Algunas de estas amenazas con sus efectos negativos vienen sucediendo desde mucho tiempo atrás y están relacionadas con actividades tradicionales. La transformación del suelo con fines agrícolas y ganaderos afecta de manera casi directa en la dinámica natural del ecosistema cavernícola. Tanto por la desaparición de la vegetación de superficie y con ello sus raíces, como por el aporte de abonos y venenos que pasan hacia el medio subterráneo disueltos en las aguas de riego y de lluvia.

Otras afecciones más recientes son consecuencia del desarrollo urbanístico y edificatorio. Estas actuaciones no sólo inciden sobre la vegetación y la capa de suelo, sino que también suponen alteraciones importantes en las condiciones ambientales debido entre otras cosas a las grandes concentraciones de nitrógeno que aportan las aguas residuales de las viviendas. El resultado es la sustitución de la fauna cavernícola por insectos domésticos perfectamente capacitados para vivir en estos ambientes.

En los últimos años se ha empezado a reconocer la importancia del medio subterráneo de Canarias y sobre todo de la biodiversidad que contiene: más de un centenar de especies de invertebrados endémicas, incluyendo algunos grupos que no están representados en la fauna cavernícola europea. Desde diferentes ámbitos de la sociedad se ha puesto de manifiesto esta importancia y la necesidad de establecer las medidas oportunas para evitar la desaparición de un recurso tan preciado.

Diferentes administraciones han respondido ya a esta demanda y tanto a nivel local y regional como a nivel nacional y europeo se ha comenzado a planificar y gestionar el territorio teniendo en cuenta la protección de estos recursos. Dicha protección se está llevando a cabo desde dos líneas de actuación: a través de medidas de conservación sobre espacios naturales que contienen cavidades volcánicas (legislación canaria) y sobre lugares de interés comunitario (directivas europeas), y a través de medidas de conservación sobre especies cavernícolas concretas (catálogo nacional de especies amenazadas y propuesta de catálogo de especies amenazadas de Canarias).

## BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA.

- CPTMA (CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE), 1998. *Decreto 53/1998, de 17 de abril, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Cueva del Viento-Sobrado*. BOC núm 54: 4577-4583.
- HERNÁNDEZ, J.J., P. OROMÍ, A. LÁINEZ, G. ORTEGA, A.E. PÉREZ, J.S. LÓPEZ, A.L. MEDINA, I. IZQUIERDO, L. SALA, N. ZURITA, M. ROSALES, F. PÉREZ & J.L. MARTÍN. 1995. *Catálogo espeleológico de Tenerife*. Museo de Ciencias Naturales de Tenerife. Cabildo Insular de Tenerife. 168 pp.
- IZQUIERDO, I., J.L. MARTÍN ESQUVEL Y M. GONZÁLEZ MARTÍN. 1995. Plan de Ordenación de Recursos Naturales de la Cueva de Viento-Sobrado. *Medio Ambiente (Boletín Informativo de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias)*. 7: 14-17.
- IZQUIERDO, I. 1998. Fauna subterránea de la cueva del Viento-Sobrado. *Quercus*, 154: 32-37.
- MARTÍN, J.L., P. OROMÍ, I. IZQUIERDO, A.L. MEDINA Y J.M. GONZÁLEZ. 1995. *Biología. La Cueva del Viento*. Consejería de Política Territorial. Viceconsejería de Medio Ambiente. Capítulo 4: 31-78.
- MMA (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE), 1998. *Orden de 9 de julio de 1998 por la que se incluyen determinadas especies en el Catálogo Nacional de especies amenazadas y cambian de categoría otras especies que ya están incluidas en el mismo*. BOE núm. 172 (17306).
- MMA (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE), 1998. *Corrección de errores de la Orden de 9 de julio de 1998 la que se incluyen determinadas especies en el Catálogo Nacional de especies amenazadas y cambian de categoría otras especies que ya están incluidas en el mismo*. BOE núm. 191 (19359).
- OROMÍ, P. Y I. IZQUIERDO. 1994. Canary Islands. In C. Juberthie & V. Decu (Eds.) *Encyclopaedia Biospeologica*. Soc. Biospéologie, Moulis and Bucarest, 631-639.
- VCMA (VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE), 1996. *Plan de Ordenación de Recursos Naturales de la Cueva Viento-Sobrado*. Documento presentado para el trámite de aprobación del Plan de Ordenación. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 73 pp.
- VCMA (VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE), 1988. *Catálogo de cavidades volcánicas de Canarias. I. Islas occidentales (La Gomera, El Hierro y La Palma)*. Informe presentado por el Departamento de Biología Animal de la Universidad de La Laguna. 171 pp.

## ASPECTOS GENERALES SOBRE LA BIOLOGÍA, VIDA Y COSTUMBRES DE LOS MURCIÉLAGOS

JESÚS BENZAL

(LICENCIADO EN BIOLOGÍA. MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES)

Los murciélagos son uno de los grupo de vertebrados mas desconocidos, lo que ha favorecido la aparición de muchas leyendas e historias infundadas sobre ellos. En general son animales mal vistos, resultando repulsivos para mucha gente. Sin embargo, pocos saben que estos animales constituyen uno de los grupos de mamíferos mas especializados, lo que les ha permitido una enorme irradiación por todo el planeta.

Dentro de la clasificación del reino animal los murciélagos constituyen el Orden Chiroptera y de ahí que de modo técnico se les denomine quirópteros. Dentro de los mamíferos son actualmente el segundo grupo mas numeroso en especies vivientes, detrás de los roedores. Las aproximadamente 980 especies de murciélagos que actualmente se conocen se reparten por la práctica totalidad del planeta y sólo faltan en las zonas polares, algunas islas oceánicas muy alejadas de los continentes y en las cumbres mas elevadas del planeta.

En España es el grupo de mamíferos mejor representado pues se conocen 27 especies distintas. El elenco del ámbito ibero-balear está constituido por 25 especies (30-31 se conocen en todo el continente europeo) y el del Archipiélago Canario por 8. De las especies de este archipiélago, seis se encuentran también en la Península Ibérica, mientras que dos son exclusivas de la Macaronesia. De estas dos últimas, una es endémica y exclusiva de Canarias (*Plecotus tenerifae*) y otra (*Pipistrellus maderensis*), también se encuentra en Madeira.

El rasgo mas característico de los murciélagos está en su capacidad de volar libremente. Son los únicos mamíferos que ha colonizado el medio aéreo y ello ha condicionado su evolución y modo de vida, haciéndoles uno de los vertebrados mas especializados.

La conquista del medio aéreo se apunta como una de las causas que ha permitido su enorme diversificación y la colonización de gran cantidad de hábitats. Los murciélagos para poder volar han desarrollado una estructura alar que tiene su origen en las expansiones que ha experimentado su tejido tegumentario. Las estructuras alares de los murciélagos (normalmente conocidas como patagio), son un tejido vivo, al contrario de lo que sucede en las aves y se sustentan gracias a las modificaciones que también ha experimentado el esqueleto de estos animales. Las alas de los murciélagos hacen que la superficie corporal de los murciélagos sea dos o tres veces mayor que la de cualquier otro mamífero de talla equivalente. El patagio se extiende entre el propio cuerpo del animal, el brazo, los dedos de la mano y las extremidades posteriores, recibiendo distinto nombre cada una de sus partes. Para su sustentación la mano de los murciélagos ha experimentado una transformación que básicamente ha consistido en el alargamiento de sus dedos.

También como consecuencia de la adaptación a una locomoción aérea, los murciélagos tienen que modificar otras estructuras de su cuerpo, respecto al patrón general del resto de los mamíferos. Así el esternón se ha desarrollado mucho con el fin de permitir la inserción de los pectorales (músculos que permiten el batido de las alas), los cuales también están más desarrollados que en otros mamíferos. Por su parte la pelvis y las extremidades posteriores también se han modificado con vistas a poderse colgar de ellas durante el reposo.

Respecto a su alimentación el grupo de los murciélagos manifiesta una gran variabilidad. Dentro de este grupo se encuentran dos patrones dominantes: el de los frugívoros (comedores de frutos) y el de los insectívoros (comedores de insectos), aunque también existen especies que se alimentan de néctar, polen, peces, pequeños vertebrados, sangre, etc. Todas las especies de nuestra fauna se alimentan exclusivamente de insectos, lo que también condiciona su modo de vida y en parte su estado de conservación.

Todas las especies de nuestra fauna se caracterizan por ser animales muy longevos, aunque cada hembra solo tiene una cría por parto y año. Este hecho es consecuencia (entre otras cosas) de la baja tasa de depredación que tienen estos animales lo que les ha permitido adaptarse a un tamaño de camada muy bajo y una longevidad alta. Este hecho no quita para que una fracción importante de la población muera en su primer año de vida, mortandad que se reduce mucho en los años subsiguientes.

Una de las características más llamativas de los murciélagos de nuestra fauna es su ciclo reproductivo. Como ya se ha comentado, cada hembra sólo tiene una cría al año. El nacimiento de éstas tiene lugar durante la primavera, sin embargo, el celo y el apareamiento sucede durante el otoño precedente, inmediatamente después de la emancipación de los jóvenes del año. Sin embargo, tras el apareamiento no tiene lugar la fecundación de las hembras y el subsiguiente periodo de gestación, sino que cada una de las hembras guarda el esperma de los machos con los que se aparean en un receptáculo de su tracto reproductivo durante varios meses. Tras el apareamiento tiene lugar la inverna, finalizada la cual las hembras ovulan, movilizan el esperma que mantienen guardado y se produce la fecundación. Esta es seguida por una gestación que, dependiendo de las especies, puede durar entre 40-60 días. El nacimiento de los jóvenes se escalona entre junio y agosto, dependiendo factores intrínsecos a cada una de las especies y de la latitud.

Entre nuestras especies existe una excepción a este patrón mencionado. Es el caso del Murciélago de Cueva (*Miniopterus schreibersii*). En esta especie tras el apareamiento otoñal, tiene lugar la ovulación de la hembra y la inmediata fecundación. Comienza la gestación del embrión durante el otoño, pero se detiene en sus primeras fases antes de la implantación y no se reanuda hasta la primavera siguiente después de la hibernación. En este caso se habla de implantación diferida.

El nacimiento de los jóvenes tiene lugar en los refugios. Hay especies que constituyen colonias de cría en las que durante la gestación, nacimiento y primeras semanas de vida de los jóvenes, sólo están constituidas por hembras. Los machos suelen ser expulsados de ellas y se refugian en lugares cercanos o en otras áreas separadas del mismo refugio si éste es muy amplio. Las crías nacen desnudas y son transportadas por su madre durante las primeras semanas de vida. En algunos casos se constituyen guarderías cuando las madres salen por la

noche a cazar. A cargo de estos “jardines de infancia” suelen quedar varias hembras adultas, las cuales son reemplazadas periódicamente. Cuando esto sucede las hembras regresan al refugio periódicamente con el fin de amamantar a los jóvenes a los cuales son capaces de reconocer por su voz. En muchas ocasiones las crías son transportadas por la madre mientras vuela, hasta que alcanzan una talla que hace imposible o arriesgado su transporte. Los jóvenes, dependiendo de las especies y del momento de su nacimiento suelen emanciparse de su madre hacia finales de agosto. Antes han compaginado una fase de alimentación mixta, basada en las presas que ya empiezan a capturar en compañía de su madre y de la lactancia complementaria de la que todavía siguen dependiendo.

El ciclo diario de un murciélago es el de una especie de hábitos nocturnos. Durante el día los individuos permanecen reposando en sus refugios, mientras que durante la noche tienen lugar sus andanzas en búsqueda del alimento. Durante el reposo no permanecen constantemente durmiendo, sino que alternan periodo de sueño con otros de vigilia mas o menos prolongados en cada estación del año. Por lo general, a primeras horas del día duermen y a medida que avanza el día se despiertan varias veces, hacia el medio día suelen estar bastante activos, entrando en un nuevo sueño durante la tarde. Antes de la puesta del sol, la mayoría de los individuos suelen encontrarse despiertos esperando la hora de salir del refugio. Esta dinámica varía mucho de unas especies a otras y sobre todo de la temperatura ambiente. En lugares o días cálidos los murciélagos suelen permanecer mas tiempo despiertos, mientras que las horas de sueño aumentan cuando la tempera es baja.

Durante la noche es cuando los murciélagos salen a cazar. Algunas especies lo hacen cuando todavía es de día, aunque la mayoría espera hasta que es totalmente de noche. Cada especie tiene un periodo de actividad distinto, aunque el patrón general consiste en volar en busca de alimento durante las primeras horas de la noche. Posteriormente los individuos buscan lugares de reposo, que pueden ser el mismo refugio que utilizan durante el día u otro distinto. En estos lugares permanecen despiertos, alternando periodos de caza y reposo a lo largo de toda la noche. Por lo general, no suelen permanecer en vuelo durante toda la noche ni más de tres o cuatro horas seguidas.

Algunas especies cuando capturan sus presas las ingieren directamente mientras vuelan sin embargo, otras veces capturan presas que por su tamaño no les es posible su ingestión en vuelo, viéndose obligadas a posarse para ingerirlas. En este caso se encuentran los “Orejudos” que cuando capturan una presa grande acuden a posaderos para manipularla y comerla. Es frecuente que estos lugares sean rocas, ramas de árboles, entradas de minas, galerías o porches de casas. Estos lugares suelen ser muy tradicionales y en ellos es fácil encontrar acumulaciones de alas de mariposas y élitros de escarabajos comidos por los murciélagos.

La mayoría de nuestras especies son de hábitos oportunistas a la hora de buscar alimento, sin embargo, el espectro trófico de cada una de ellas está limitado por sus respectivas tallas. Por lo general, hay una correlación directa entre la talla de los individuos (murciélagos) y el tamaño de presa del que se alimentan. El espectro trófico está constituido mayoritariamente por insectos, siendo las mariposas nocturnas, los dípteros (mosquitos) y los escarabajos los grupos que constituyen el grueso de su dieta.

La mayoría de las especies acuden a buscar su alimento a lugares donde existe una mayor densidad de insectos, pudiendo variar su ubicación en función de la época del año, las condiciones meteorológicas, la floración de la vegetación y de otras muchas causas. En algunos casos la ubicación de los cazaderos varía a lo largo de la noche. Hay especies como los orejudos que apenas se desplazan durante la noche mas allá de 2 km, mientras que otras pueden hacerlo a decenas de km. de sus refugios. Se ha comprobado que los individuos de especies gregarias se alejan mas de los refugios que las de hábitos solitarios y la distancia que recorren los individuos de las grandes colonias aumenta directamente con el tamaño de la colonia.

Es frecuente que los murciélagos acudan a cazar a lugares con vegetación abundante y sobre todo en las inmediaciones de los cursos y masas estables de agua. Estos lugares son tradicionalmente puntos de atracción de los murciélagos a los cuales suelen acudir siguiendo itinerarios fijos desde sus refugios diurnos.

La estrategia de caza varía de unas especies a otras. Las hay que cazan al acecho para ello se posan en perchas, desde donde escudriñan su entorno inmediato emitiendo ultrasonidos. Cuando detectan una presa en vuelo se lanzan a su captura, regresando al posadero para manipularla, ingerirla y seguir rastreando. La mayoría de nuestras especies son capaces de cazar en vuelo aunque unas lo hacen en espacios abiertos con vuelo rápido y mas o menos rectilíneo y otras entre la vegetación con vuelo lento y sinuoso. Algunas especies como el orejudo son capaces de ir rastreando ramas, rocas u otros substratos donde puede haber presas posadas. Al volar cerca de ellas son espantadas y capturadas cuando tratan de huir. Aunque la mayoría de las especies cazan al aire libre algunas de ellas también acuden al interior de desvanes, bodegas o cavidades subterráneas, donde la presencia de insectos suele ser habitual. Como caso mas llamativo de este hecho lo tenemos en el Orejudo Canario que tiene importantes cazaderos en el interior de algunas galerías y tubos volcánicos. En estos lugares suele ser frecuente la acumulación de restos (alas) de las presas que constituyen su dieta.

La biología de los murciélagos de nuestra fauna está muy condicionada por la disponibilidad de alimento. Al tratarse de animales que se alimentan exclusivamente de insectos su ciclo biológico está condicionado por la dinámica de la entomofauna que constituye su base alimentaria. Por lo general, en las zonas templadas del planeta sus presas son mas abundantes durante la primavera y el verano, disminuyendo en el otoño y haciéndose muy escasas durante el invierno. Ello hace que los murciélagos insectívoros recurran a dos estrategias para sobrevivir durante la época de escasez de alimento. Por un lado, son capaces de efectuar migraciones cuando la disponibilidad de alimento disminuye en una determinada región, desplazándose a zonas donde las condiciones ambientales les permiten seguir encontrando alimento. Por otro lado, también son capaces de entrar en estado de hibernación durante la temporada invernal y aguantar sin ingerir alimento hasta que la densidad de insectos aumenta en la primavera siguiente. Ambas estrategias no son excluyentes la una de la otra, sino complementarias en la mayoría de los casos. Hay especies que lo que hacen es migrar a zonas favorables al comienzo del invierno para prolongar su actividad y entrar en hibernación mas adelante cuando la disponibilidad de alimento les resulta mas costoso que seguir activos.

La hibernación de los murciélagos es un fenómeno por el cual los individuos entran en un estado de torpor en el cual son pueden sobrevivir durante varias semanas o meses sin ingerir ningún tipo de alimento. Este estado de torpor es controlado por el propio individuo, al contrario de lo que sucede con el letargo de los animales de sangre fría (anfibios, reptiles). En estos últimos su letargo está condicionado por la temperatura ambiente y no salen de él mientras en el entorno en el que viven no se alcanza una temperatura óptima. Sin embargo, en los murciélagos es el propio animal quien controla su estado de actividad y si la temperatura ambiente baja por debajo de un umbral que pone en peligro su supervivencia, son capaces de activarse y buscar un lugar mas confortable. Es por este motivo por el que se habla de un torpor o letargo facultativo.

Para la hibernación los murciélagos buscan lugares tranquilos donde la temperatura y humedad se mantenga muy estable a lo largo de todo el invierno. En este estado reducen al mínimo su metabolismo, con el fin de mantenerse sin necesidad de alimentarse, solo a expensas de la energía que han acumulado en forma de grasa durante el otoño. El gasto metabólico en este estado es mínimo y para ello tienen que reducir enormemente sus ritmo cardiaco y respiratorio, así como sus movimientos. Ello hace que la temperatura corporal también disminuya mucho, hasta el punto de situarse sólo un grado o dos por encima de la temperatura ambiente. En el caso de algunos murciélagos de Bosque (*Barbastella barbastellus*) y Orejudos septentrionales (*Plecotus auritus*), se han observado individuos con temperatura corporal de sólo 2 ó 3°C, en refugios cuya temperatura ambiente era de 0°C.

Otra característica de los murciélagos insectívoros es su “sexto sentido”. La totalidad de nuestras especies han desarrollado el sentido de la ecolocalización, por el cual son capaces de moverse en plena oscuridad sin riesgo de chocar contra los objetos que se interponen en su camino. Ello ha inducido a creer a mucha gente que los murciélagos son ciegos, cosa que no es cierta.

La ecolocalización es un mecanismo por el cual los murciélagos (y otros animales) emiten sonidos de alta frecuencia, los cuales no son perceptibles por el oído humano. Estos sonidos al chocar con un objeto o presa se transforman y cuando un murciélago recibe un sonido emitido por él después de chocar contra un objeto, es capaz de analizarlo, haciéndose de inmediato una “imagen sónica” de la naturaleza, tamaño, movimiento y velocidad del objeto con el que rebotó. Este mecanismo es utilizado por los murciélagos tanto para volar en plena oscuridad como para localizar, identificar y capturar sus presas.



## **CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS CAVERNÍCOLAS**

**JESÚS BENZAL**

**(LICENCIADO EN BIOLOGÍA. MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES)**

Los murciélagos constituyen uno de los grupos de mamíferos más especializados y están adaptados a un modo de vida muy estricto. Por este motivo están sometidos a un alto riesgo cuando se alteran sus condiciones naturales de vida. De modo general se sabe que la abundancia y estabilidad de sus poblaciones dependen de dos factores básicos: la disponibilidad de refugios apropiados y la de alimento. En el desequilibrio de estos dos factores y de los colaterales que de ellos se derivan, es donde hay que buscar los declives que han experimentado algunas especies en el último siglo.

Es posible que a lo largo de la historia evolutiva de los murciélagos su abundancia y distribución se haya visto influida por factores naturales que condicionaron su modo de vida. Sin embargo, aunque en la actualidad pueden seguir actuando alguno de estos factores, son las alteraciones inducidas por el hombre las que más influyen en el declive y progresiva desaparición de sus poblaciones, tanto a nivel local o regional como de forma global.

En Europa se ha constatado un llamativo declive de las poblaciones de murciélagos a partir de la Segunda Guerra Mundial. Por un lado la aparición del DDT se apunta como una de las causas que más ha influido en el declive muchas especies, a lo que hay que añadir la transformación y simplificación del medio natural en favor de los intereses humanos.

Los murciélagos no son un grupo que haya sufrido una persecución directa por el hombre, aunque sí se han visto seriamente afectados por la actividad humana. La pérdida de refugios, la simplificación del medio, la pérdida de superficie forestal, la canalización de cursos de agua, el incremento de la contaminación, el aumento de superficie agrícola y las prácticas con las que ésta se desarrolla en las últimas décadas, son acciones que no se dirigen directamente contra los murciélagos, aunque sí son causa de que muchas especies estén actualmente en declive o hayan llegado a desaparecer en algunas regiones.

Conscientes de que muchas especies están declinando en muchos lugares de Europa, a partir de los años setenta se empiezan a tomar medidas para su protección, manejo y conservación.

Para ello es imprescindible contar en primer lugar con una cobertura legislativa, tanto a nivel local, como nacional e internacional. En la actualidad la totalidad de la fauna de murciélagos está protegida en todos los países europeos, por sus respectivas legislaciones y por diversos acuerdos y convenios internacionales.

A modo de resumen los convenios y la legislación que da protección a la fauna de murciélagos se resume del siguiente modo:

**Convenio de Berna.- *Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa.*** Este convenio se aprobó en el año 1979 y considera a todas las especies de murciélagos de Europa como fauna estrictamente protegida, exceptuando a *Pipistrellus pipistrellus* que está considerado simplemente como protegida (?). Este convenio establece la necesidad de adoptar medidas legislativas y reglamentarias apropiadas para la protección de las especies, prohibiendo, entre otras cosas el darles muerte, deteriorar o destruir sus refugios, perturbar a las poblaciones en su medio natural, haciendo especial hincapié en los periodos de reproducción, crianza e hibernación. Igualmente prohíbe la posesión y comercio de ejemplares vivos o muertos, incluyendo los disecados o cualquiera de sus partes identificables. Los principios de este convenio son sobre todo restrictivos, haciendo poca incidencia sobre aspectos de gestión que beneficien a las poblaciones en sí, sus refugios y sus hábitats. Este convenio es en el que está basada la Ley 4/1989.

**Convenio de Bonn.- *Convenio sobre la conservación de las especies migradoras de animales silvestres.*** Este convenio se firmó en el año 1979 y sus principios se fundamentan en la protección y conservación de las especies migradoras, concediendo especial atención a las que tienen un estado de conservación desfavorable. Todos los países firmantes de este convenio están obligados a adoptar medidas para evitar que las especies se encuentren amenazadas. Este convenio está cargado de principios y buenas intenciones, aunque se le achaca tener un escaso poder vinculante. En él se basa el *Acuerdo para la conservación de los murciélagos de Europa*, al que España paradójicamente no se ha adherido. En dicho acuerdo establecen las obligaciones necesarias para la protección de las especies en sí, sus refugios y hábitats. Sin embargo, en la última "reunión de las partes", celebrada en Alemania en julio de 1998 se aprobó la exclusión de Canarias, Azores y Madeira de su ámbito geográfico.

**Directiva de Hábitats.- *La Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestre.*** Tiene por objeto garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestre. Respecto a los murciélagos considera a todos los murciélagos de los estados miembros como animales de interés comunitario que requieren de una protección estricta. Igualmente para una serie de especies obliga a designación, por parte de cada uno de los estados miembros, de zonas especiales para su conservación. En el caso de los murciélagos 11 especies de la fauna española se encuentran en esta situación, de las cuales sólo una (*Barbastella barbastellus*) se localiza en Canarias.

Esta Directiva ha sido transcrita al ordenamiento jurídico español mediante la publicación del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen las medidas necesarias para garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre (BOE, 310 de 28 de diciembre de 1995).

**Legislación nacional.- *Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres.*** Esta ley es la base para la conservación de la flora y fauna silvestre a nivel nacional y de ella emana el R.D. 439/1990, de 27 de

marzo, por el que se regula el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*. El R.D. 439 consideraba a todos los murciélagos de nuestra fauna como “especies de interés especial”. Sin embargo, tras la publicación de la Orden Ministerial de 9 de julio de 1998, dos especies canarias: *Plecotus tenerifae* y *Pipistrellus maderensis* están catalogadas como vulnerables. Para las especies catalogadas como de interés especial es necesario desarrollar “Planes de gestión” para cada una de ellas y cada una de las CCAA en las que están presentes. Dichos Planes tienen como finalidad mantener a sus poblaciones a unos niveles adecuados (?). El desarrollo de estos planes es competencia de las respectivas CCAA y en la práctica totalidad de los casos están sin elaborar. Por su parte para las dos especies canarias catalogadas como vulnerables hay que desarrollar sendos “Planes de conservación”.

## ACTUACIONES DIRECTAS PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS CAVERNÍCOLAS

Aunque en la actualidad no existe ningún plan de manejo aprobado en ninguna Comunidad autónoma, sí se han desarrollado distintos programas de manejo y gestión específicos para estos animales en algunas de ellas. En bastantes lugares ya se dispone de los correspondientes catálogos de especies amenazadas, con modificaciones regionales respecto al catálogo nacional. En otras como Castilla y León se han elaborado además unas “Bases” para su protección, que posteriormente han servido para justificar la solicitud de un proyecto LIFE en esta Comunidad. Por su parte en Canarias se puso en marcha, a iniciativa de la Sección de Flora y Fauna de la Viceconsejería de Medio Ambiente el *Programa para la protección y conservación de los Murciélagos*, logros principales han sido:

- Incremento del conocimiento de la distribución de las especies
- Instalación de refugios artificiales en zonas forestales y evaluación de su efectividad.
- Inventario de cavidades subterráneas utilizadas por los murciélagos.
- Cerramiento de 19 cavidades subterráneas utilizadas por murciélagos.

## CERRAMIENTO DE CAVIDADES

Las especies cavernícolas tienen una acusada dependencia de los refugios que ocupan. Este fenómeno varía en función de las especies, pudiendo manifestarse a lo largo de todo el año, o quedar restringido a periodos concretos. Mientras unos refugios son utilizados por las colonias a lo largo de todo el ciclo biológico anual, otros son ocupados sólo durante la reproducción, hibernación o el paso migratorio. La disponibilidad de refugios apropiados es un factor limitante en la distribución y abundancia de las especies, por ello conviene adoptar todas las medidas posibles para protegerlos.

La protección de los murciélagos a través de la protección de sus refugios coloniales, se fundamenta en el hecho de que estos animales tiene una acusada fidelidad por ocupar los mismos lugares año tras año y generación tras generación. Cualquier alteración o desaparición

de un refugio tradicional, puede significar la desaparición de la colonia antes que ésta colonice un nuevo refugio alternativo.

Por otro lado, teniendo en cuenta que uno de los mayores riesgos que tienen las colonias estriban en las molestias que sufren los individuos, como consecuencia de las visitas e interferencias humanas, parece obvio incidir en este aspecto a la hora de gestionar la conservación y protección de los murciélagos.

La protección directa de los refugios deber< llevarse a cabo estableciendo previamente un orden de prioridades, en función del tamaño de las colonias y de las especies que utilizan los refugios. En principio hay que tratar de evitar la adopción de medidas protectoras que impliquen la instalación de barreras físicas y recurrir a este método sólo cuando otras vías (administrativa, jurídica, educativa, etc) ya se hayan agotado, no sea posible su adopción o resulten insuficientes. En la actualidad se recurre a dos tipos de instalaciones básicas, como son las verjas y los cercados perimetrales.

La instalación de verjas es el método m<s empleado para proteger a las colonias en sus refugios, aunque no hay que olvidar que su instalación debe someterse al cumplimiento de una serie de requisitos y premisas con el fin de evitar efectos contrarios a los que se pretenden.

## **INSTALACIÓN DE VERJAS EN REFUGIOS SUBTERRÁNEOS**

Para la instalación de verjas en los refugios que alberguen colonias de murciélagos, se han de tener en cuenta las siguientes premisas:

- 1) Hay que justificar la imperiosa necesidad de que la instalación de la verja es el método m<s adecuado para la protección de la colonia allí instalada.
- 2) Hay que conocer qué especies alberga el refugio, los contingentes de cada una de ellas, su fenología y el período de permanencia de los murciélagos en él.
- 3) Hay que diseñar una verja específica para cada refugio en particular, en función de las especies que integran la colonia y del refugio en sí.
- 4) La verja debe permitir el paso de los murciélagos en vuelo directo, sin que se vean obligados a hacer quiebros para atravesarla.
- 5) Hay que evitar la instalación de verjas que consten sólo de barrotes verticales.
- 6) Si la verja consta de barras verticales y horizontales, la separación entre las verticales no ser< menor de 50 cm y de 15 cm entre las horizontales.
- 7) Si la verja consta sólo de barrotes horizontales, la distancia mínima entre ellos deber< ser de 15 cm.

- 8) Hay que dotar a la verja de una parte practicable para facilitar el acceso.
- 9) Hay que emplear materiales suficientemente resistentes ante posibles acciones de vandalismo.
- 10) Es imprescindible seleccionar adecuadamente el emplazamiento más adecuado para la colocación de la verja, teniendo en cuenta que:
  - a) La instalación de una verja que sea visible desde el exterior del refugio, puede actuar como atractivo para ser violentada.
  - b) Es preferible situar la verja en el interior del refugio, evitando los lugares angostos de obligado paso para los murciélagos y las corrientes naturales de aire.
- 11) Siempre que sea posible, hay que evitar que la verja cubra todo el hueco disponible, siendo aconsejable dejar la parte superior sin enrejar. Esta medida permite un mejor acceso a los murciélagos, al tiempo que minimiza su influencia sobre las corrientes de aire, grado de humedad y temperatura interior de refugio.
- 12) Se debe evitar, siempre que sea posible, la instalación de verjas en planos horizontales o inclinados.
- 13) Las verjas que necesariamente hayan de instalarse en horizontal (simas, pozos mineros, etc), deberán ser tipo jaula.
- 14) La instalación de una verja en una cavidad se deberá llevar a cabo procurando interferir lo menos posible a la colonia residente. Para ello conviene tener en cuenta que:
  - a) La ejecución de la obra se deberá hacer cuando la colonia no esté en el refugio o cuando el número de individuos residentes sea mínimo.
  - b) Siempre que sea posible, se deberá evitar la instalación súbita de la verja. Es menos impactante para los murciélagos hacerlo de forma progresiva, cerrando poco a poco la entrada. De este modo los murciélagos se familiarizan mejor con el nuevo elemento de la cavidad.
  - c) Durante la instalación de una verja, sobre todo si es interior, se debe evitar, la emisión de gases y el uso de aparatos de soldadura que puedan afectar a los murciélagos o contaminar el interior del refugio.
- 15) La instalación de una verja se podrá complementar (según cada caso) con un cartel informativo que explique el motivo del cerramiento, así como la importancia de la colonia allí instalada. Esta medida puede evitar vandalismos basados en la creencia de que la cavidad se ha cerrado por contener algún tipo de yacimiento arqueológico y/o paleontológico.
- 16) Si se prevé el cerramiento de un refugio ubicado en una finca privada es imprescindible contar con la opinión, autorización y colaboración del propietario del terreno en el que se

ubica la cavidad, de este modo él puede ser un buen aliado para mejorar la protección de la colonia.

- 17) Cuando se pretenda instalar una verja en un refugio localizado en un terreno de propiedad municipal, conviene contar con la colaboración del Ayuntamiento implicado, tanto para la financiación y ejecución del proyecto, como para la gestión posterior de mantenimiento y control.
- 18) Siempre hay que prever un control y mantenimiento periódico del estado de conservación de las verjas instaladas, sobre todo del sistema de apertura y cierre de la entrada.
- 19) La instalación de verjas en cavidades de interés espeleológico deberá ser comunicada a los grupos de espeleología que los suelen utilizar, ofreciéndoles un vía para acceder autorizadamente a las mismas.
- 20) Tras la instalación de una verja se deberá controlar el comportamiento de los individuos a la hora de entrar y salir del refugio, así como la evolución de la colonia. Ello permitirá testificar la efectividad de su instalación y diseño.

#### INSTALACIÓN DE CERCADOS EN TORNO A CAVIDADES U OTROS REFUGIOS

Una buena solución para impedir el acceso de personas a los refugios que albergan colonias de murciélagos, sin necesidad de recurrir al enrejado de su entrada, es la instalación de cercados externos. Este tipo de instalaciones tienen ciertas ventajas sobre las verjas como son:

- a) No suponen ninguna barrera que los murciélagos estén obligados a atravesar para entrar o salir del refugio.
- b) No tienen efectos secundarios en cuanto a la alteración de corrientes de aire, grado de humedad y temperatura del interior del refugio; lo que a la postre siempre puede repercutir sobre la permanencia y estabilidad de la colonia en el refugio.
- c) Durante su instalación no se producen molestias a la colonia que ocupa el refugio, por lo que se pueden instalar en cualquier época del año.
- d) Son más útiles y prácticos que las verjas cuando se trata de simas, pozos mineros y cualquier refugio con entrada vertical, pues la gente asocia su instalación más con la prevención de accidentes que con el hecho de impedir su acceso. Este tipo de instalaciones también pueden ser útiles en refugios horizontales con entradas muy amplias o con múltiples accesos.
- e) Suelen ser menos propicias para ser violentados, pues la gente asocia los cercados con una propiedad privada a la que no puede o debe acceder.

Sin embargo, también tienen ciertas desventajas como son:

- a) Son más fáciles de evitar por las personas empeñadas en atravesarlas.
- b) En muchos casos, es más difícil contar con la autorización de los propietarios de los terrenos en los que se ubica el refugio para su instalación.
- c) Requieren un mayor mantenimiento posterior que las verjas.
- d) Pueden constituir elementos distorsionadores del paisaje en lugares y parajes poco transformados.

Los cercados pueden ser de diversos materiales, desde simples alambradas, hasta mallas metálicas de dos o más metros de altura, incluyendo setos naturales constituidos por plantas autóctonas. En general, hay que tender a que estas instalaciones impidan ver el refugio desde el exterior, aunque esto está supeditado a las características del refugio, su entorno y de la distancia a la que se sitúe el cercado.

En cualquier caso, cuando se trate de cercados hechos con materiales artificiales, pueden y deben ser disimulados posteriormente, favoreciendo la recolonización de la vegetación o el plantado de setos de especies autóctonas. Una buena práctica a seguir es favorecer la reforestación en torno al refugio. La existencia de arbolado y/o matorral, en torno a un refugio puede tener un triple efecto: disimular su emplazamiento, dificultar su localización y acceso y favorecer la estabilidad climática del refugio. Esto último se consigue gracias a que el arbolado actúa como pantalla de amortiguación ante la insolación y disipación del microclima interior de la cavidad.



# PROYECTO LIFE “CONSERVACIÓN DE QUIRÓPTEROS E INVERTEBRADOS EN LAS CAVIDADES VOLCÁNICAS DE CANARIAS”

SILVIA FAJARDO GONZÁLEZ

(LICENCIADA EN BIOLOGÍA. SERVICIO DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS NATURALES. VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE)

## 1. Introducción

Los proyectos Life son un instrumento de apoyo financiero previsto en el Reglamento (CEE) nº 1973/92 del Consejo (LIFE) en el que se concede prioridad a los tipos de acción que presenten un interés comunitario y en los que la concesión de una ayuda financiera comunitaria contribuya de forma significativa a la realización de la política comunitaria en materia de medio ambiente.

La Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente (Viceconsejería de Medio Ambiente) del Gobierno de Canarias se ha acogido a estas ayudas y ha venido desarrollando desde 1993 diferentes programas de conservación en el marco de los Proyectos *Life*.

Por otro lado, la Sección de Flora y Fauna de la Viceconsejería de Medio Ambiente desarrolló a lo largo de varios años un Programa para la Protección y Conservación de los Murciélagos de Canarias. En base a las exitosas experiencias previas de otros Proyectos *Life* desarrollados en las islas y al deseo de continuar con los trabajos iniciados en el Programa de conservación antes mencionado, se decidió la elaboración de una candidatura para optar a la concesión de apoyo financiero de la Unión Europea, aunque desde un principio se tuvo conciencia del inconveniente que supondría el hecho de no contar con especies consideradas como prioritarias por la Comunidad Europea, y de la inevitable competencia con otros proyectos que se presentaban relativos a especies más “llamativas” y conocidas como podrían ser el oso pardo, lince o el águila imperial.

El presente Proyecto aborda la conservación del hábitat cavernícola y de los murciélagos e invertebrados troglobios que habitan en él a través de acciones directas para la protección de las cuevas, estudios sobre sus recursos faunísticos y una campaña de sensibilización y divulgación.

Su duración será de tres años (1999 - 2001) y se desarrollará en las islas de Tenerife, La Palma y El Hierro. La contribución de la Comunidad Europea se ha fijado en un 50 % del coste total, quedando la otra mitad a cargo del Gobierno de Canarias, que fue la entidad solicitante. A continuación se exponen ampliamente los distintos aspectos que rodean a este proyecto: su elaboración, acciones previstas, objetivos y dificultades que se plantean.

## 2. Antecedentes. Programa para la Protección y Conservación de los Murciélagos de Canarias.

El presente Proyecto *Life* se planteó, en parte, como una continuación a algunas actuaciones llevadas a cabo en el Programa de Protección de los Murciélagos de Canarias que desarrolló la Viceconsejería de Medio Ambiente y que se resume a continuación.

En Canarias los murciélagos constituyen el grupo de mamíferos más numeroso y se conocen siete especies, de las cuales una es endémica, el orejudo canario (*Plecotus teneriffae*) y otra está presente solamente en Canarias y Madeira, el murciélago de Madeira (*Pipistrellus maderensis*). El resto de especies están presentes también en la Península Ibérica: el murciélago de borde claro (*Pipistrellus kuhlii*), el murciélago montañero (*Hypsugo savii*), el nótulo pequeño (*Nyctalus leisleri*), el murciélago de bosque (*Barbastella barbastellus*) y el murciélago rabudo (*Tadarida teniotis*).

En la actualidad, el rango legal de protección y conservación de los murciélagos está fundamentado en la Ley 4/89 y en su posterior clasificación como *especies de interés especial* dentro del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, lo que conlleva la obligación de desarrollar planes de manejo que garanticen la estabilidad de las poblaciones a unos niveles adecuados. La elaboración y ejecución de estos planes corresponde a las administraciones autonómicas implicadas en la conservación del medio ambiente. En la propuesta que llegó a presentarse para el Catálogo de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna silvestres de Canarias, aparecían cuatro especies de murciélagos en la categoría *vulnerable* (Nótulo pequeño, murciélago de Madeira, orejudo y rabudo) y tres en la categoría *sensible a la alteración de su hábitat* (murciélago de bosque, de borde claro y montañero).

Se carecen de datos fiables acerca de la abundancia y distribución que en el pasado tenían los quirópteros en Canarias. Sin embargo, todo hace pensar que en décadas pasadas los murciélagos eran bastante más abundantes y conocidos por la población. Hoy en día son muchas las personas, principalmente los jóvenes, que ignoran su presencia en las islas. Los factores que parece haber afectado de forma negativa a los murciélagos son la sobreexplotación de los bosques en algunas islas (Gran Canaria) y el empleo abusivo e indiscriminado de insecticidas (uso de DDT para combatir las plagas de langosta africana durante los años 50). Otras amenazas son las molestias en sus refugios, o la restauración de casas antiguas en que algunas especies encuentran refugio.

Las medidas para proteger a los murciélagos de Canarias adquieren, si cabe, aún más importancia que en la Península por dos factores: por un lado, el carácter de insularidad de sus poblaciones y, por otro, la existencia de las dos especies endémicas mencionadas anteriormente.

Ya en el año 1984 comenzaron a realizarse por parte del entonces Icona las primeras actuaciones encaminadas directamente a la protección de los murciélagos. Ese año se instaló una verja en la entrada de la "Cueva de los Murciélagos", en la isla de La Palma. Como su nombre indica, esta cavidad era conocida por la presencia de estos mamíferos en su interior, y

en ella se asienta una de las pocas colonias de cría conocidas de la especie endémica *Plecotus teneriffae*. Por otro lado, en 1991 se colocaron por primera vez en Canarias algunos refugios artificiales específicos para murciélagos con el fin de incrementar la disponibilidad de lugares adecuados para el descanso de las especies forestales.

Fue en 1993 cuando la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias comenzó a desarrollar el *Programa para la Protección y Conservación de los Murciélagos de Canarias*, con el objetivo general de asegurar la estabilidad de las poblaciones actuales y favorecer la recuperación de aquellas otras que hayan sufrido regresiones.

Además de la instalación de más de 400 refugios artificiales, gestión y seguimiento de colonias instaladas en edificios habitados, y algunas acciones de divulgación, a lo largo del desarrollo del Programa de Conservación se realizó un esfuerzo en localizar refugios subterráneos (tubos volcánicos y galerías de agua) que fueran utilizados por los murciélagos. En Canarias se ha visto que las especies que presentan hábitos cavernícolas son las dos más interesantes: el orejudo canario, especie endémica, y el murciélago de bosque, especie muy enigmática y la única que aparece en el Anexo II de la Directiva Hábitat.

Los quirópteros son animales que necesitan unas condiciones de humedad y temperatura concretas, lo cual lo encuentran en las cuevas. Se ha visto que los murciélagos utilizan las cavidades tanto para el descanso diurno como para cazar durante la noche. Las amenazas que se han detectado y que afectan a la estabilidad de las colonias que se establecen en el interior de las cuevas son, principalmente, las molestias y alteraciones ocasionadas por la entrada de personas al refugio. En ocasiones estos visitantes son bastante numerosos, pasan la noche en la cueva, e incluso hacen fogatas en el interior. Otras veces estas cavidades se convierten en vertederos incontrolados de basuras con la consiguiente proliferación de ratas, o son objeto de actos vandálicos como pintadas con aerosoles en el interior y rotura de estafilitos.

Para intentar proteger a las especies que utilizan este tipo de refugio se procedió al cierre de algunas cavidades subterráneas instalando verjas adecuadas en la entrada, es decir, con un espacio entre los barrotes que permita el libre acceso de los murciélagos en vuelo e impida el paso de las personas. Esta medida sólo se realiza en caso necesario, ya que debe procurarse que las alteraciones en cualquier refugio sean mínimas. Hasta el momento se han cerrado un total de 19 cavidades subterráneas en las tres islas en la que se encuentra *Plecotus teneriffae* (Tenerife, La Palma y El Hierro).

En algunos casos, inicialmente estas cavidades fueron cerradas para proteger la interesante fauna invertebrada que albergaban. Luego se ha observado que esta medida favoreció a grupos de murciélagos que encontraron un refugio con condiciones adecuadas para su descanso.

Sin embargo, en un alto porcentaje nos encontramos con que las verjas instaladas son objeto de actos vandálicos: candados forzados, cadenas rotas, barrotes partidos o rejas enteras arrancadas de su anclaje. Parece ser que el hecho de encontrar una cueva con protección despierta aún más la curiosidad de algunas personas que no dudan en buscar alguna manera

de acceder al interior. Esto hace que sea necesario una revisión y reparación periódica de verjas y candados.

### 3. Proyectos Life-Naturaleza desarrollados en la Comunidad Canaria

En la actualidad, y en virtud de la última reestructuración de la Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias (Decreto 107/1995, de 26 de abril, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de la Consejería de Política Territorial), a la Viceconsejería de Medio Ambiente compete el establecimiento y ejecución de los programas para la protección de especies de la flora y fauna, así como medidas de mantenimiento y reconstrucción del equilibrio ecológico, entre otras competencias específicas. Estas funciones recaen dentro de la Viceconsejería de Medio Ambiente en el Servicio de Planificación de Recursos Naturales, del cual depende la Sección de Flora y Fauna.

Por otra parte, el carácter insular de Canarias, el gran número de endemismos existentes y sus ecosistemas únicos en el Territorio Nacional confieren a esta Comunidad Autónoma unas especiales características que hacen más urgente la necesidad de desarrollar medidas de conservación.

En base a esto y viendo las limitaciones económicas con que generalmente se encuentra la administración a la hora de desarrollar todos los proyectos de conservación que serían deseables, a partir del año 1993 la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias comenzó a solicitar cofinanciación de la Comunidad Europea para diversos programas de conservación de la fauna y de la flora y también para espacios naturales en Canarias. Los Proyectos que finalmente han sido aprobados se relacionan a continuación.

- Restauración de la zona de Lajares para la conservación de la hubara.* Año: 1993. Duración: 2 años.
- Acciones para la conservación del pinzón azul en Gran Canaria y de las palomas de la laurisilva.* Año: 1994. Duración: 2 años
- Actuación de viabilidad para la estabilización de la población atlántica de la foca monje.* Año: 1994. Duración: 2 años.
- Plan de recuperación del lagarto gigante de El Hierro (Gallotia simonyi).* Año: 1994. Duración: 2 años.
- Incremento del tamaño poblacional de Columba bolli y Columba junoniae.* Año: 1996. Duración: 4 años.
- Acciones para la conservación del pico picapinos en Tenerife.* Año: 1996 Duración: 3 años.

- *Actuaciones para la recuperación de la foca monje (Monachus monachus) del Atlántico. Año: 1996. Duración: 2 años.*
- *Conservación de Caretta caretta y Tursiops truncatus en las Islas Canarias. Año: 1997. Duración: 2 años.*
- *Conservación de 5 especies prioritarias del Monteverde de Canarias. Año: 1997. Duración: 2 años.*
- *Reintroducción del Lagarto Gigante de El Hierro (Gallotia simonyi) en su antiguo hábitat natural. Año: 1997. Duración: 2 años y medio.*
- *Conservación del pinzón azul de Gran Canaria. Año: 1998. Duración: 4 años.*
- *Conservación de quirópteros e invertebrados en Cavidades Volcánicas. Año: 1998. Duración: 3 años.*

#### 4. Conservación de quirópteros e invertebrados en cavidades volcánicas.

##### 4.1 Introducción

El origen volcánico de las Islas Canarias permite que en ellas podamos encontrar una de las estructuras geológicas más espectaculares: las cavidades volcánicas. Las simas y los tubos volcánicos son el resultado del enfriamiento superficial de una colada y su posterior vaciado al seguir fluyendo la lava en su interior.

Aunque en principio pueda parecer un hábitat estéril, en su interior se encuentran formas de vida plenamente adaptadas a este medio. Numerosas formas vegetales (hongos y líquenes) aparecen formando parte de este peculiar ecosistema, además de invertebrados troglobios y murciélagos. Este tipo de cavidades abundan en las zonas con actividad volcánica histórica o subhistórica, mientras que en las partes más viejas o en las islas más antiguas como La Gomera apenas quedan algunos vestigios. Sin duda, entre todas estas cavidades destaca la Cueva del Viento, en Tenerife, que con 17.032 metros es uno de los tubos volcánicos de mayor longitud a nivel mundial. Su interés biológico y geológico está sobradamente probado, por lo que la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias ha elaborado un Plan de Ordenación de Recursos Naturales, que ha sido ya aprobado, como paso previo para su declaración como Reserva Natural Especial de la Cueva del Viento.

El estudio de estas formaciones ha resultado siempre de gran interés, tanto desde el punto de vista geológico como biológico. Por otro lado, el archipiélago canario es una muestra excelente de biodiversidad de invertebrados con altísimo porcentaje de endemismos. Los procesos de colonización y evolución insular con numerosos casos de radiación adaptativa, han dado lugar a una fauna local de cerca de 6.000 especies de invertebrados de las que 3.000 son endémicas. Teniendo en cuenta el área reducida de 7.500 km<sup>2</sup>, supone una

de las mayores densidades del mundo en endemismos. La existencia en Canarias de una rica fauna plenamente adaptada a la vida subterránea, pone más énfasis a esta situación: todas las especies troglobias canarias (125 spp.) son endemismos monoinsulares, con abundantes casos de especies relícticas, de géneros exclusivos y de taxones superiores inéditos como habitantes del mundo subterráneo. Las transformaciones que han sufrido los invertebrados que se han adaptado a este medio se hacen claramente patentes cuando los comparamos con sus parientes de la superficie: despigmentación, reducción o pérdida de los ojos, alargamiento de los apéndices... La peculiaridad del medio hipógeo volcánico y su fauna, únicos en el ámbito de la Unión Europea, su alta fragilidad y su especial valor como modelos para comprender los procesos de la evolución animal, merecen por sí solo dedicar un esfuerzo a su conservación.

Además, las cavidades volcánicas canarias juegan un importantísimo papel en el ciclo biológico de los murciélagos, ya que muchas de ellas son utilizadas como refugio para el descanso diurno, como cazaderos de insectos durante la noche o para establecer las colonias de cría.

Por otro lado, no hay que olvidar otros múltiples aspectos que confieren importancia a los tubos volcánicos canarios: en arqueología han tenido gran transcendencia, ya que los aborígenes canarios realizaban en ellos sus enterramientos, aunque en zonas próximas a la entrada. Gracias a estudios paleontológicos realizados en base a restos óseos encontrados en el interior de las cuevas se han descubierto varias especies de animales, muchos endémicos, hoy en día extintos o no presentes ya en las islas. En El Hierro se usan los "cuaclos" para guardar el ganado, que no son más que las entradas a tubos volcánicos debidamente acondicionados con pequeños muros de piedra. También, en muchos lugares del archipiélago se han aprovechado estas estructuras para ubicar viviendas, bodegas o almacenes y, por último, en muchas ocasiones se utilizan como vertederos de basuras y animales muertos o como alcantarilla natural por las casas que se sitúan en la superficie bajo la que discurren los tubos.

#### 4.2 Redacción del Proyecto

Desde el momento en que se decidió la elaboración del presente proyecto para optar a la concesión de apoyo financiero de la Unión Europea, se tomó conciencia de la dificultad que supondría el hecho de no estar dirigido a ninguna especie prioritaria, como ocurría con otras candidaturas. Este inconveniente se intentaría solventar presentando un proyecto atractivo relativo a espacios y no a especies, y en el que se realizara la importancia de este hábitat tan peculiar y de la fauna que alberga. En la redacción del mismo se insistió en la presencia en las cuevas de una especie endémica de Canarias (*Plecotus teneriffae*), de otra que aparece en el Anexo II de la Directiva Hábitat (*Barbastella barbastellus*) y de una enorme variedad de invertebrados endémicos, en ocasiones exclusivos de una cavidad.

De manera general, se intentó ofrecer una candidatura Life atractiva, con objetivos claros y realistas sin aspirar a acciones y temporalizaciones que luego tuviesen dificultades para realizarse.

Se partió de algunas ideas básicas que poco a poco se fueron desarrollando y completando. En primer lugar, y dado que la creación de la red de zonas protegidas **Natura 2000** es un objetivo prioritario de Life-Naturaleza, el proyecto fue basado en desarrollar acciones de conservación en cavidades volcánicas con importancia para la fauna (invertebrados y murciélagos) que se localizaran dentro de los espacios propuestos por Canarias como Lugares de Importancia Comunitario (LICs). Hay que mencionar que la Cueva del Viento constituye por si misma uno de estos lugares, así como la Cueva de Todoque, en La Palma. Los campos de lava y las excavaciones naturales aparecen en el Anexo I de la Directiva con el código 8320. Teniendo en cuenta las islas que cuentan con tubos volcánicos valiosos y la distribución del murciélago endémico *Plecotus teneriffae*, el Proyecto fue planteado para 12 cavidades en la isla de Tenerife, 12 en La Palma y 8 en El Hierro, aunque quedaron fuera varias cuevas bastante importantes para la fauna pero que se localizan fuera de Lics. Al formulario establecido para solicitar Life-Naturaleza se adjuntó un elaborado **anexo** que incluyó una ficha por cada una de estas cavidades. En ella se recogían datos como localización, descripción, interés biológico, estado de conservación, así como el Espacio Natural Protegido en que se encuentra y, por supuesto, el Lic y su justificación.

Las cavidades incluidas en este Proyecto para cada una de las islas son:

**Tenerife**

Cueva	Lic
Labrada-La Mechas	Las Lagunetas
Cueva del Viento	Cueva del Viento
Felipe Reventón	Cueva del Viento
Fea de Arico	Corona Forestal
Honda de Güimar	Malpaís de Güimar
Cosme	Corona Forestal
Los Roques	Parque Nacional del Teide
Cuevas Negras (o de Chaorra)	Parque Nacional del Teide
Grandes de Chío	Corona Forestal
Cueva del Mulo	Corona Forestal
Sima Robada	Anaga
Sima de la Perdiz	Corona Forestal

**La Palma**

Cueva	Lic
Los Andenes	Parque Nacional de la Caldera de Taburiente
Bejenado	Parque Nacional de la Caldera de Taburiente
Búcaro de Martín	Cumbre Vieja
Hoyo de la Sima	Cumbre Vieja
Todoque	Tubo Volcánico de Todoque
Cueva del Diablo	Cumbre Vieja
Los Murciélagos	Las Viejas
Tacande	Cumbre Vieja

La Fajanita	Guelguén
Honda de Gallegos	Monteverde de Gallegos-Franceses
Cueva de Franceses	Guelguén
Los Milagros	Las Nieves

**El Hierro**

**Cueva**

**Lic**

Cueva de Don Justo	Frontera	
El Lajial	Frontera	
Sima de las Palomas	Frontera	
Cueva del Patio	Frontera	
Cueva del Mocán	Frontera	
Longueras	Frontera	
Fileba		Frontera
Jinama		Tibataje

En el mencionado anexo se incluyeron también algunas cartas remitidas por varios expertos a nivel mundial, tanto en el campo de la entomología cavernícola como en el de los quirópteros, en las cuales mostraban su apoyo y reconocimiento a la importancia de este proyecto.

Una referencia importante en la redacción del presente proyecto fue, sin duda, la **experiencia previa** adquirida en la gestión de otros Proyectos Life desarrollados en años anteriores en la Comunidad Canaria. En este sentido, y viendo que muchas veces se presentan problemas a la hora de cumplir los plazos previstos, en la temporalización se previó el tiempo necesario para las numerosas gestiones iniciales necesarias para poner en marcha un proyecto: contratación de personal, compra de vehículos y material, firma de convenios, concursos públicos, etc.

En cuanto a los **presupuestos**, se intentó adaptarlos a las necesidades reales, evitando que resultasen excesivamente elevados. Por ejemplo, se optó por la adquisición de vehículos pequeños, suficientes para ser utilizados por los vigilantes en sus desplazamientos. Se tuvieron en cuenta gastos extra como aumentos anuales de los salarios, gastos de envío, mantenimiento de vehículos, viajes y dietas. También se contactó previamente con el departamento de Biología Animal de la Universidad de La Laguna con el fin de obtener un presupuesto aproximado de lo que supondría por su parte, realizar un estudio de la fauna invertebrada de estas cuevas durante 3 años, en el caso ser finalmente aceptado el proyecto y firmar con ellos un convenio de colaboración.

Por otro lado, se cuidó de enviar un documento con una **buena presentación**, intentando que resultase un proyecto llamativo que no pasara desapercibido, que ofreciera una imagen de orden y seriedad de los solicitantes, lo cual podría constituir un porcentaje importante en la aprobación del Proyecto. Para ello se tuvieron en cuenta varios aspectos, desde asegurarse de cumplimentar correctamente la totalidad de los apartados, una buena

redacción del texto en los mismos, hasta el tipo de letra utilizado o el añadir algunos detalles en el diseño. Además, en el anexo mencionado anteriormente se incluyeron varias fotografías del hábitat subterráneo, de murciélagos y de invertebrados con patentes adaptaciones a la vida subterránea para ilustrar las fichas.

### 4.3 Acciones propuestas

#### 4.3.1 Objetivos del Proyecto

En la redacción del presente proyecto consideramos importante tener unos objetivos claramente definidos y, sobre todo, realistas. Para ello previamente se debía tener una idea lo más acertada posible acerca de **las causas de vulnerabilidad y amenazas** en el ámbito del proyecto, que en nuestro caso resultaron ser:

Perturbaciones humanas en el medio cavernícola por visitas frecuentes. En los últimos años se ha visto un aumento considerable en el “turismo ecológico”, y en Canarias cada vez es más frecuente que algunas empresas oferten excursiones en 4x4 o senderismo incluyendo visitas a tubos volcánicos, lo cual se hace sin ningún tipo de control. En otras ocasiones hay personas que pernoctan y realizan hogueras en el interior, abandonan todo tipo de basuras y residuos, se llevan estafilitos de recuerdo e incluso realizan pintadas con aerosoles.

Filtraciones de aguas residuales que provienen de las casas situadas en el exterior y que contaminan el interior de las galerías.

Extracciones y destrucción de materiales volcánicos en la superficie que pueden provocar derrumbes y contaminación en el interior de las cuevas.

Degradación de la vegetación de la superficie. La conservación del ecosistema cavernícola depende en gran medida de la conservación del hábitat exterior. Un papel importantísimo lo juegan las raíces de las plantas de la superficie, que constituyen una gran fuente de energía, indispensable para el mantenimiento de muchas especies de invertebrados troglobios muy especializados.

Filtraciones de pesticidas provenientes de zonas cultivadas en la superficie exterior.

Por otro lado, también se consideraron con antelación los posibles problemas que podrían surgir en el desarrollo del Proyecto. Aunque inicialmente se llegaron a considerar algunos objetivos como, por ejemplo, la compra de terrenos donde se ubica la entrada algunas cuevas (Breveritas en la Cueva del Viento), desestimamos este tipo de actuaciones al tener referencias de experiencias anteriores en que los problemas surgidos son a veces insalvables y es imposible llevar a cabo las acciones propuestas. Por tanto, nos pareció preferible exponer **objetivos menos ambiciosos pero con mayor probabilidad de éxito**, quedando éstos como sigue:

**Objetivo general:**

- La conservación del hábitat cavernícola y de su fauna: murciélagos e invertebrados troglobios.
- Sentar las bases para la correcta gestión del hábitat y las especies.

**Objetivos específicos:**

- Proteger 15 cavidades volcánicas mediante verjas adecuadas o cercados.
- Vigilar las cuevas de mayor interés conservacionista que son objeto de disturbios por parte de visitantes.
- Incrementar los conocimientos acerca de la distribución de murciélagos en Canarias y el uso que cada especie hace de las diferentes cuevas.
- Realizar un inventario de los recursos faunísticos de las cavidades volcánicas, estado de conservación y factores de amenaza.
- Realizar un proyecto para evitar las filtraciones de aguas residuales provenientes de las casas ubicadas en el exterior de la Cueva del Viento (Tenerife).
- Sensibilizar a la población mediante la edición-difusión de pegatinas, un video y una monografía divulgativa.
- Realizar un curso formativo dirigido a Agentes de Medio Ambiente, vigilantes y agentes del Seprona de la Guardia Civil.
- Aportar la información necesaria para la correcta zonificación de los Espacios Naturales Protegidos donde se localizan las cuevas.

Hay que mencionar que inicialmente se incluyó algún objetivo más, como la realización de estudios genéticos de los murciélagos, que no les parecieron relevantes a la Comisión Europea para las acciones propuestas, por lo que fue desestimado en la revisión del Proyecto y su posterior reenvío.

**4.3.2 Detalle de las medidas propuestas**

**Acciones preparatorias**

Para la realización de un estudio de los invertebrados troglobios de las cavidades volcánicas entre los años 1999 y 2001 en las islas de Tenerife, La Palma y El Hierro, su distribución y factores de amenaza se propuso la firma de un convenio entre la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente y la Universidad de La Laguna, donde existen especialistas en este campo.

Para realizar los estudios relativos los murciélagos en Canarias, distribución y uso que hacen de cada cavidad e importancia de éstas en su ciclo vital, se contrataría a un biólogo, que al mismo tiempo sería el coordinador del proyecto. Igualmente se contrataría a dos vigilantes (uno en Tenerife y otro en El Hierro, islas donde se han observado mayores disturbios) que se encargarían de detectar e informar de cualquier actividad que se realice dentro o en las proximidades de las cuevas y que pueda afectar a su conservación, así como velar por el buen estado de verjas y candados. Servirían asimismo, de apoyo a Agentes de Medio Ambiente y otras autoridades relacionadas con la protección de la naturaleza, además de colaborar en las diversas tareas intrínsecas del propio proyecto, como instalación de rejas. Se pretende también que este personal tenga conocimientos en espeleología, especialmente espeleología vertical, y esté cualificado para servir de “guía-intérprete” en las ocasiones en que sea necesario, como podría ser en la realización de estudios científicos o en la visita de escolares de la zona.

Inicialmente se pretendía contratar igualmente a un operario como ayudante de campo en los estudios sobre los murciélagos. Sin embargo, este gasto pareció innecesario a la Comisión Europea y fue suprimido en el reenvío del proyecto, por lo que serán los vigilantes antes mencionados los que colaboren también en estas tareas.

Por otro lado, tanto la adquisición de dos vehículos para los vigilantes como la realización del proyecto sobre las aguas residuales en la Cueva del Viento se sacará a concurso público. La campaña de sensibilización y divulgación (folletos, pegatinas y monografía) sobre la conservación del hábitat cavernícola se hará por contratación, mientras que la elaboración del video saldrá también a concurso público.

#### Elaboración de los planes de gestión

En la redacción de este Proyecto se expuso la importancia de las acciones y objetivos propuestos, ya que los resultados servirían para la correcta gestión de las cavidades volcánicas a través del planeamiento de los Espacios Naturales Protegidos en que se localizan. Además se obtendría la información necesaria para la elaboración de los Planes de Conservación de *Barbastella barbastellus* y *Plecotus teneriffae*, así como para elaborar los planes de gestión de los invertebrados cavernícolas que se incluyen en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas.

#### **4.3.3 Campaña de sensibilización y divulgación de los resultados**

En base a numerosas referencias y experiencias previas y, principalmente, del Programa para la Protección y Conservación de los Murciélagos de Canarias, en que con mucha frecuencia se encontraban verjas, candados y refugios artificiales destrozados, resultaba imprescindible plantear una campaña de sensibilización que provocara un cambio de actitud en la población. Resultaría inútil la ejecución de acciones de conservación si no hay un apoyo por parte de la población. Se tratará dar a conocer la importancia de las cavidades volcánicas en Canarias, la fragilidad del hábitat subterráneo y su necesidad de conservación. Asimismo se intentará cambiar la “mala imagen” que suele preceder a los murciélagos, bastante alejada de la realidad y que los convierte en muchas ocasiones en animales no deseados y se hará hincapié en sus beneficios para la agricultura como

“insecticidas” naturales. También se pretende sacar de su tradicional olvido y dar a conocer la gran variedad de insectos troglobios endémicos que existen en Canarias, que no por su pequeño tamaño son menos importantes.

Campaña de sensibilización y concienciación:

Para lograr la sensibilización del público y lograr una actitud conservacionista, principalmente en los núcleos de población próximos a cuevas volcánicas, se abordarán los siguientes aspectos:

Edición de material divulgativo:

Realización, edición y distribución de un video divulgativo sobre la vida subterránea con el fin de concienciar al público sobre la necesidad de conservar este hábitat tan peculiar. Se pretende realizar unas 2.000 copias que serán distribuidas en colegios públicos, asociaciones de vecinos, centros de profesores, federaciones y asociaciones de espeleólogos y otros colectivos relacionados, principalmente en poblaciones próximas a cavidades volcánicas.

Edición de 20.000 copias de un folleto divulgativo y de 20.000 pegatinas con el fin de concienciar sobre la necesidad de conservación de esta hábitat y divulgar el propio proyecto. Se dirigirán a la población en general y se pretenden repartir principalmente en eventos con gran asistencia de público que tengan lugar en el Archipiélago: ferias, congresos, exposiciones, etc.

Elaboración y edición unos 5.000 ejemplares de una monografía divulgativa sobre las cavidades volcánicas, la biodiversidad que alberga y necesidad de conservación.

Campaña publicitaria:

Publicación de artículos y notas de prensa en distintos periódicos y revistas de ámbito tanto regional como nacional. Se pretende dar a conocer la necesidad de conservación de las cuevas y su importancia en la vida de murciélagos e invertebrados, así como el desarrollo del proyecto y el apoyo de la UE.

Entrevistas en distintos medios de comunicación (radio y televisión) con el mismo fin.

Cursos de formación:

Se organizará un curso dirigido a Agentes de Medio Ambiente, Guardia Civil y vigilantes con el fin de formar a este sector de profesionales en materia de cavidades volcánicas, fauna que alberga, sus amenazas y acciones necesarias para su conservación.

Asistencia a Congresos y Seminarios:

Con el objeto de divulgar el proyecto en el ámbito científico se tiene prevista la asistencia al Symposium de Flora y Fauna de Islas Atlánticas, a celebrar en el año 2000 en Cabo Verde, presentando los objetivos previstos y las acciones de conservación en desarrollo.

En la hora de redactar este apartado dentro del Proyecto, se hizo mención específica a que todo soporte divulgativo se haría referencia a la financiación de la UE a través de los fondos Life. También se especificó el modo de selección de las empresas que realicen la campaña de sensibilización: a través de concurso público para la contratación, valorándose su solvencia técnica y financiera, curriculum de la empresa y la experiencia previa en temas similares. Con esto se quiere garantizar la calidad de los trabajos resultantes.

#### **4.4. Funcionamiento del proyecto**

En este apartado se procuró exponer de una forma lo más precisa posible cómo se pretendía llevar a cabo las acciones propuestas para lograr los objetivos perseguidos, teniendo en cuenta la estructura de la Sección de Flora y Fauna de la Viceconsejería de Medio Ambiente, quedando como sigue:

- Coordinación:** Un técnico superior contratado será el responsable de la coordinación y seguimiento del proyecto, contando con el apoyo de técnicos de la Viceconsejería de Medio Ambiente. Al mismo tiempo será la persona encargada de realizar los estudios relativos a los quirópteros.
- Seguimiento científico:** Con el fin de obtener la información relativa a la biología, ecología y estado de conservación de las especies de invertebrados troglóbios en las cavidades volcánicas localizadas en LICs, se firmará un convenio por tres años con la Universidad de La Laguna.

Para los estudios relativos a la biología de los murciélagos, ecología, distribución, uso que hacen de cada cavidad e importancia de éstas en su ciclo vital se contratará a un biólogo especialista que será al mismo tiempo el coordinador del proyecto. Los muestreos, tanto nocturnos como diurnos, y trampeos contarán con la colaboración y apoyo de los operarios contratados para la vigilancia.

- Consultas externas:** Se contratará por concurso público la elaboración de un proyecto para solucionar el problema de la filtración de aguas residuales en una zona de la Cueva del Viento provenientes de las casas situadas en la superficie.
- Gestión del biotopo:** Se contratará a dos operarios especializados para realizar la vigilancia y prestar apoyo en las diversas tareas del proyecto, como instalación de verjas o muestreos nocturnos.
- Sensibilización y divulgación:** Para lograr los objetivos propuestos se contratará a través de un concurso público a empresas especializadas para la realización y edición del video y demás material divulgativo. Para su elección se atenderá a su solvencia técnica, curriculum de la empresa y experiencia en trabajos similares.

□ Evaluación intermedia y medidas correctoras: Cada seis meses se harán reuniones de coordinación, programación y seguimiento con todos los participantes en el proyecto, promoviendo el intercambio de información y aporte de ideas. Se pretende ir evaluando el desarrollo del proyecto periódicamente con el fin de tener posibilidad de corrección en caso necesario. Al final de cada año se presentará una memoria parcial, en la que se tratarán todos los aspectos del proyecto ejecutados, los problemas surgidos y se programará el trabajo del año siguiente.

□ Evaluación final: Se elaborará una memoria en la que se dará cuenta de los resultados obtenidos en relación con los objetivos iniciales.

#### 4.5 Temporalización

A la hora de planificar los tres años de duración del Proyecto se tomó como referencia las experiencias de los proyectos Life anteriores, ya que es importante tener en cuenta que los trámites burocráticos se toman un tiempo que exceden en mucho lo previsible y esto puede ocasionar que se incumplan los plazos previstos.

En nuestro Proyecto concreto *Conservación de quirópteros e invertebrados en cavidades volcánicas*, existen algunas actuaciones que se realizarían de forma continua entre 1999 y 2001, como los estudios científicos o la vigilancia. Otras es imposible planificar en qué momento será necesario realizarlas como son la instalación, por lo que se planteó como una tarea continua a lo largo de los tres años.

Para comenzar los estudios acerca de la fauna invertebrada cavernícola se calculó que el convenio de colaboración con la Universidad de La Laguna se firmaría en el primer trimestre de 1999, tras la aprobación y liberación de los presupuestos para ese año.

El contrato para la elaboración del proyecto para las aguas residuales en la Cueva del Viento se ha planificado para el último trimestre de 1999 con el fin de que sea elaborado durante el año 2000 y entregado a finales de éste. La publicación y difusión del material divulgativo (folletos, pegatinas y monografía) está previsto que se lleve a cabo desde principios del año 2000 hasta el fin del proyecto. Sin embargo, para la grabación y edición del video hay que contar con el ciclo vital de los murciélagos o con las posibles dificultades que pueden surgir a la hora de localizar una determinada especie, por lo que se ha decidido que se contrate desde el comienzo del proyecto y que finalice a mitad del año 2000.

#### 4.6 Problemas previstos

Conviene tener presente la posibilidad de que surjan algunos problemas a la hora de desarrollar determinadas acciones, ya que esto agilizará el Proyecto y aumentará su probabilidad de éxito.

Uno de los inconvenientes con el que ya se cuenta es el no llegar a un acuerdo con los propietarios de los terrenos donde se ubican las entradas de determinadas cuevas. Si se considera necesario la protección de una cavidad mediante verjas o cercados, en algunos

casos es difícil convencerlos de la necesidad de esta, y en otros casos se hace muy difícil, a veces imposible, localizar al propietario del terreno. En algunas ocasiones se han tenido problemas simplemente para el acceso a la cavidad para realizar muestreos científicos.

Otro problema surge cuando se intenta proteger una cueva que es tradicionalmente usada para determinados fines: encerrar ganado, recoger agua, acampadas de excursionistas e incluso para “ritos ocultos”, siendo frecuente entonces que verjas y candados sean forzados en muy poco tiempo. Conviene anticiparse a esto bien reforzando al máximo el cierre o bien analizando previamente que zona de la cueva es necesario proteger y cual es utilizada por las personas, ya que si ambas no coinciden la solución puede ser instalar la verja unos metros hacia el interior de la entrada.

Por otro lado, a la hora de realizar los estudios sobre quirópteros hay que contar con que el murciélago de bosque, *Barbastella barbastellus*, es una especie bastante rara de la cual se sabe poco no sólo en Canarias sino en toda España, y que en ocasiones es bastante difícil de localizar. Por ello, los muestreos de esta especie para conocer su estado, distribución y utilización de refugios pueden resultar bastante laboriosos.

#### 4.7 Acciones ya iniciadas

Tal y como estaba previsto, este Proyecto Life fue puesto en marcha en enero del presente año con la gestión para la contratación a través de la empresa pública Gesplan de los dos operarios, uno para Tenerife y otro para El Hierro, aunque este último no comenzó a trabajar hasta el mes de marzo. Se solicitó personal con conocimientos en técnicas de descenso vertical, ya que en el proyecto se incluían algunas simas.

En cuanto a la protección de cavidades con interés para la fauna, se ha comenzado ya a reparar algunas verjas que habían sido rotas. Concretamente, en el mes de marzo se instalaron ya rejas nuevas en las cuevas de La Labrada y Las Mechas (El Sauzal, Tenerife), que habían sido rotas. Se han fabricado unas rejas de hierro macizo con un sistema de anclaje y de protección del candado muy fuertes con el fin de intentar dificultar su rotura o fuerce. También fabricado una nueva reja para la cueva de Don Justo (El Hierro), objeto de numerosas visitas, que ha sido ya enviada a esta isla y será instalada próximamente.

Por otro lado, se han llevado a cabo también otras medidas de protección, como la colocación de alambre de espino en la parte superior de la reja en las Cuevas Grandes (Chio) o la protección del candado en la Cueva del Mocán (El Hierro).

Hay que mencionar que para todas estas actuaciones se ha contado con la inestimable colaboración del personal de campo y de cuadrillas de los respectivos Cabildos, quienes se han puesto a nuestra disposición para todas estas actuaciones.

Por otro lado, ya se ha iniciado la vigilancia (incluyendo algunos fines de semana), de las zonas con mayor problemática en cuanto a las visitas frecuentes de personas a las cuevas, principalmente Cueva del Viento y Cueva de Don Justo. Se intenta detectar la presión de visitantes a la zonas y posibles amenazas.

En cuanto al convenio a firmar con la Universidad de La Laguna, aunque se puso en marcha desde el mes de noviembre de 1998, aún no han concluido los trámites burocráticos. En cuanto al concurso público del video, en breve será ya contratado.

Así mismo, se ha iniciado las compras de diverso material necesario para la realización de algunas acciones y muestreos de campo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PREVISTO

Acción	(Año)	1er Año				2º Año				3er Año			
	(Trimestre)	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Contratos y convenios													
Proyecto filtraciones Cueva del Viento													
Estudios y seguimientos científicos (invert. y quirópt.)													
Instalación y reparación de verjas													
Vigilancia													
Grabación video													
Monografía													
Folleto y pegatina													
Difusión del material													
Curso hábitat cavernícola													
Tareas de coordinación													
Informes parciales y final													
Reuniones de coordinación													

*Administración Local***Cabildo Insular de La Gomera**

Anuncio de 3 de abril de 1998, por el que se hace público el Estatuto del Patronato Insular de Espacios Naturales Protegidos de la isla de La Gomera.

Página 4659

**Cabildo Insular de Tenerife**

Anuncio de 13 de abril de 1998, por el que se somete a información pública la aprobación inicial del Plan Insular de Ordenación de Tenerife.

Página 4663

**I. DISPOSICIONES GENERALES****PREÁMBULO****Consejería de Agricultura,  
Pesca y Alimentación**

**562** *CORRECCIÓN de errores de la Orden de 31 de marzo de 1998, por la que se regulan los distintos programas a desarrollar y gestionar por la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación en materia de política agroalimentaria.*

Advertido error material en el texto remitido para la publicación de la citada Orden, que se inserta en el Boletín Oficial de Canarias nº 46, de 15 de abril de 1998, se transcribe a continuación la oportuna rectificación:

En el título de la Orden, donde dice:

“Orden de 1 de marzo de 1998, por la que se regulan los distintos programas a desarrollar y gestionar por la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación en materia de política agroalimentaria”.

Debe decir:

“Orden de 31 de marzo de 1998, por la que se regulan los distintos programas a desarrollar y gestionar por la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación en materia de política agroalimentaria”.

**Consejería de Política Territorial  
y Medio Ambiente**

**563** *DECRETO 53/1998, de 17 de abril, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Cueva del Viento-Sobrado.*

La Cueva del Viento-Sobrado es uno de los tubos volcánicos más largos del mundo con más de 15 km de galerías subterráneas donde vive una fauna subterránea perfectamente adaptada a la vida bajo tierra. Entre las 147 especies conocidas de su fauna se encuentran muchas endémicas y raras como la araña *Disdera esquiveli* o el escarabajo *Oromía hephaestos*, entre cuyas adaptaciones al medio más sobresalientes destacan la ausencia de ojos y pigmentos corporales. Todo ello, unido a su destacada valoración geomorfológica hace que el Viento-Sobrado sea meritoria de recibir una protección que garantice la pervivencia de sus valores naturales para disfrute de las generaciones actuales y futuras de forma compatible con su conservación.

Por todo ello, la Orden de 20 de septiembre de 1994 de la Consejería de Política Territorial, dispuso la elaboración, por parte de la Viceconsejería de Medio Ambiente, del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales en la zona de Cueva del Viento-Sobrado en el municipio de Icod de los Vinos.

En cumplimiento de dicha Orden, se ha procedido a la elaboración del referido Plan como instrumento de ordenación de los recursos naturales del territorio al que afecta, adecuando la gestión de dichos recursos, y en especial de las especies a proteger, a los principios de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, y de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias.

Igualmente se persigue, con la aprobación del Plan, disponer del pertinente instrumento de programación y planificación que permita elaborar a su vez, el Proyecto de Ley del Gobierno de Canarias para la declaración del medio subterráneo del ámbito del Plan como Reserva Natural Especial, de acuerdo con lo previsto en el artículo 15 de la Ley 4/1989, de 27 de

marzo, citada, y en los artículos 11.3 y 16.1 de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, ya referida.

En el contenido del Plan se recoge el ámbito territorial afectado, con los ecosistemas y los paisajes que lo integran definiendo la estrategia de conservación de los mismos y el régimen de protección y prevención. Se definen las medidas oportunas para defender, mejorar o restaurar el medio ambiente natural y un listado de actividades sujetas a evaluación de impacto. Igualmente, se establecen las áreas del territorio que deben ser excluidas de los procesos de edificación y los lugares aptos para la realización de actividades mineras, extractivas de tierra y áridos, vertido de tierras y escombros. Por último se describen los criterios orientadores de las políticas sectoriales que inciden en el ámbito del Plan de Ordenación, la valoración económica de las actuaciones previstas y las fuentes documentales utilizadas para su redacción. Dado que el aspecto normativo del Plan es la parte vinculante del mismo, su contenido se detalla en el anexo I del presente Decreto.

A su vez, el Plan establece un área externa de protección con la condición de Área de Sensibilidad Ecológica, según lo dispuesto en la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.

Por ello, cumplidos también los trámites ordenados en el artículo 6 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, procede la aprobación de dicho Plan de Ordenación a través de Decreto del Gobierno de Canarias.

Visto el artículo 22.5 del Decreto 107/1995, de 26 de abril, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de la Consejería de Política Territorial (actualmente Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente).

En su virtud, a propuesta de la Consejera de Política Territorial y Medio Ambiente, previa deliberación del Gobierno en su reunión del día 17 de abril de 1998,

#### DISPONGO:

Primero.- Aprobar el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Cueva del Viento-Sobrado, en los términos que se contienen en los anexos I y II del presente Decreto.

Segundo.- En todo lo no dispuesto en el mismo se estará a lo establecido en la Ley Básica 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, y en la Ley Territorial 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias.

Tercero.- Se faculta al titular de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente para dictar las disposiciones que sean precisas en el desarrollo y aplicación del presente Decreto.

Cuarto.- El presente Decreto surtirá efectos a partir del día siguiente a su publicación en el Boletín Oficial de Canarias.

Dado en Santa Cruz de Tenerife, a 17 de abril de 1998.

EL PRESIDENTE  
DEL GOBIERNO,  
Manuel Hermoso Rojas.

LA CONSEJERA DE POLÍTICA  
TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE,  
María Eugenia Márquez Rodríguez.

#### ANEXO I

##### PLAN DE ORDENACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DE CUEVA DEL VIENTO-SOBRADO

#### ÍNDICE

1. Finalidad.
2. Ámbito territorial.
3. Limitaciones generales y específicas de usos y actividades.
4. Medidas para defender, mejorar o restaurar el medio ambiente natural y regímenes de protección y prevención.
5. Actividades sujetas a evaluación de impacto.
6. Áreas del territorio que por sus características deben ser excluidas de los procesos de edificación.
7. Lugares aptos para la realización de actividades mineras, extractivas de tierra y áridos, vertido de tierras y escombros.
8. Criterios orientadores de las políticas sectoriales que inciden en el ámbito del Plan de Ordenación.
9. Vigencia del Plan.

#### 1. FINALIDAD.

La finalidad del Plan es brindar una protección preventiva para el ámbito afectado por la Cueva del Viento-Sobrado mediante la articulación de la normativa de usos mínima y las medidas restrictivas o

limitaciones de usos necesarias para la conservación del ecosistema cavernícola, a la vez que establecer los criterios y directrices que orienten las políticas sectoriales que regulen el funcionamiento de las actividades futuras de la manera más adecuada para este espacio.

Al mismo tiempo el Plan pretende cumplimentar el requisito previo a la tramitación del procedimiento de declaración de un nuevo Espacio Natural Protegido con la categoría de Reserva Natural Especial, previsto en el artículo 15.1 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

## 2. ÁMBITO TERRITORIAL.

De acuerdo con la proyección superficial de la topografía existente del complejo de la Cueva del Viento-Sobrado y sus alrededores, constituye el ámbito territorial del presente Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (P.O.R.N.), el siguiente:

Norte: desde un punto (UTM: 28RCS 3304 3739) situado cerca de la boca Felipe Reventón, en el camino que da acceso a la misma, continúa por el mismo en dirección este unos 75 m hasta un requiebro pronunciado del camino, a partir del cual prosigue en línea recta con rumbo SE unos 140 m hasta alcanzar un punto a cota 62 m en el camino que da acceso a Marengo (en el borde meridional de una construcción). Desde ahí continúa con rumbo norte por dicho camino unos 75 m hasta una bifurcación con el camino de Hoya de Padilla, a partir del cual partimos en línea recta unos 60 m en dirección este, desde donde prosigue hacia el norte discurriendo a 60 m paralelamente al camino de La Patita, hasta alcanzar la cota 575 m un canal, que toma hacia el este hasta conectar con un camino en los Piquetes.

Este: desde el punto anterior asciende hacia el sur por dicho camino, hasta alcanzar la cota 950 m.

Sur: desde el punto anterior continúa por dicha cota hacia el oeste, hasta alcanzar la esquina suroeste de un depósito de agua.

Oeste: desde el punto anterior desciende por la pista de acceso al depósito hasta alcanzar un cruce a cota 875 m, desde donde sigue descendiendo por una pista asfaltada en dirección oeste, para luego desviarse en dirección norte, hasta la entrada de un camino a cota 740 m. Por éste continúa unos 325 m hacia el norte tomando la desviación de la derecha en la cota 685 m, para entonces seguir descendiendo hasta un grupo de edificaciones al final del camino. Desde aquí sigue unos 175 m, en línea recta y con rumbo noroeste, hasta alcanzar el camino en el punto inicial.

## 3. LIMITACIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS DE USOS Y ACTIVIDADES.

3.1. En todo el ámbito del P.O.R.N. se establecen las siguientes limitaciones:

1. No se permitirán todos aquellos usos y actividades que pudieran resultar nocivos para la fauna y flora amenazada y otros recursos naturales.

2. No se permitirá la utilización de abonos químicos en la agricultura, cuando de ello pudieran derivarse efectos negativos para los recursos naturales del subsuelo.

3. No se permitirán los usos ganaderos que no se adecúen a la productividad del terreno, a fin de evitar mayores afecciones a la cubierta vegetal de la zona.

4. No se permitirán los tratamientos fitosanitarios que de alguna manera puedan incidir de forma negativa sobre la fauna cavernícola.

5. No se permitirá la roturación de masas de vegetación arbórea. Las roturaciones de zonas de matorral podrán ser autorizadas cuando la correspondiente declaración de impacto no resulte desfavorable para la conservación del ecosistema subterráneo.

6. No se permitirá la utilización de especies alóctonas en las repoblaciones forestales, así como la introducción de especies animales no presentes en la fauna silvestre autóctona, salvo aquellas domésticas ligadas al medio rural.

7. No se autorizarán nuevas repoblaciones forestales si precisan aterrazados o grandes movimientos de tierras, permitiéndose sólo aquellas técnicas de repoblación que no alteren el perfil del suelo.

8. No se permitirá la sorriba de los terrenos de cultivo.

9. La parcela mínima edificable en el ámbito del P.O.R.N. no podrá ser inferior a 10.000 m<sup>2</sup>, prohibiéndose toda edificación sobre la cueva o en un radio en torno a ella de 100 m.

10. La rehabilitación de antiguas construcciones sólo podrá acometerse cuando no conlleve una ampliación de superficie o volumen edificado, y siempre que se cuente con las autorizaciones administrativas pertinentes.

11. No se permitirán las voladuras ni la utilización de maquinaria pesada en la zona suprayacente de la Cueva.

12. No se permitirá el vertido incontrolado de ningún tipo de residuo o escombros.

13. Todo vertido, directo o indirecto, de cualquier tipo de efluente líquido de origen industrial, agrícola,

ganadero o urbano deberá pasar por un proceso de depuración adecuado.

14. No se permitirá el establecimiento de ningún tipo de infraestructura o instalación industrial.

15. No se permitirán usos, actividades, obras o instalaciones que afecten negativamente a la evolución natural y regeneración de los recursos del ecosistema.

16. Se limitarán los aprovechamientos de madera, leña y apícolas, permitiéndose exclusivamente aquellos de carácter tradicional.

17. No se permitirán la extracción y recolección de rocas, minerales, restos paleontológicos singulares en el interior de la Cueva, excepto en aquellos casos cuyos fines científicos así lo requieran, y previa autorización administrativa.

18. No se permitirá ninguna actividad que pueda suponer la degradación de los suelos.

19. No se permitirán movimientos de tierras de cierta envergadura, que conlleven la modificación sustancial de la morfología del área y un cambio de los parámetros ecológicos del ecosistema cavernícola, salvo que razones técnicas de conservación así lo aconsejen.

20. Los residuos sólidos serán recogidos y evacuados fuera del ámbito del Plan de Ordenación.

21. No serán permitidas las actividades deportivas, turísticas o de recreo que entrañen riesgo de afección a la fauna, flora y estructuras geomorfológicas en el ecosistema hipogeo.

22. No se permitirá el uso de automóviles y motocicletas fuera de las carreteras y de las pistas habilitadas al efecto.

23. Se regulará el tráfico de vehículos de carga, limitándose el tránsito cuando pueda suponer algún impacto sobre la Cueva.

24. En tanto no se apruebe el instrumento de planificación del espacio natural que se declare como consecuencia última del presente Plan de Ordenación, se establece una capacidad máxima de carga de 30 visitantes simultáneos para toda la Cueva, que en ningún caso deberán transitar en grupos superiores a 15.

3.2. Los usos considerados como compatibles en el ámbito del Plan de Ordenación son los ligados a lo dispuesto en el mismo y, en todo caso, los siguientes:

1. Los orientados a la mejora del valor de conservación de las partes degradadas del medio cavernícola.

2. Los usos científicos encaminados a la realización de estudios e investigaciones que permitan am-

pliar el conocimiento de los recursos de este tubo volcánico.

3. Los usos recreativos, regularizados y bajo el control de la administración competente en materia de conservación de la naturaleza.

4. En la parte de superficie externa del ámbito del Plan de Ordenación se admiten únicamente los usos agropecuarios, forestales, y las actividades recreativas y educativas compatibles con la conservación del ecosistema subterráneo.

5. Los usos residenciales preexistentes y las nuevas construcciones sólo cuando se den las condiciones requeridas por la normativa específica que sea de aplicación y no contradiga lo dispuesto en el apartado anterior relativo a las limitaciones generales.

4. MEDIDAS PARA DEFENDER, MEJORAR O RESTAURAR EL MEDIO AMBIENTE NATURAL Y RÉGIMENES DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN.

4.1. En función de las informaciones y estudios realizados y de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 15 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, y los artículos 11.3 y 16.1 de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias, se estima que el medio subterráneo del ámbito del presente Plan de Ordenación de los Recursos Naturales debe ser declarada como Reserva Natural Especial.

4.2. En aplicación del artículo 22.3 de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias, y a efectos de prevenir posibles impactos sobre el ecosistema de la Cueva, se declara Área de Sensibilidad Ecológica toda la superficie externa incluida en el ámbito del presente Plan de Ordenación.

4.3. El régimen de protección del medio subterráneo objeto de este Plan de Ordenación se completaría con el establecimiento de una servidumbre legal de protección según las disposiciones del Título VII del Código Civil.

4.4. La educación ambiental y la difusión de los valores de la Cueva deberá ser objeto de promoción, para lo cual se habilitará la infraestructura necesaria en la zona y se promoverán las acciones de divulgación que correspondan.

5. ACTIVIDADES SUJETAS A EVALUACIÓN DE IMPACTO.

5.1. Los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad objeto de autorización administrativa que vayan a realizarse en Área de Sensibilidad Ecológica, estarán sometidos a Evaluación Básica de Impacto.

5.2. Los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad incluida en el anexo II de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, estarán sujetos a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico.

5.3. Estarán sujetos a la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, los proyectos singulares sobre los que concurren circunstancias extraordinarias que a juicio del Gobierno de Canarias revistan alto riesgo ecológico o ambiental, y sobre los que el Consejo tome acuerdo específico, que se hará público y será razonado, concretando la categoría de evaluación a la que será sometido y el órgano ambiental actuante.

6. ÁREAS DEL TERRITORIO QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEBEN SER EXCLUIDAS DE LOS PROCESOS DE EDIFICACIÓN.

6.1. Se excluirá del proceso edificatorio destinado al uso residencial toda la superficie suprayacente a la Cueva y una franja a ambos lados, de 100 m de ancho desde el eje de la misma. Para la delimitación de dicha zona se utilizará una cartografía oficial que apruebe el órgano gestor del espacio protegido o, en su defecto, la que acompaña a este Plan. En las restantes zonas las eventuales edificaciones quedarán restringidas únicamente a aquellas parcelas de superficie superior a 10.000 m<sup>2</sup>.

6.2. Excepcionalmente, y con el objeto de contribuir a la información y regulación del uso público, se considera compatible con la finalidad del presente Plan la construcción de un Centro de Visitantes, que, en su caso, se ubicará en la zona de Hoya de Padilla.

El Proyecto de construcción del mencionado Centro de Visitantes deberá acompañarse de un plan de uso público que, manteniendo los estándares mencionados de Capacidad de Carga del presente Plan, será de aplicación provisional en lo concerniente a las visitas subterráneas, hasta la aprobación del instrumento de planificación del futuro Espacio Natural Protegido que se declare como consecuencia última del presente Plan de Ordenación.

Dicho Proyecto deberá contar con el visto bueno del Patronato Insular de Espacios Naturales Protegidos de Tenerife, además de los restantes informes y autorizaciones pertinentes.

7. LUGARES APTOS PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES MINERAS, EXTRACTIVAS DE TIERRAS Y ÁRIDOS. VERTIDOS DE TIERRAS Y ESCOMBROS.

Este Plan de Ordenación de los Recursos Naturales prohíbe cualquier actividad minera, extractiva de tierra y áridos, y el vertido de tierras y escombros, por lo que no habrá ningún lugar apto para la reali-

zación de dichas actividades en el interior de su ámbito.

8. CRITERIOS ORIENTADORES DE LAS POLÍTICAS SECTORIALES QUE INCIDEN EN EL ÁMBITO DEL PLAN DE ORDENACIÓN.

Los Proyectos técnicos que se elaboren en aplicación de las distintas políticas sectoriales deberán seguir los siguientes criterios:

8.1. Actividades Agrícolas, Ganaderas y Forestales.

1. Evitar los daños que las explotaciones ganaderas puedan causar en el medio, mediante su adecuada localización, la depuración de los vertidos y el control sanitario e higiénico.

2. Controlar el uso de sustancias químicas en la agricultura, ya sea en la producción, elaboración o conservación de los productos, fundamentalmente fertilizantes y pesticidas químicos.

3. Conservar la capacidad agrológica del suelo a fin de asegurar una producción continuada, fomentando el desarrollo de especies autóctonas mejor adaptadas a este tipo de ecosistemas.

4. Potenciar los productos agrícolas, ganaderos, forestales y apícolas de calidad producidos de forma ecológica mediante el uso de prácticas tradicionales, compatibles con la estabilidad del ecosistema canario. De esta manera, se sustituirán las sustancias químicas de síntesis por abonos orgánicos naturales (estiércol) y la rotación con cultivos forrajeros.

5. Promover la mejora y conservación de las masas forestales autóctonas (asegurar su buena constitución, prosperidad y persistencia).

6. Promover la evolución progresiva hacia la vegetación climática en las áreas en que resulte aconsejable por su localización y la falta de adecuación para otros usos y, en general, la restauración de las zonas degradadas.

7. Adoptar medidas precisas de prevención, detección y combate de los incendios forestales.

8. Utilizar preferentemente métodos biológicos en el control de plagas y enfermedades forestales.

8.2. Infraestructuras.

1. Las infraestructuras de nueva creación se adaptarán a las limitaciones y precauciones que las directrices particulares o los instrumentos de planificación establezcan.

2. El trazado de nuevas líneas eléctricas introducirá como variable decisoria la minimización del impacto ecológico.

3. La construcción de silos, depósitos de abastecimientos de aguas y demás edificaciones ligadas al medio agropecuario y forestal deberán adaptarse a los lugares y en la forma que establezca la Declaración de Impacto Ecológico y demás autorizaciones administrativas que procedan.

#### 8.3. Actividades de Conservación de la Naturaleza.

1. Se garantizará la conservación de los valores singulares de fauna, vegetación, geomorfología, suelos y agua, definiendo la capacidad de carga del ecosistema hipogeo y epigeo.

2. Se conservarán las masas y ejemplares arbóreos de especies autóctonas, impidiéndose cualquier tipo de alteración o cambio de uso.

3. Se promoverán medidas para la conservación y restauración de la Cueva, prestando especial atención a las zonas más degradadas de la misma.

4. Se garantizará el control de las especies que puedan desestabilizar temporalmente las relaciones tróficas en el medio hipogeo.

5. Se favorecerá la eliminación de estructuras artificiales innecesarias y abandonadas, la eliminación de escombros y basura, la restitución de efectos inducidos por obras de origen humano, así como la adopción de opciones que minimicen tanto el impacto visual como ecológico de las infraestructuras y objetos sobre la Cueva.

#### 8.4. Urbanización y Ordenación del Territorio.

1. El ámbito territorial del Plan de Ordenación deberá mantener la clasificación como Suelo Rústico, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 5/1987, de 7 de abril, sobre Ordenación Urbanística del Suelo Rústico de la Comunidad Autónoma de Canarias.

2. La actividad edificatoria quedará restringida a las condiciones definidas anteriormente y, en cualquier caso, deberá estar ligada a la actividad agraria, forestal o recreativo-científica.

#### 8.5. Residuos.

La fragilidad del ecosistema cavernícola del conjunto de la Cueva del Viento-Sobrado frente a los vertidos de aguas residuales domésticas, hace necesario dotar a las viviendas de servicios de tratamiento de vertidos líquidos y de recogida y almacenamiento de residuos sólidos. En este sentido, se deberá promover la instalación de un sistema de depuración de aguas residuales que cubra el ámbito del Plan.

#### 8.6. Educación Ambiental.

1. La Educación Ambiental, a través de la interpretación de los valores naturales (fundamentalmente los ligados al ecosistema cavernícola) y culturales, deberá llegar a todos los visitantes, ofreciendo una información variada y asequible a todos los niveles.

2. El desarrollo de las actividades relativas a la Educación Ambiental se llevará a cabo, entre otras, mediante la creación de un Centro de Interpretación, donde se ofertará una imagen interpretada de los valores naturales (volcanología, usos prehistóricos, adaptaciones a la vida subterránea, etc.) del ámbito del presente Plan.

3. Se prestará especial atención a la población de la comarca, a fin de que conozcan y preserven los valores naturales que con ellos conviven.

#### 8.7. Investigación.

1. La recolección de especímenes y muestras de cualquier tipo se limitará a los casos estrictamente necesarios y debidamente justificados.

2. Se regularán las actividades de investigación que puedan inducir una alteración de los procesos ligados a la biología de las especies troglodias.

3. Se colaborará con los organismos competentes en el estudio y protección del patrimonio arqueológico y paleontológico.

4. Se promoverá el estudio de los valores hipogeos de la Cueva a fin de mejorar el conocimiento del ecosistema subterráneo objeto de protección.

#### 9. VIGENCIA DEL PLAN.

9.1. El Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Cueva del Viento-Sobrado tendrá vigencia indefinida, pudiendo ser revisado en cualquier momento, para lo que se seguirán los mismos trámites que se han seguido para su aprobación.

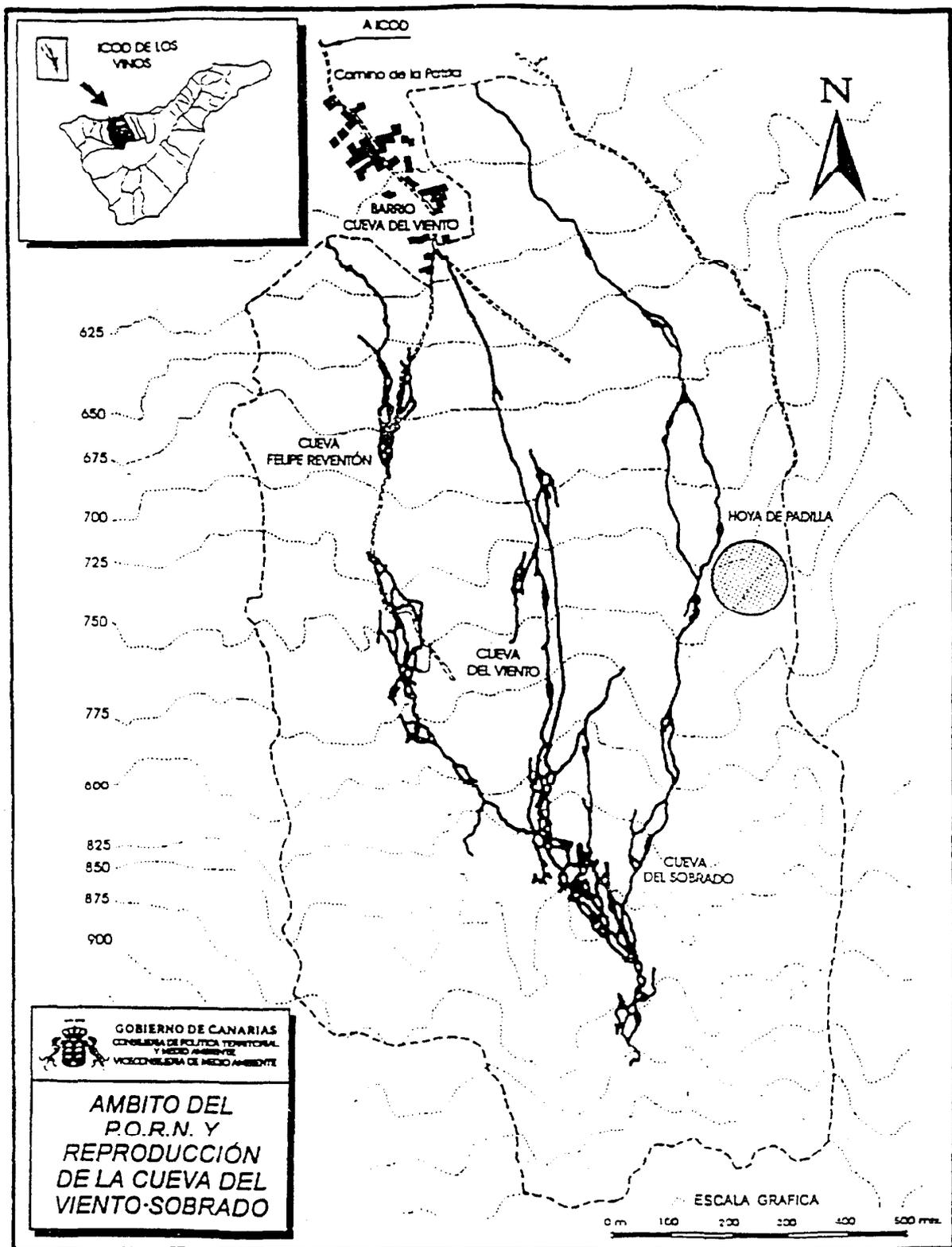
9.2. Serán circunstancias que justifiquen su revisión, entre otras:

a) Episodios ambientales catastróficos, de origen natural o antrópico, que afecten a la integridad del medio o de las comunidades bióticas representativas de este espacio, y desborden las medidas de protección previstas en el propio Plan.

b) Cuando la evolución socioeconómica o circunstancias de cualquier índole hagan o puedan hacer surgir nuevas actividades en la zona, que no se contemplen en el Plan en vigor y que supongan una amenaza del equilibrio ecológico en los Espacios Naturales Protegidos.

### ANEXO II

### CARTOGRAFÍA



GOBIERNO DE CANARIAS  
CONSEJERIA DE POLÍTICA TERRITORIAL  
Y MEDIO AMBIENTE  
VICONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE

**AMBITO DEL  
P.O.R.N. Y  
REPRODUCCIÓN  
DE LA CUEVA DEL  
VIENTO-SOBRADO**

# APUNTES DE ESPELEOLOGIA

*Alfredo Lainez Concepción*

*Instructor de la Escuela Española de Espeleología  
Director de la Escuela Canaria de Espeleología  
Coordinador Territorial de Espeleología de canarias*



# LA ESPELEOLOGÍA



## ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA ESPELEOLOGÍA

La creación del término "espeleología", data aproximadamente de finales del siglo pasado, y algunos autores la atribuyen al prehistoriador francés Emile Rivière. Etimológicamente, el término está formado a partir de las palabras griegas *spelaión* (caverna) y *logos* (tratado). Así pues, la espeleología es un tratado o estudio sobre las cavernas. Actualmente, este término se aplica no sólo a los estudios científicos o exploraciones, sino que se utiliza igualmente en el ámbito deportivo. Por consiguiente, en un sentido más amplio la espeleología se puede definir como "una disciplina consagrada al estudio de las cavernas, de su génesis y de su evolución, del medio físico que representa, de su poblamiento biológico actual o pasado, así como de los medios y las técnicas adecuadas para su examen" (Gèze, 1968:6).

Podríamos afirmar que la exploración de las cavidades por el hombre es tan vieja como él mismo; en numerosas cuevas se pueden encontrar signos de la presencia del hombre prehistórico (huellas de pisadas, utensilios, pinturas, etc.). Las evidencias de estas visitas o permanencias no sólo aparecen en las entradas de las cuevas, sino incluso a centenares de metros de ellas. Pese a las numerosas citas que se pueden encontrar referentes a exploraciones subterráneas a lo largo de la historia, no podemos hablar propiamente de espeleología hasta mediados del siglo pasado. Es entonces cuando se iniciaron las exploraciones sistemáticas, entre las que destacan los trabajos realizados, en las cercanías de Trieste (entonces provincia autónoma de Austria), por el ingeniero Lindner con el objetivo de aumentar el suministro de agua para la ciudad. Dichas exploraciones alcanzaron los -329 metros de profundidad en el Abismo Trebiciano. Pero el origen de la espeleología como la entendemos hoy día tiene, por así decirlo, nombre y apellidos. Nadie duda en calificar al francés Edouard-Alfred Martel como padre de la espeleología moderna, el cual, a finales del siglo XIX, comienza a explorar la región de Grands Causses, al sur del Macizo Central francés. Sus exploraciones se extendieron rápidamente por los países circundantes.

En el aspecto científico, el rumano Emile-Georges Racovitza, junto a su discípulo francés René Jannel, fueron los pioneros de la biospeleología moderna, los cuales, desde principios de siglo, desarrollaron un intenso trabajo de búsqueda y estudio biológico por una infinidad de cavidades de todo el mundo.

En el aspecto deportivo cabe destacar en los años 1.930 y 1.940 a los franceses Robert de Joly, que empezó a perfeccionar el material y los métodos de exploración, y Félix Trombre y Norbert Casteret con sus históricas exploraciones en los Pirineos franceses.

## LA ESPELEOLOGÍA EN ESPAÑA

Al igual que en el resto de Europa, en nuestras cuevas también se han encontrado numerosas huellas de la presencia humana desde los tiempos prehistóricos hasta nuestros días. En la Cova del Salnitre (Collbató, Barcelona), por ejemplo, se han hallado inscripciones realizadas por visitantes en 1.511. Las noticias existentes sobre antiguas exploraciones son escasas, entre ellas destacan: el descenso a -120 metros de profundidad efectuado, en 1.683, por Fernando Muñoz a la Sima de Cabra (Córdoba); las exploraciones realizadas en 1.800, por el padre Gerard Joana, monje del monasterio de Montserrat (Barcelona), en las *Coves del Sanitre*, así como los sondeos de diferentes simas e interesantes anotaciones de carácter naturalista, que llevó a cabo este mismo monje.

Casiano del Prado publica el primer inventario espeleológico en 1.864, citando 150 cavidades; en 1.896, Puig i Llaraz edita la famosa obra "Cavernas y Simas de España" que, hasta la aparición reciente del "Atlas de las grandes cavidades españolas" (Puch, 1.987), era de obligada consulta.

Tras esta primera etapa de auge de las exploraciones subterráneas, podemos decir que el precursor de la espeleología moderna en España, es Norbert Font i Sagué. En 1.896, Martel al regreso de sus exploraciones en la *Cova del Drac* de Mallorca, es invitado por

el *Centre Excursionista de Catalunya* (Barcelona) a visitar diferentes cuevas catalanas, acompañado por el joven seminarista Font i Sagué, hecho que despier- ta en él el entusiasmo por la exploración del mundo subterráneo. El 27 de Diciembre de 1.897 realiza su primera gran exploración, descendiendo al *Avenc de Can Sadurní* (Macizo de Garraf, Barcelona), de 75 metros de profundidad. A partir de este momento, extiende las exploraciones a otras cavidades de la comarca. Los resultados de estos primeros trabajos fueron publicados en diferentes artículos, que bajo el título genérico de *Sota Terra* aparecieron en el boletín del *Centre Excursionista de Catalunya*.

Hacia el año 1.906, diferentes grupos excursionistas forman el *Club Montanyenc*, y al año siguiente casi todas sus actividades se centran en la espeleología. Estas son dirigidas por Mn. M. Faura i Sans y J. M<sup>a</sup> C6 de Triola, que invitan a Font i Sagué (entonces ya apartado de la espeleología) a la exploración del *Avenc d'en Roca* (Ordal, Barcelona). Una recopilación de todas estas exploraciones integran la primera publicación espeleológica de nuestro país, *Sota Terra* (1.909).

De los años 1.923 al 1.925 hay que destacar las importantes exploraciones en el Macizo de Garraf dirigidas por Rafael Amat i Carreras, que quedan reflejadas en su obra: *Sota el massís de Garraf*.

A partir de 1.932, una nueva generación de espeleólogos nace en el *Club Muntanyenc Barcelonés* (antes *Club Montanyenc*), entre la que destacan los nombres de Francesc Español y el de N. Llopis Lladó. Sus objetivos tienen un carácter más científico que deportivo como queda reflejado con la publicación de sus trabajos en el segundo volumen de *Sota Terra* (1.935). Sus exploraciones continúan hasta bien entrada la Guerra Civil (*Avenc dels Esquirols*, 1.937).

Pasada la guerra, la espeleología parece olvidada. Es hacia 1.946, cuando Monturiol, Termes, Rovira, F. Vicens y otros reemprenden la labor de sus antecesores. En Abril de 1.948 se funda, dentro del *Club Muntanyenc Barcelonés*, el *Grup d'Exploracions Subterrànies* (G.E.S.); esta fecha marca el inicio del despegue de la espeleología en España, principalmente en Cataluña y en el Norte del país. Simultáneamente aparecen grupos de espeleólogos dentro de la "Sociedad Aranzadi" (San Sebastian), del "Centro Excursionista Alcoy", y también en Granada, donde se funda el "Grupo de Espeleólogos Granadinos".

En 1.954 se crea, dentro de la Delegación Catalana de la Federación Española de Montaña (FEM), la Comisión Técnica de Exploraciones Subterráneas con la intención de dirigir y coordinar las actividades de los grupos existentes. Pocos años más tarde apare-

ce a nivel del estado la Comisión Nacional de Exploraciones Subterráneas.

Dada la importancia que va adquiriendo la espeleología, a mediados del año 1.967 se constituye el Comité Nacional de Espeleología dentro de la FEM, como paso previo a la creación de la Federación Española de Espeleología. Se establece una estructura territorial, dando lugar a la aparición los denominados Comités Regionales. Para entonces, el número de clubs en España ronda el centenar, y en casi todas las regiones existe una representación de la espeleología.

A partir de 1.970, la estructura del Comité entra en una crisis progresiva, que no se llega a superar hasta 1.976. En ese año, en el marco del IV Congreso Español de Espeleología (Marbella, Málaga) la Comisión Gestora creada para el estudio de la problemática, expone sus conclusiones, que suponen un nuevo impulso en la actividad espeleológica.

A finales de 1.979 el Consejo Superior de Deportes (CSD) aprueba la creación de la Sección Nacional de Espeleología (SNE) con cierta autonomía, pero con dependencia económica y administrativa de la FEM, lo cual es un paso importante para la constitución de la Federación.

En Marzo de 1.982 el Pleno del CSD emite informe favorable a la solicitud de creación de la Federación Española de Espeleología (FEE), y el día 11 de Enero de 1.983 son aprobados los primeros Estatutos de la FEE, así como su inscripción en el registro de Federaciones deportivas españolas.

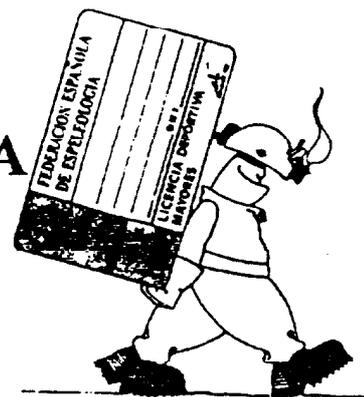
En Agosto de 1986 se organiza el IX Congreso Internacional de Espeleología en Barcelona, que constituyó un éxito en cuanto a participación y organización.

Después de algunos años difíciles, con continuas incursiones por los caminos de la burocracia, y numerosos cambios en las estructuras deportivas, la espeleología se ha hecho un lugar en el panorama deportivo de nuestro país.

El impulso de los últimos años a las expediciones, y los importantes resultados obtenidos, unidos a la preparación técnica de los grupos de socorro y a la creación y consolidación de las Escuelas Territoriales y Escuela Española de Espeleología, hacen que nuestra actividad se encuentre hoy día sumamente consolidada.

Actualmente, la espeleología es una actividad deportiva en auge, como así lo evidencian las estadísticas. En 1.994 había 350 clubs inscritos en la FEE, que agrupaban a 7.190 espeleólogos.

# ESTRUCTURA FEDERATIVA



## ORGANIZACIÓN FEDERATIVA DE LA PRÁCTICA ESPELEOLÓGICA

Mayoritariamente, la práctica de la Espeleología en España se canaliza a través de la **Federación Española de Espeleología (FEE)**.

La **Federación Española de Espeleología (FEE)** es una Entidad asociativa privada, sin ánimo de lucro y con personalidad jurídica y patrimonio propio e independiente del de sus asociados.

El ámbito de actuación de la FEE es el conjunto del territorio del Estado, desarrollando las competencias que le son propias y que vienen fijadas por la legislación deportiva existente. Reune y coordina a todas las Federaciones Territoriales, que a su vez reúnen a los clubs y estos a los espeleólogos. Su actividad propia es el gobierno, administración, gestión, organización y reglamentación de la espeleología, así como otras funciones públicas de carácter administrativo en coordinación con el Consejo Superior de Deportes (organismo adscrito al Ministerio de Educación y Ciencia).

La FEE se estructura territorialmente en consonancia con la distribución autonómica del Estado. Así, la organización actual se conforma por las siguientes federaciones de ámbito autonómico o Federaciones Territoriales: Andaluza, Aragonesa, Asturiana, Balear, Canaria, Cantabria, Castellano-Leonesa, Castellano-Manchega, Catalana, Gallega, Madrileña, Murciana, Navarra, Riojana, Valenciana y Vasca. Las Federaciones Territoriales se rigen por la legislación específica de la Comunidad Autónoma a que pertenecen, por sus Estatutos y Reglamentos y demás disposiciones propias de orden interno, y por la legislación española general.

Los **Clubs de Espeleología** son las asociaciones privadas que tienen como objetivo principal la promoción y práctica de la espeleología.

La FEE tiene como órganos fundamentales:

- a) De gobierno y representación:
  - La Asamblea General y su Comisión Delegada
  - El Presidente
- b) Complementarios
  - La Junta Directiva
- c) Técnicos
  - Escuela Española de Espeleología
- d) De justicia federativa
  - El Comité Jurisdiccional de Conciliación
  - El Comité de Apelación

La **Asamblea General** es el órgano superior de gobierno y representación de la FEE. Está compuesta por los siguientes miembros:

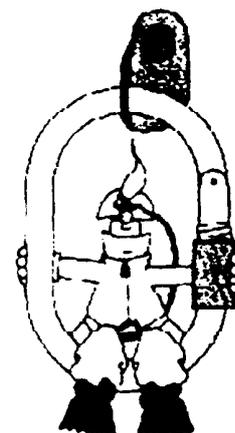
- a) Los 16 Presidentes de las Federaciones Territoriales.
- b) 9 representantes por el estamento de Clubs.
- c) 6 representantes por el estamento de espeleólogos.
- c) 1 representante por el estamento de técnicos.

La **Escuela Española de Espeleología (EEE)** es el órgano docente de la FEE y tiene como fines principales:

- a) La enseñanza, divulgación y promoción de la espeleología en sus diversas especialidades en el ámbito del Estado en coordinación con las Escuelas Territoriales.
- b) La incorporación de los nuevos métodos, técnicos y avances conseguidos en la práctica de la espeleología en todas sus especialidades.

El **Espeleo Socorro Español** está organizado de forma autóctona y autosuficiente, con un grupo de espeleosocorro dentro de cada Federación Territorial. Estos grupos están coordinados a nivel del Estado por la FEE mediante una Vocolfa. A nivel del Estado español existe un convenio de colaboración con la Dirección General de Protección Civil.

## MATERIAL



### ILUMINACIÓN

Evidentemente el primer problema que entorpece el acceso al medio subterráneo es la oscuridad más absoluta. Para solventarlo debemos plantearnos los requisitos que ha de reunir el sistema de iluminación que empleemos:

- a) Amplio ángulo de iluminación
- b) Larga duración
- c) No ser muy pesado
- d) No ser muy caro.

Así, el acetileno se presenta como el sistema que mejor reúne tales condiciones, siendo el más adecuado para llevar a cabo nuestra actividad espeleológica. No obstante, en la actualidad la iluminación eléctrica va ganando terreno, sobre todo en los países anglosajones.

#### Acetileno

El carburo, que constituye la base de este sistema de iluminación, es una piedra compuesta artificialmente por una mezcla de cal y carbón de Cok, obtenida en un horno eléctrico a 3.000 C° (fig. 3.1).



Fig. 3.1

Esta piedra al contacto con el agua, o bien al aire libre, debido a su gran poder para absorber la humedad, se descompone liberando un gas llamado acetileno.

Las características de este gas son:

- a) Olor oleáceo.
- b) Es incoloro.
- c) Se inflama, deflagra o explota según su mezcla con el oxígeno.
- d) Es tóxico.
- e) Es 13,5 veces más explosivo que el metano, pero tranquilo e inofensivo, ya que el carburo explosiona a la presión de 2 Kg/cm<sup>2</sup>, y nuestros carbureros sólo aguantan 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>.
- f) Es más ligero que el aire.

Una vez descompuesto, el carburo se convierte en un residuo (hidróxido de carbono) con impurezas tales como sulfídrico, fosfaminas, metano, óxido de carbono, amoníaco, todos ellos altamente venenosos. Por tanto, **NO DEBEMOS ABANDONAR JÁMAS RESIDUOS DE CARBURO DENTRO DE LAS CAVIDADES.**

El acetileno es un gas potencialmente peligroso, pero el uso que hacemos de él, siguiendo unas precauciones básicas, lo hace prácticamente inofensivo.

Los consejos más importantes para su correcto uso son:

- a) No abrir los recipientes de carburo con herramientas capaces de producir chispas.
- b) No llevar nada que pueda provocar accidentes a la hora de abrir los recipientes de carburo (o carbureros), como por ejemplo, cigarrillos, la llama de otro compañero, etc.
- c) No almacenar carburo en lugares húmedos. Es fundamental guardar el carburo en recipientes

herméticos, pequeños y manejables, como por ejemplo una bota de goma procedente de una cámara de coche.

- d) Conforme se va vaciando el recipiente el riesgo aumenta ya que se van acumulando gases en su interior.
- e) En galerías inundadas hemos de vigilar el funcionamiento del carburero y también revisar las reservas de carburo, teniendo en cuenta la norma de tener apagada la iluminación.
- f) Cuidado con los residuos, aunque parezca que ya no son útiles, siguen liberando gran cantidad de gas.
- g) Cuando estemos en un vivac abandonado hemos de tener cuidado con el metano producido por la descomposición de materia orgánica (residuos de comidas) o carburo, que normalmente están en bolsas o recipientes herméticos con el consiguiente riesgo de acumulación de gases y, por tanto, de inflamación.
- h) No debemos hacer instalaciones con cobre ya que el acetileno actúa sobre este metal como un ácido formando acetiluro de cobre, que es un explosivo muy sensible. No hay problema si se utiliza una aleación en la que el cobre sea un componente.

### Carburero

Es el recipiente donde se produce la reacción carburo-agua y se libera el acetileno. Está compuesto de dos partes, una superior que contiene el agua y otra inferior donde se deposita el carburo (fig. 3.2).



Fig. 3.2 Diversos tipos de carbureros

Para el correcto funcionamiento del carburero es necesario que se deje vacío 1/3 del depósito inferior, ya que el carburo se expande cuando reacciona con el agua.

Pasamos a analizar los distintos tipos de carbureros que existen en el mercado, estudiando el funcionamiento básico de cada uno de ellos, con el objeto de poder subsanar las deficiencias que se puedan presentar durante la exploración.

### - De goteo

La periodicidad de dicho goteo se regula mediante un grifo de mosca. Es cómodo de reparar si se estropea ya que su funcionamiento es muy simple (fig. 3.3.A). Su inconveniente radica en el tapón de carga del agua, que presenta un orificio para igualar la presión del depósito de agua con el exterior por donde, al movernos en la exploración, pierde gran cantidad de agua que nos empapa el mono. De ahí su nombre de "la mecura". Este problema se puede solucionar convirtiendo el tapón en una válvula de aire.

### - Auto-presión

Tiene el mismo sistema de suministro que la anterior, la diferencia radica en el tubo que está dentro del depósito superior. Dicho tubo comunica el depósito inferior con el superior de tal forma que permite el paso de gas al depósito superior con lo que se igualan las presiones haciendo innecesario el orificio del

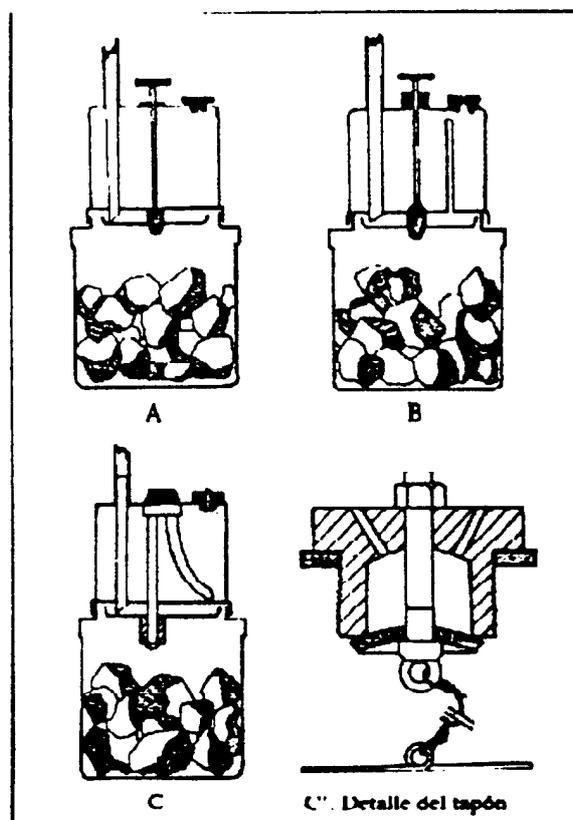


Fig. 3.3

tapón, obviando el inconveniente de la anterior. El inconveniente más importante se presenta cuando la volcamos, pues el agua entra por el tubo provocando un gasto innecesario de carburero (fig. 3.3.B).

#### - De bombeo

El suministro de agua en este carburero es un poco más complejo. En grifo ha sido sustituido por una bomba de agua; ésta tiene una entrada por donde absorbe el agua del depósito superior y otra por donde la inyecta al depósito inferior. Dentro de ella existen unas válvulas antiretorno cuya rotura provoca la inutilización del carburero (fig. 3.3.C).

Su ventaja reside en la comodidad y la regulación de luz en cualquier momento. Este sistema se hace aún más interesante, pues economiza agua y carburero y no moja ya que el tapón de carga se convierte en una válvula de aire.

Su inconveniente reside en las averías, ya que debido a su complejidad se hace imposible, la mayoría de las veces, su reparación en la propia cavidad.

Desde el carburero se conduce el gas hasta la instalación del casco por medio de un tubo, preferentemente de goma y no de plástico, pues éste último se vuelve rígido con el frío.

### Eléctrica

La luz eléctrica es la más conocida por los profanos, pero poco utilizada por los espeleólogos, usándose tan sólo como apoyo a la de acetileno, ya que los sistemas comercializados tienen menor autonomía que ésta.

Las ventajas de este tipo de iluminación son:

- a) No se apaga con las corrientes de aire.
- b) Nos auxilia en caso de avería de la instalación de acetileno.
- c) Nos permite dirigir la luz a puntos más alejados.
- d) Es más resistente al agua y al barro.

Actualmente existen sistemas de iluminación eléctrica de gran autonomía y potencia que están en condiciones de competir con el acetileno, pero la mayoría de ellos todavía se encuentran en fase experimental.

En la práctica una instalación mixta es lo más usado por los espeleólogos (fig. 3.4).

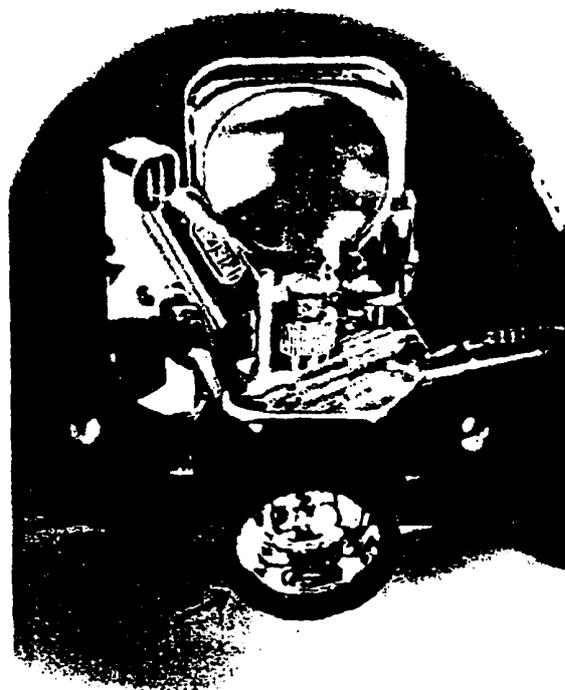


Fig. 3.4 Instalación mixta

## ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

### Casco

Fundamental en nuestra actividad. Nos protege la cabeza de golpes, caída de piedras y nos sirve para llevar sujeta la iluminación (fig. 3.5).

Los cascos deben ser ligeros y estar bien acabados; de nada nos sirven los que sean cerrados por ser calurosos e insonoros. Por tanto, sólo se aconseja el uso de los que están concebidos para la práctica de esta actividad y, además, estén homologados por la U.I.A.A., pues esto es una garantía de que han superado duras pruebas de impactos frontales, laterales y cenitales, además de pruebas de penetración con objetos punzantes.



Fig. 3.5

No debemos poner nada entre el casco y nuestra cabeza ya que anularíamos la protección que nos ofrece.

En el mercado encontraremos una gran variedad de marcas y modelos pero siempre tendremos en cuenta lo anteriormente expuesto a la hora de adquirir uno.

### Calzado

Dependiendo de las características de la cavidad, será necesario llevar un determinado tipo de calzado (fig. 3.6). Por lo general, éste ha de reunir las siguientes características:

- a) Tener una suela fuerte y adherente.
- b) Que cubra los tobillos, de esta forma evitaremos torceduras y esguinces.
- c) Si la cavidad es seca, con unas botas tipo trekking será suficiente.
- d) Debemos evitar las botas que lleven ganchillos, pues nos molestarán con mucha frecuencia.
- e) Si la cavidad es húmeda o hay abundante agua serán necesarias unas botas impermeables y que además no absorban demasiada agua. Unas botas de agua sin forro interior será lo más aconsejable.

Como complemento al calzado, unos calcetines altos de fibra sintética es lo más aconsejable para los pies.



Fig. 3.6 Diversos tipos de botas y calcetines

### Vestimenta

Este es un elemento que ha mejorado notablemente desde los inicios de la espeleología.

Para una cavidad seca, lo más aconsejable son los monos alizo de tela (algodón, tergal, etc.) que nos protegerán de arañazos y conservarán mejor el calor corporal.

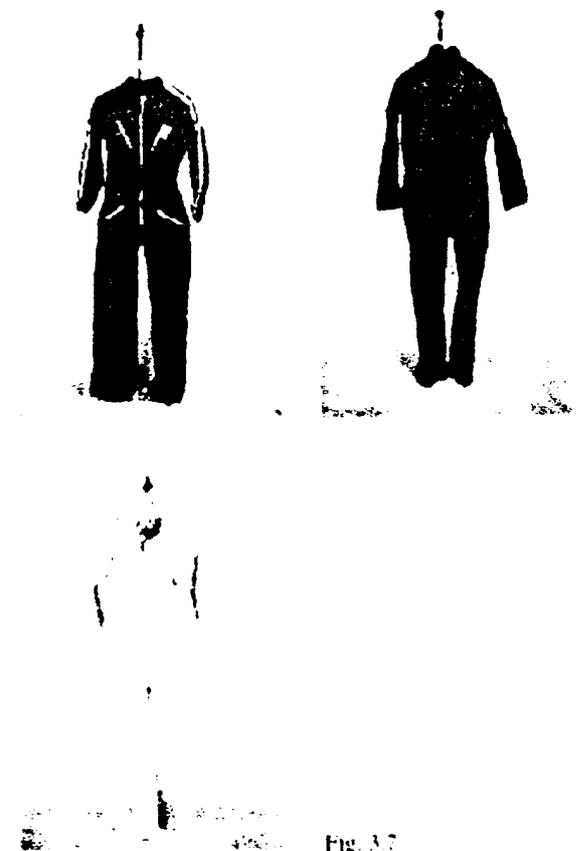


Fig. 3.7

En cuevas frías se impone una combinación de dos prendas: un mono interior de fibra (polipropileno, fibra polar, etc.) que nos dará el calor necesario, y un mono exterior de nylon o cordura que nos protegerá de la humedad al mismo tiempo que permite una transpiración aceptable (fig. 3.7).

Para condiciones extremas de humedad el mono exterior será de PVC con costuras termoselladas que proporciona una mayor estanqueidad, pero con el serio inconveniente de que no transpira, por lo que al final acabaremos con el mono interior empapado. Debido ello, las características del mono interior deben ser:

- Conservar el calor del cuerpo incluso mojado
- Absorber el sudor del cuerpo.
- Transpirar.
- Eliminar rápidamente el agua acumulada en el tejido (hidrófugo).

En un principio los monos interiores se fabricaban con muleton de Rovil (clorofibra). Actualmente, las fibras que tienen como base el polipropileno y el

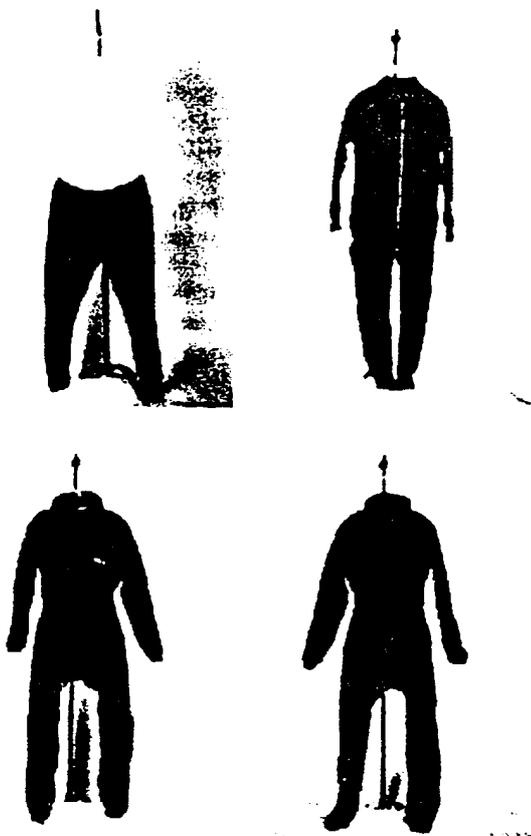


Fig. 3.8

poliéster superan con creces a este tejido. En el mercado podemos encontrar monos interiores de diferentes grosores, adecuados, cada uno de ellos, para las distintas condiciones climáticas que podemos encontrar en una cavidad (fig. 3.8).

Por último, apuntar que unos guantes de P.V.C. serán imprescindibles para las cavidades con agua, aunque éstos nos restan sensibilidad y movilidad al realizar algunas maniobras.

## ELEMENTOS DE PROGRESIÓN

### Escala

Consiste en dos cables de acero con un alma de cáñamo impregnada en aceite mineral. Los peldaños son de duraluminio o fibra artificial (fig. 3.9).

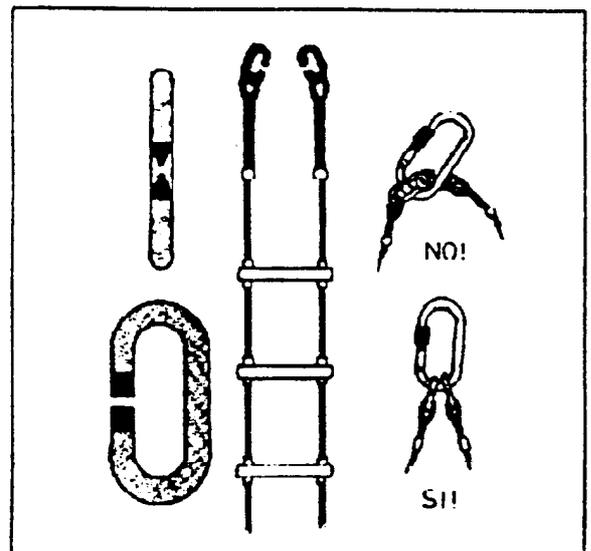


Fig. 3.9

En los extremos de los cables hay unos mosquetones especiales llamados "italianos", estos son más débiles que los normales y por ello no es recomendable unirlos entre sí y pasarles luego un mosquetón, sino que el mosquetón debe pasar por cada uno de ellos de forma independiente.

### Cuerdas

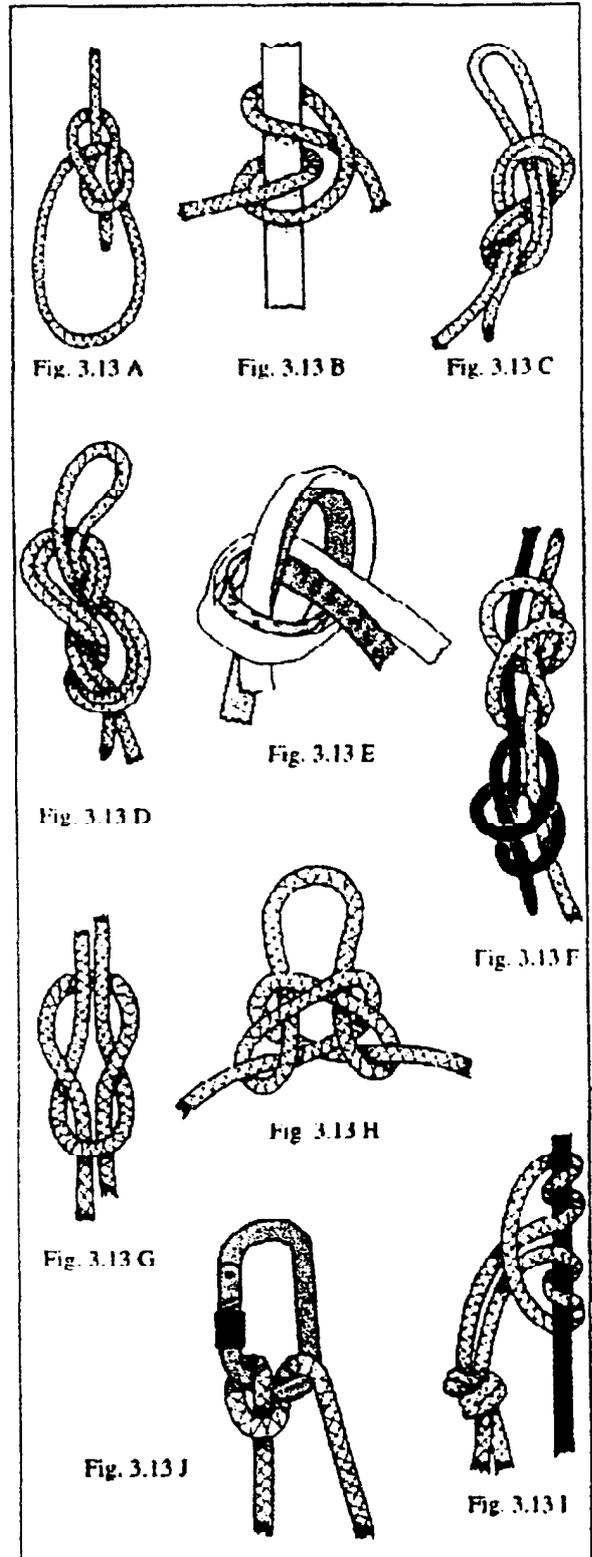
No todas las cuerdas existentes en el mercado son adecuadas para la práctica de la espeleología. En

## Nudos

Se podría pensar que este tema no reviste demasiada importancia, pero tratándose de nudos de los que dependerá nuestra seguridad es evidente que deberemos prestarle gran atención: UN NUDO MAL HECHO PUEDE HACER PERDER A LA CUERDA HASTA UN 80% DE SU RESISTENCIA.

Los nudos más usuales para nuestra actividad son:

- a) **As de gafa.** Es un nudo muy fiable. Se utiliza para unir cordinos de un mismo diámetro a los puntos de anclaje. Su principal característica es que su seno no se estrecha, es fácil de deshacer aunque haya estado sometido a una gran tensión (fig. 3.13A).
- b) **Ballestrínque.** Posiblemente sea el más débil de todos los nudos aquí expuestos, pero su utilización se justifica por su comodidad y rapidez a la hora de hacerlo en situaciones difíciles para fijar una cuerda. En la actualidad está en desuso (fig. 3.13B).
- c) **Ocho.** En simple se usa para unir cuerdas y en doble para los fraccionamientos (este último término se verá más adelante). Es probablemente el nudo más usado (fig. 3.13C).
- d) **Nueve.** Se utiliza para hacer los anclajes principales, por ser el más resistente de todos los aquí expuestos (fig. 3.13D).
- e) **Nudo de cinta.** Es el único nudo que se debe utilizar para unir cintas (fig. 3.13E).
- f) **Pescador doble.** Es fácil de hacer, como indica la figura. Se usa para unir cuerdas de igual diámetro o hacer anillos cerrados de cuerda (fig. 3.13F).
- g) **Rizo o llano.** Es un nudo muy simple. Se usa para hacer arneses con cordinos y para otros menesteres muy concretos (fig. 3.13G).
- h) **Papillón.** Es un nudo amortiguador. Muy usado en los pasamanos y para reparaciones de emergencia de una cuerda rozada (fig. 3.13H).
- i) **Prussik.** Este nudo puede bloquearse en la cuerda soportando una gran tensión, lo que le confiere la particularidad de ser un nudo muy fiable capaz de sacarnos de un apuro (fig. 3.13I).
- j) **Dinámico.** Al igual que el anterior nos sirve para avanzar por la cuerda. Se usa más comúnmente para rappelar con un mosquetón de acero (fig. 3.13J).



Es importante recordar que cada nudo tiene un uso determinado, siendo apropiado para unos casos concretos y totalmente desaconsejable en otros.

principio, únicamente las homologadas para este fin son las idóneas. Pero también hay que tener en cuenta el uso que van a tener. Usualmente podemos encontrar dos tipos principales de cuerdas, dinámica y estática.

### Dinámica

En nuestra actividad esta cuerda la usamos como cuerda de seguro. Son las típicas cuerdas de escalada y su misión consiste en frenar al escalador cuando sufre una caída. Son por tanto muy elásticas. Como cuerda de progresión está totalmente desaconsejada por lo peligroso de su uso.

### Estática

Son las cuerdas que usamos en la progresión debido a su poca elasticidad y es por ello, también, por lo que no debemos emplearlas como si fueran dinámicas, puesto que detendrían de forma brusca la caída con el consiguiente riesgo de lesiones.

En general, están constituidas por miles de fibras artificiales (poliamida, poliéster) tan largas cada una de ellas como la propia cuerda y constan de dos partes (fig. 3.10):

- Un alma o parte central que dependiendo de su proceso de fabricación dará más o menos elasticidad a la cuerda.
- Una camisa o parte exterior trenzada que recubre al alma protegiéndola del deterioro mecánico. Los diámetros más usuales en las cuerdas oscilan entre los 9 y los 11 mm.

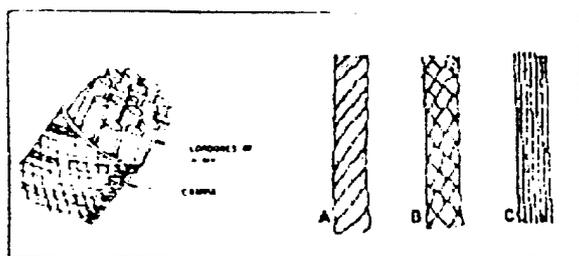


Fig. 3.10

Las características exigibles a una cuerda son:

- Que sea la adecuada para la actividad que vayamos a realizar.
- Resistencia a la abrasión.
- Facilidad para hacer nudos.
- Ausencia de efectos de torsión.
- Que sea hidrófuga.
- Ausencia de deslizamiento camisa/alma

Refiriéndonos a la cuerda estática debemos conocer los siguientes conceptos:

- Resistencia estática. Es la tensión, en Kg. que soporta la cuerda a tracción lenta antes de romperse sin que haya ningún nudo por medio.
- Factor de caída. Establece la relación entre la diferencia de altura en una caída (H) y la longitud de cuerda disponible para absorberla (L). Este factor puede tomar valores comprendidos entre cero y dos. Según normas de la U.I.A.A. una cuerda estática debe soportar al menos dos caídas consecutivas de factor 1 sin romperse (fig. 3.11).

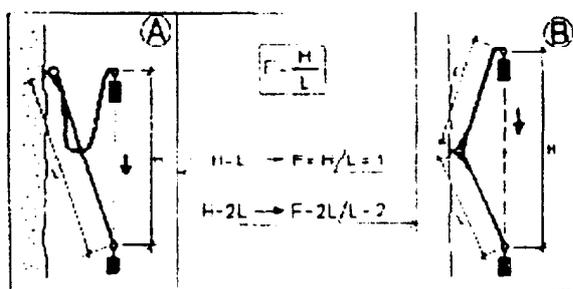


Fig. 3.11

Una caída con factor 2 en una cuerda estática puede ser fatal, pero en condiciones normales nunca se presentará este caso en espeleología.

- Fuerza de frenado. Es la fuerza que la cuerda ejerce sobre el espeleólogo al detener su caída. Si ésta es muy grande, aunque el espeleólogo no llegue al suelo puede ocasionarle lesiones muy graves. Es por ello que la cuerda debe garantizar que dicha fuerza no sobrepase los límites soportables por el cuerpo humano (máx. 1.200 kgs según normas de la U.I.A.A.). Esta es la razón por la que las cuerdas estáticas tienen un pequeño índice de elasticidad.

La cuerda es un elemento delicado. Es aconsejable plegarla como indica la figura 3.12. No debemos pisarla ni dejarla expuesta al sol. Para lavarla es aconsejable el uso de un jabón neutro y abundante agua.

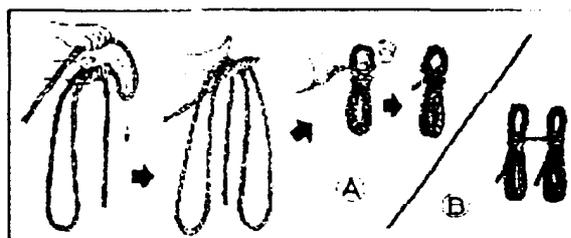


Fig. 3.12

En cuevas frías se impone una combinación de dos prendas: un mono interior de fibra (polipropileno, fibra polar, etc.) que nos dará el calor necesario, y un mono exterior de nylon o cordura que nos protegerá de la humedad al mismo tiempo que permite una transpiración aceptable (fig. 3.7).

Para condiciones extremas de humedad el mono exterior será de PVC con costuras termoselladas que proporciona una mayor estanqueidad, pero con el serio inconveniente de que no transpira, por lo que al final acabaremos con el mono interior empapado. Debido ello, las características del mono interior deben ser:

- a) Conservar el calor del cuerpo incluso mojado
- b) Absorber el sudor del cuerpo
- c) Transpirar
- d) Eliminar rápidamente el agua acumulada en el tejido (hidrófugo).

En un principio los monos interiores se fabricaban con nitrón de Rovil telorotibrat. Actualmente, las fibras que tienen como base el polipropileno y el

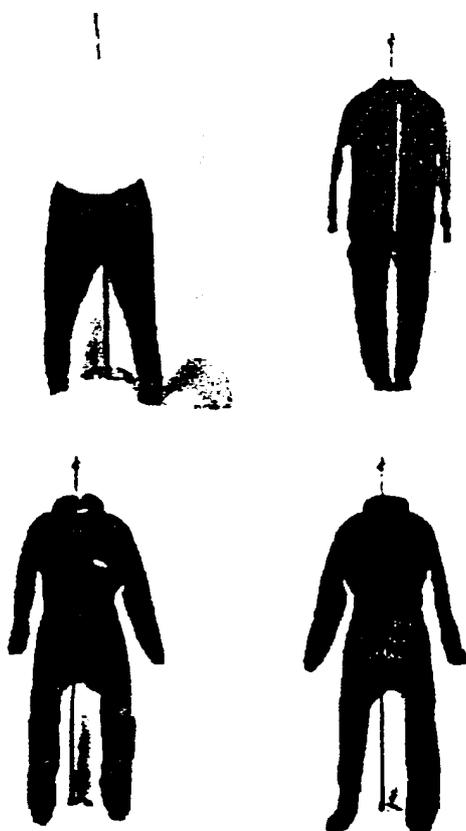


Fig. 3.8

poliéster superan con creces a este tejido. En el mercado podemos encontrar monos interiores de diferentes grosores, adecuados, cada uno de ellos, para las distintas condiciones climáticas que podemos encontrar en una cavidad (fig. 3.8).

Por último, apuntar que unos guantes de P.V.C. serán imprescindibles para las cavidades con agua, aunque éstos nos restan sensibilidad y movilidad al realizar algunas maniobras.

## ELEMENTOS DE PROGRESIÓN

### Escala

Consiste en dos cables de acero con un alma de cáñamo impregnada en aceite mineral. Los peldaños son de duraluminio o fibra artificial (fig. 3.9).

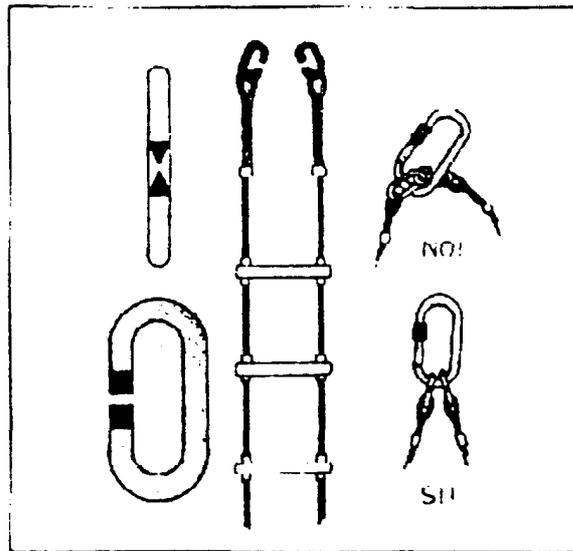


Fig. 3.9

En los extremos de los cables hay unos mosquetones especiales llamados "italianos", estos son más débiles que los normales y por ello no es recomendable unirlos entre sí y pasarles luego un mosquetón, sino que el mosquetón debe pasar por cada uno de ellos de forma independiente.

### Cuerdas

No todas las cuerdas existentes en el mercado son adecuadas para la práctica de la espeleología. En

Según las características del lugar donde se coloca el taco y de la tracción que va a tener la cuerda, se emplean diferentes tipos de placas, que fijadas a éste mediante un tornillo permiten el paso de un mosquetón (fig. 3.16).

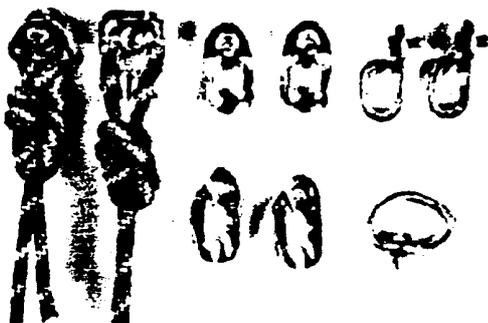


Fig. 3.16

### Descendidos

Son aparatos especialmente diseñados para descender por la cuerda de forma segura y cómoda. Los tipos más empleados son (fig. 3.17):



Fig. 3.17 De derecha a izquierda: "8", Dressler simple y Dressler con freno

### Ocho

Fabricado de una sola pieza con aleaciones de aluminio, es un aparato muy simple, como su nombre indica tiene forma de ocho, y el tamaño y forma varía con el fabricante. Es muy ligero y su mayor inconveniente es que retuerce la cuerda. Se usa para travesías y descenso de cañones con cuerda doble, estática o dinámica.

### Dressler simple

Este aparato fabricado en una aleación de duraluminio nos sirve para bajar por la cuerda, permitiéndonos un total control del descenso. No retuerce la cuerda y es muy seguro. El descendedor está compuesto por dos poleas colocadas en paralelo entre las que hay dos poleas fijas por las que se pasa la cuerda formando una "S".

donos un total control del descenso. No retuerce la cuerda y es muy seguro. El descendedor está compuesto por dos poleas colocadas en paralelo entre las que hay dos poleas fijas por las que se pasa la cuerda formando una "S".

### Dressler con freno

Es prácticamente igual que el anterior, su diferencia radica en que la polea inferior no es redonda, sino que tiene un tetón y una palanca, de tal forma que si apretamos la palanca contra el cuerpo del descendedor la cuerda se desliza por las poleas, pero si soltamos la palanca la polea inferior da un pequeño giro y el tetón de la misma aprisiona la cuerda contra la polea superior deteniendo el descenso. Además la palanca va provista de un agujero por el cual se introduce un mosquetón que anula el freno.

### Bloqueadores

Al igual que los descendidos, los bloqueadores están fabricados en aleaciones de aluminio. Existen varios tipos dependiendo del uso al que estén destinados, pero todos ellos se basan en el mismo sistema, esto es, un gatillo que presiona la cuerda cuando ejercemos la tracción en un sentido y la deja correr libre, sin soltarla, si la tracción se ejerce en sentido contrario. Estos aparatos son: bloqueador ventral, de mano, básico y shunt (fig. 3.18).



Fig. 3.18

Estos aparatos pueden soportar, independiente- mente, el peso de nuestro cuerpo. La simplicidad de su sistema unido a los materiales con los que están fabricados hacen que estos aparatos sean muy seguros, pudiendo trabajar en condiciones extremas: cuerdas embarradas, mojadas o heladas.

### Ventral

Este aparato se coloca a la altura del vientre sujeto al arnés por medio del maillón triangular de cierre. Necesita, además, de un arnés de pecho para mantenerlo pegado al cuerpo y así optimizar el rendimiento.

### De mano

Es muy parecido al anterior. Su mayor diferencia consiste en una empuñadura para facilitar su manejo. Va sujeto al maillón del arnés mediante una boga de seguridad. Además de ésta, cuelga una segunda cuerda a modo de pedal, de la que nos serviremos para impulsarnos en la subida.

### Básico

Funciona igual que los dos anteriores y en caso de necesidad puede ser usado tanto como bloqueador ventral como de mano, también se usa acoplado al pie como tercer bloqueador en algunos métodos de ascenso, pero sobre todo es muy usado en aparatos para maniobras de elevación con cuerdas y poleas.

### Shunt

Es un aparato diseñado como autoseguro para cuerda doble. Puede usarse con cuerda simple tomando las debidas precauciones, también hace las veces de bloqueador de mano, aunque no es tan eficiente como el resto de los bloqueadores. Su funcionamiento se basa en el mismo principio que el de los bloqueadores: un gatillo que cuando se carga el aparato aprieta la cuerda contra el cuerpo del mismo. La principal ventaja respecto de los otros bloqueadores radica en que, haciendo uso del anillo que se debe colocar en el agujerito posterior del gatillo, se puede desbloquear cuando está sometido a carga.

### Arnés

Es un soporte a modo de silla que nos abraza las caderas y los muslos. Está confeccionado con cintas de alta resistencia, anillas y reguladores, cerrándose finalmente con un maillón.

Serán recomendables aquellos arneses que estén confeccionados con una sola cinta, ya que de esta

forma se consigue una mayor resistencia, aunque supone una mayor complejidad a la hora de regularlos. En general, debemos vigilar que tengan el menor número de costuras posible.

Existen en el mercado una extensa variedad de marcas y modelos de los cuales deberemos elegir siempre los que estén homologados para la práctica de la espeleología (fig. 3.19)

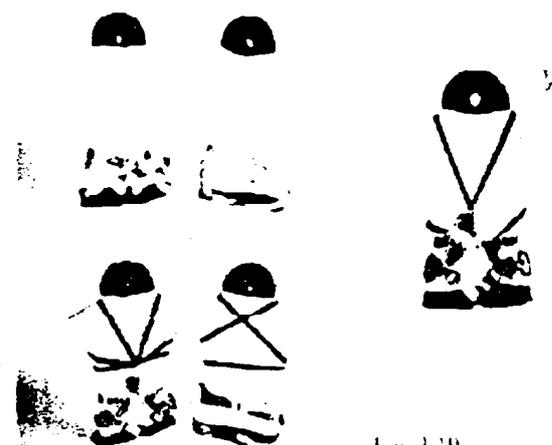


Fig. 3.19

### 3.3.9. Boga de anclaje

La boga o cabo de anclaje es un instrumento que normalmente nos fabricaremos nosotros mismos. Consta de un cordino, dinámico, de unos 2'5 ó 3 ms.



Fig. 3.20

y de 9 mm como mínimo, en el que practicaremos sendos nudos de ocho en los extremos, además de otro en el centro ligeramente ladeado de forma que la braga más corta no sobrepase los 30 cm, y que la más larga tenga al menos 50 cm (fig. 3.20). Es recomendable colocar guardacabos de nylon o cinta para evitar los constantes roces a que se ven sometidas las pазas.

De esta forma, pasaremos el nudo central por nuestro maillón, y en los extremos colocaremos mosquetones sin seguro, con los que nos anclaremos a cualquier punto fijo mientras realizamos alguna maniobra.

### Montaje de aparatos en el arnés

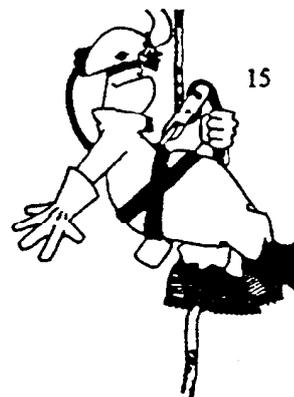
Teniendo en cuenta que ya tenemos el equipo puesto, el orden correcto de colocación es muy importante, ya que de no ser así nos ocasionaría no pocos problemas en las maniobras por cuerdas. Este orden, de izquierda a derecha mirando nuestro propio equipo, es: descendedor, braga de seguridad, bloqueador ventral y la seguridad del bloqueador de mano (fig. 3.21).

La seguridad del bloqueador de mano irá colocada en la parte inferior del maillón, donde tiene la rosca. El cabo lo meteremos entre nuestro cuerpo y el mai-



Fig. 3.21

llón con el objeto de que si nos quedamos colgados de él no se nos clave el mosquetón de cierre del arnés.



Englobamos en este apartado las distintas formas de utilizar los elementos anteriormente descritos para progresar por la cavidad, buscando básicamente dos cosas:

- a) evitar los esfuerzos inútiles,
- b) permitir un avance seguro y cómodo.

## PROGRESIÓN POR CAVIDADES HORIZONTALES

El tránsito por este tipo de cavidades no suele presentar gran dificultad, no obstante daremos unos consejos básicos:

- Cuando circulemos por una galería procuraremos hacerlo por los caminos ya abiertos (si existen) para no deteriorar el resto innecesariamente.
- En grandes salas caminaremos pegados a las paredes, pues así será menor el riesgo de caída de piedras.
- Cuando transitemos entre bloques, pondremos especial cuidado en no quitar las piedras empotradas entre éstos, ya que podrían desestabilizarlos. También hay que tener especial cuidado con los bloques basculantes al apoyarnos en ellos.
- Las gateras, los laminadores y los meandros estrechos son en multitud de ocasiones los "recibidores" de grandes salas o de prometedoras galerías. Por tanto, la exploración de una cavidad comprende lógicamente la revisión de todos estos pasos. Aquí daremos algunos consejos importantes a la hora de penetrar por ellos (fig. 4.1):

- a) Si el paso está inexplorado o lo desconocemos nunca entraremos de cabeza, sino con los pies por delante.

- b) Si por el contrario conociésemos el paso, lo haremos como nos resulte más cómodo. Es recomendable hacerlo como en el punto anterior si la gatera fuera descendente.
- c) Si la exploración se desarrolla en un meandro utilizaremos las piernas y los brazos en forma de "X", de esta manera nos empotraremos en la grieta. Esta técnica de progresión se denomina "oposición" (fig. 4.2).
- d) En las chimeneas la oposición la realizaremos con la espalda en una pared y los pies en la contraria.

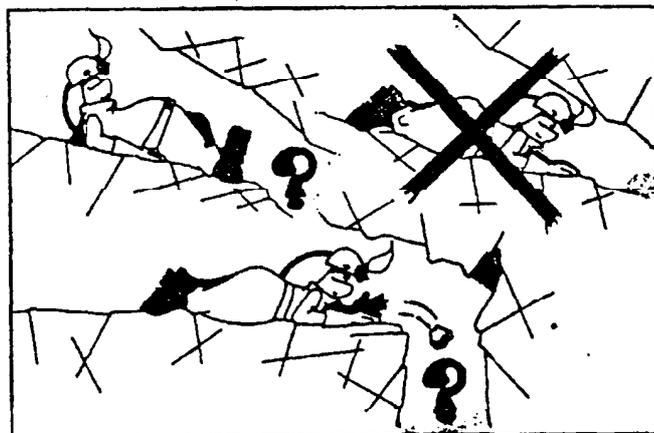


Fig. 4.1



Fig. 4.2

## ESCALA

El ascenso y el descenso por la escala lo realizaremos haciendo uso de las piernas, y utilizando los brazos sólo para mantener el equilibrio. No cogemos el peldaño con la mano por el centro de éste, sino manteniendo siempre uno de los cables dentro de la mano.

La posición correcta será colocando nuestros brazos y piernas por detrás de la escala, como si la estuviésemos abrazando, apoyando los talones en los peldaños (fig. 4.3).

Cuando la escalerilla toque la pared, nos separaremos de ella con las rodillas o subiremos de lado.

Nunca anclaremos la boga a los peldaños, sino al cable.

Siempre que usemos la escala lo haremos con cuerda de seguridad.

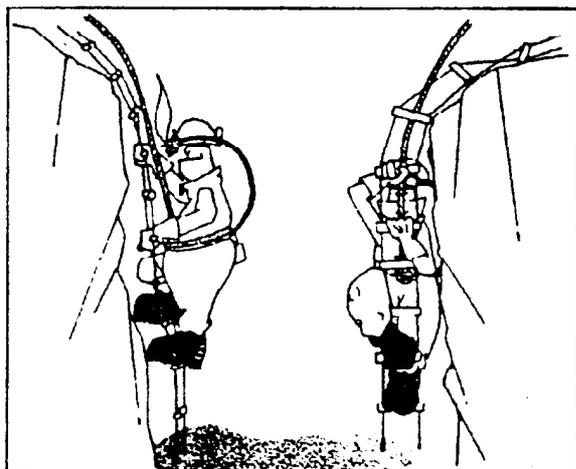


Fig. 4.3

## TÉCNICA SÓLO CUERDA

Es seguro que en este apartado notaréis de forma más acentuada la influencia que ha tenido la tecnología en nuestra actividad.

Esta técnica abrió en los años 70 una nueva dimensión a la faceta deportiva de la espeleología, permitiendo el descenso de cualquier tipo de sima.

### Descender

Bajar por una cuerda es bien fácil, todo consiste en colocar la cuerda correctamente en el descendedor y dejarse caer controlando el rappel con las dos manos:

una en el shunt o palanca del descendedor y la otra sujetando la cuerda haciéndola rozar con nuestra cadera. Los pies los utilizaremos para separarnos de la pared formando una 'N' (fig. 4.4).



Fig. 4.4

Para mayor seguridad pasaremos la cuerda por un mosquetón que introduciremos en el orificio de sujeción del descendedor, lo que nos proporcionará un mayor control del descenso. Para detenernos sólo tenemos que sujetar el descendedor cogiendo las cuerdas que entran y salen de él.

Si usamos descendedor con freno, éste detendría nuestra caída si nos soltáramos de manos. No ocurriría así si usamos el normal, por lo que se hace imprescindible el uso de algún tipo de autoseguro como el Shunt, controlando el descenso con la mano derecha y con la izquierda el aparato de seguro (fig. 4.5).



Fig. 4.5

**Bloqueo del descendedor.** En muchas ocasiones necesitamos tener las manos libres mientras descendemos por la cuerda. Para ello ejecutamos una maniobra sobre el descendedor que consiste en pasar una gaza de la cuerda libre por el mosquetón que sujeta el descendedor al maillón de nuestro arnés abrazando con ella descendedor (fig. 4.6). Aunque usemos un descendedor con freno siempre deberemos realizar el bloqueo y no usar el freno para detener el descenso o para regular la velocidad del descenso. En este último caso podríamos deteriorar seriamente la cuerda.



Fig. 4.6 A



Fig. 4.6 B

### Ascender

Lo primero que debemos hacer será colocar los bloqueadores en la cuerda, el ventral por debajo de el de mano. La ascensión comienza cuando subimos el de mano hasta la altura de nuestra cabeza, extendiendo los brazos. Simultáneamente, y a causa del pedal en el que hemos introducido nuestros pies, flexionamos las piernas. Llegados a este punto extendemos las piernas apoyándonos en el pedal con lo que el



Fig. 4.7 A



Fig. 4.7 B

bloqueador ventral avanzará unos centímetros por la cuerda. Los brazos sólo lo usaremos para mantener el equilibrio (fig. 4.7). Es muy importante que sincronicemos correctamente nuestros movimientos con el objeto de aprovechar al máximo el esfuerzo. Será la práctica la que nos ayude a conseguirlo.

## PASO DE FRACCIONAMIENTOS

Un fraccionamiento es un punto de anclaje en mitad de la tirada de cuerda motivado por diversas causas: empalme de cuerdas, roces con la pared, caídas de agua o piedras, etc.

Las maniobras para superarlos son las siguientes:

### En la bajada

Al llegar a la altura del fraccionamiento bloqueamos el descendedor. Anclamos nuestra boga corta al mosquetón del anclaje, desbloqueamos el descendedor y continuamos bajando hasta quedar colgados de nuestra boga. A continuación desmontamos el des-



Fig. 4.8 A



Fig. 4.8 B



Fig. 4.8 C



Fig. 4.8 D

descendedor y lo volvemos a montar en la cuerda libre que sale del fraccionamiento hacia abajo, lo más pegado posible al nudo. Bloqueamos de nuevo y cambiamos de cuerda el Shunt, sacando después la boga. Por último, desbloqueamos y continuamos descendiendo (fig. 4.8).



Fig. 4.9 A



Fig. 4.9 B



Fig. 4.9 C



Fig. 4.9 D

### En la subida

Una vez llegados al anclaje nos aseguramos a él mediante nuestra boga larga. Quitamos el bloqueador ventral y lo pasamos a la cuerda que continúa hacia arriba. Después abrimos el de mano y lo cambiamos de cuerda. Finalmente, sacamos la boga y continuamos el ascenso (fig. 4.9).

## PASO DE NUDOS

En muchas ocasiones no tenemos la suerte de preparar el petate en relación a los pozos que nos encontraremos en la cavidad, por lo que nos vemos obligados a empalmar dos cuerdas para poder continuar el descenso de un pozo, quedando un nudo en la cuerda de progresión que debemos superar.

En el descenso, bajaremos hasta que el nudo nos detenga. Colocaremos los dos bloqueadores por encima del descendedor. Desmontamos el descendedor y lo montamos por debajo del nudo, lo más pegado a él, bloqueándolo y colocando también el Shunt. Seguidamente nos aupamos sobre el pedal y sacamos el bloqueador ventral, suspendiéndonos ya del descendedor. Por último sacamos el bloqueador de mano, desbloqueamos y continuamos el descenso.

La subida nos será más fácil. Suspendidos de los bloqueadores metemos la boga larga en la gaza del nudo establecido para tal fin. Pasamos el bloqueador de mano por encima del nudo y a continuación nos aupamos sobre el pedal y pasamos el ventral. Finalmente sacamos la boga y continuamos el ascenso.

## PASO DE TIROLINAS, PASAMANOS Y TELEFÉRICOS

Los pasamanos, tirolinas y teleféricos se usan para evitar algunos obstáculos, como: cascadas de agua, ríos, grandes verticales, rodeos excesivamente largos, etc.

Un pasamanos es una instalación sobre una pared, fijada a ésta por varios puntos a una misma altura y sin dar excesiva tensión a la cuerda entre los sucesivos anclajes. Se pasa ayudándonos de los brazos y metiendo la boga en la cuerda. Es aconsejable utilizar las dos bogas. El bloqueador de mano nos puede ayudar en el avance, además de ser otro punto adicional de seguro (fig. 4.10).



Fig. 4.10

Una tirolina es una cuerda fijada a la pared por ambos extremos mediante varios anclajes, sometida a una elevada tensión. La progresión por ella es totalmente aérea. Es aconsejable el uso de una polea, para no dañar la cuerda, que va sujeta al arnés mediante un mosquetón; detrás de ella se coloca la boga que se ancla a la cuerda de tensión y a la de seguridad (fig. 4.11). El bloqueador de mano lo podemos usar como ayuda, y según la inclinación de la tirolina se colocará en un sentido u en otro. El mosquetón que une la polea con el arnés nos servirá para meter la cuerda de seguridad.

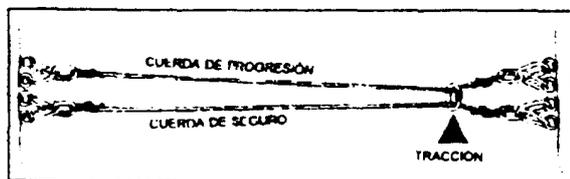


Fig. 4.11

Otra forma de pasar una tirolina es mediante el uso del descendidor: metiendo en la polea inferior, la cuerda de progresión y en la superior la cuerda de seguro.

El teleférico es un tipo de instalación que permite el ascenso y descenso por la cuerda de progresión fuera de la vertical. Está constituido por dos cuerdas. Una de ellas se tensa y sirve para desviarnos de la vertical. La otra, libre, la usamos para la progresión con los aparatos pertinentes, metiendo la boga en la cuerda tensa (fig. 4.12).



Fig. 4.12

## TRANSPORTE DE MATERIAL.

El transporte de todo tipo de útiles en la cavidad se realiza en unos macutos cilíndricos, sin bolsillos y con cintas para facilitar su transporte por los pozos y galerías. Están fabricados en P.V.C. y son conocidos como petates o sacas de transporte (fig. 4.13).



Fig. 4.13

Si se conoce la cavidad, introduciremos el material de exploración en el orden en el que lo vayamos a necesitar. Las cuerdas se introducen sin plegar según vaya cayendo dentro de la saca. Es muy importante hacer UN NUDO a cada extremo de la cuerda, aproximadamente a un metro del final con lo que evitaremos una fatal caída en caso de que la cuerda se acabe en mitad de un pozo (fig. 4.14).



Fig. 4.14

Para transportar los materiales delicados o sensibles a la humedad (equipo fotográfico, ropa seca, comida...) utilizaremos unos recipientes de plástico con boca ancha y cierre hermético. Los hay de diferentes capacidades, hasta 60 litros, usados para vadear cursos de agua y llegar al otro extremo con todo el equipo seco. Además pueden ser usados como portaequipajes en las expediciones.

## BOTES NEUMÁTICOS

El agua es, por lo general, una constante en la actividad espeleológica: aunque sólo cuando aparece embalsada en marmitas y lagos profundos o circulando violenta o remansadamente, por cauces subterráneos, constituye un obstáculo para la progresión del espeleólogo.

Existen varias técnicas para salvar estos obstáculos, sin embargo, únicamente el bote neumático nos permite realizar una travesía sin mojarnos y, además gastando un mínimo de energía (fig. 4.15).



Fig. 4.15

Los botes neumáticos más usados en espeleología son de una o dos plazas; están diseñados especialmente para este fin, y fabricados con materiales altamente resistentes que permiten obtener unas mayores prestaciones en un medio tan agresivo como es e interior de las cavidades. Así, se hace totalmente desaconsejable la utilización de cualquier otro tipo de bote (v.g. las típicas balsas y colchones playeros)

### Recomendaciones:

- Durante la navegación, ir provistos de chaleco salvavidas, o en su defecto de sacas con bote estancos, que aseguren la flotabilidad en caso de caída.
- Evitar movimientos bruscos, ya que pueden desestabilizar el bote.
- Las subidas y bajadas al bote se deben realizar con precaución, procurando no dañarlo ni causar su vuelco.
- Prestar atención a las piedras y filos cortantes ocultos en el fondo o en la superficie.
- En caso de caída es muy importante conservar la calma, de nada nos sirven los nervios en esta situación. Buscaremos el bote, encenderemos la iluminación si funciona y nos subiremos a él. Si estamos acompañados subiremos al mismo tiempo pero por lugares opuestos, para evitar volcar el bote.
- No arrastrar el bote en su traslado entre lagos. Si la distancia entre éstos es amplia, debe desinflarse y transportarse en un petate.
- Es totalmente desaconsejable la utilización del bote en cursos de agua activos.

## ESCALA

El ascenso y el descenso por la escala lo realizaremos haciendo uso de las piernas, y utilizando los brazos sólo para mantener el equilibrio. No cogemos el peldaño con la mano por el centro de éste, sino manteniendo siempre uno de los cables dentro de la mano.

La posición correcta será colocando nuestros brazos y piernas por detrás de la escala, como si la estuviésemos abrazando, apoyando los talones en los peldaños (fig. 4.3).

Cuando la escalera toque la pared, nos separaremos de ella con las rodillas o subiremos de lado.

Nunca anclaremos la buga a los peldaños, sino al cable.

Siempre que usemos la escala lo haremos con cuerda de seguridad.

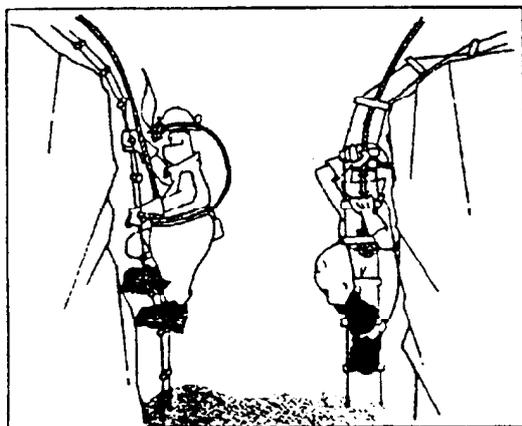


Fig. 4.3

## TÉCNICA SÓLO CUERDA

Es seguro que en este apartado notaréis de forma más acentuada la influencia que ha tenido la tecnología en nuestra actividad.

Esta técnica abrió en los años 70 una nueva dimensión a la faceta deportiva de la espeleología, permitiendo el descenso de cualquier tipo de sima.

### Descender

Bajar por una cuerda es bien fácil, todo consiste en colocar la cuerda correctamente en el descendedor y dejarse caer controlando el rappel con las dos manos:

una en el shunt o palanca del descendedor y la otra sujetando la cuerda haciéndola rozar con nuestra cadera. Los pies los utilizaremos para separarnos de la pared formando una 'V' (fig. 4.4)



Fig. 4.4

Para mayor seguridad pasaremos la cuerda por un mosquetón que introduciremos en el orificio de sujeción del descendedor, lo que nos proporcionará un mayor control del descenso. Para detenemos sólo tenemos que sujetar el descendedor cogiendo las cuerdas que entran y salen de él.

Si usamos descendedor con freno, éste detendría nuestra caída si nos soltáramos de manos. No ocurriría así si usamos el normal, por lo que se hace imprescindible el uso de algún tipo de autoseguro como el Shunt, controlando el descenso con la mano derecha y con la izquierda el aparato de seguro (fig. 4.5).



Fig. 4.5

a) **Prussik.** Consiste en un anillo de cuerda de diámetro inferior al de la cuerda de progresión que la abraza. Cuando está en tensión aprieta la cuerda evitando el deslizamiento del anillo (fig. 4.18A). Cuando se aprieta es muy engorroso de aflojar.

b) **Machard.** Es más fácil y rápido de hacer, además tiende a aflojarse con mayor facilidad que el anterior; si además le colocamos un mosquetón nos dará muy pocos problemas (fig. 4.18B).

Con estos nudos debemos tener la precaución de no avanzar excesivamente rápido, ya que al rozar una cuerda con otra el cordino del nudo se deteriora con gran facilidad.

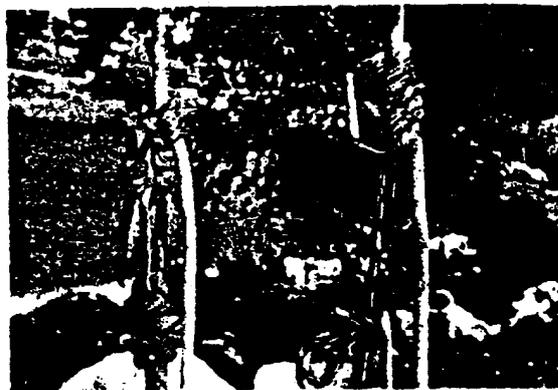


Fig. 4.18 A (Izda.): Prussik;  
B (Dcha.): Machard con mosquetón

## PRESENCIA HUMANA EN CAVIDADES

El ser humano, guiado por su instinto de conservación, buscó lugares y hábitats adecuados para vivir. Los primeros homínidos encontraron en las cuevas un refugio idóneo para salvaguardarse de la climatología adversa y del ataque de los depredadores. Pero éstas no sólo les ofrecían abrigo de la lluvia, la nieve, el frío o el viento, sino que también les servían como lugar para desarrollar su vida cotidiana, sus ritos mágico-religiosos o, simplemente, para convivir en intimidad con los miembros del clan.

Hoy en día, numerosas cavidades poseen vestigios y huellas del paso de estos primeros hombres por ellas, que proporcionan, mediante su correcta interpretación, información sobre las condiciones en que se desarrollaban sus vidas.

En algunas ocasiones, el espeleólogo es descubridor de los restos de aquellos hombres. Si ello sucede, deberá extremar las precauciones para no dañar de modo alguno los elementos que pudiese hallar.

Ante el descubrimiento de un yacimiento arqueológico en una cavidad deberemos actuar, primeramente, respetando esa prueba arqueológica.

Así, nuestra actuación consistirá en:

- 1) No tocar el yacimiento o prueba arqueológica.
- 2) No expoliar ni excavar en él.
- 3) Intentar delimitar el espacio físico del yacimiento para no penetrar en él.

Posteriormente, a la mayor brevedad posible, daremos aviso del hallazgo a los estamentos pertinentes (Delegación de Cultura, Ayuntamiento, Universidad, Departamentos de Arqueología de las Diputaciones, etc.). En esta fase de actuación podemos establecer tres puntos básicos a tener en cuenta a la hora de denunciar el hallazgo:

- 1) ¿Dónde se produjo el hallazgo? Lugar geográfico (provincia, municipio, coordenadas, etc.), nombre y localización de la cavidad.
- 2) ¿Cómo se produjo el hallazgo?
- 3) ¿Quiénes fueron los descubridores?

## ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE CAVIDADES

Una cavidad, desde el punto de vista ecológico, es un ecosistema extremadamente sensible a la contaminación.

Contaminación, en sentido amplio, es introducir cualquier sustancia extraña en un medio dado.

23

La definición de conservar es: tener cuidado de algo, impidiendo que sea alterado o destruido.

El ecosistema cavernícola está determinado por dos factores, abióticos y bióticos.

### Factores abióticos

Son los aspectos no biológicos. Los más importantes en el caso que nos ocupa son: la ausencia de luz, la alta humedad relativa (próxima al 100%) y una temperatura más o menos constante (fig. 5.12A).



Fig. 5.12 A

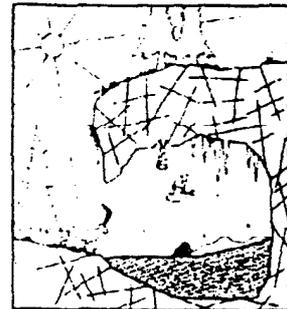


Fig. 5.12 B

### Factores bióticos

Estos factores vienen determinados por los flujos de energía (sol-productores-consumidores). En el caso de las cavidades no existe la luz y por consiguiente los productores primarios no son las plantas, como en el exterior. Por lo tanto, la cadena trófica de la cavidad depende mucho de los aportes de materia orgánica del exterior (fig. 5.12B).

La entrada de materia orgánica de una cavidad tiene como principales vehículos (fig. 5.13):

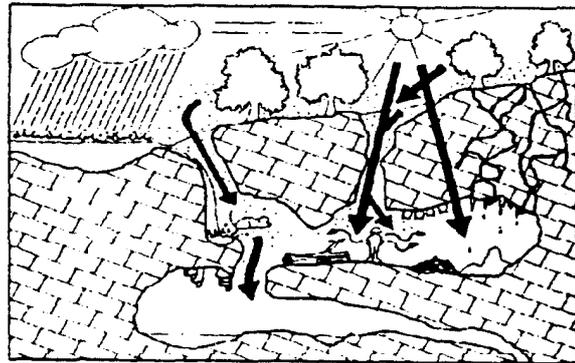


Fig. 5.13

formación que el tiempo y el agua se encargaron de crear, no sólo podemos estar cerrando el paso al conocimiento de tiempos pasados, sino que en cuanto la saquemos del ambiente húmedo y oscuro en que se encuentra, perderá toda su belleza y atractivo.

Como conclusión a todo lo expuesto, podemos deducir que la filosofía con la que debemos afrontar la actividad espeleológica resume en:

- NO DEJAR NADA.
- NO SACAR NADA.

## CLIMATOLOGÍA

Se puede definir el clima como la síntesis de los valores que toman los elementos meteorológicos que afectan a un lugar determinado.

Los principales elementos meteorológicos son: precipitación, temperatura, humedad, y fenómenos tales como velocidad del viento, nieblas, heladas, tormentas, nubosidad, horas de sol, etc.

El clima de una localidad viene fundamentalmente determinado por cinco factores:

- *latitud geográfica.*
- posición relativa respecto a los continentes y océanos,
- situación respecto a las estructuras de la circulación general a gran escala,
- altura sobre el nivel del mar, y
- características geográficas locales.

Si bien la climatología general de una cavidad viene determinada por su localización geográfica, la ausencia, en ella, de ciertos elementos meteorológicos, como la insolación, y las especiales características del medio subterráneo, condicionan en gran medida el clima reinante en él. Así, el primer factor fundamental es la temperatura (del aire, agua y roca); otro es la presión atmosférica, de la que resultan los movimientos de aire en el interior de la red subterránea; también, la atmosfera de las cavidades contiene vapor de agua (grado higrométrico) que se condensa en paredes y techos, así como un notable contenido en anhídrido carbónico.

La temperatura del aire de las cavidades suele considerarse constante e igual a la media anual de la temperatura existente en cada región.

La circulación de aire, que se produce sobre todo en las cavidades con varias entradas, puede modificar profundamente las condiciones constantes que suele reinar

en ellas. En cavidades con una sola boca los circuitos de convección creados por diferencia térmica de las masas de aire, pone en movimiento el aire (fig. 5.17).

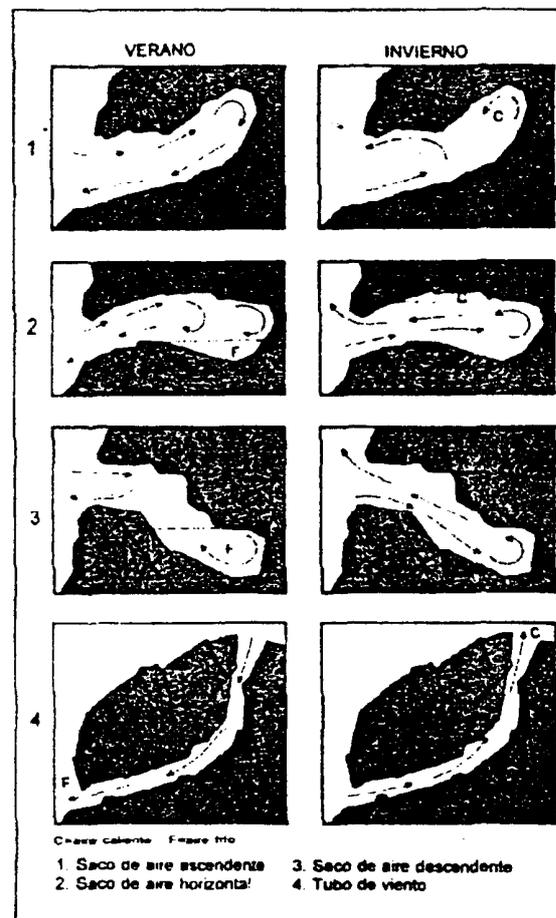


Fig. 5.17

El estado higrométrico del aire en las cavidades es normalmente muy elevado, y próximo al 100%, es decir, que a menudo hay saturación y posibilidad de condensación de vapor de agua. Lo que permite contener más o menos agua en forma de vapor es principalmente la temperatura a que se encuentra el aire (fig. 5.18.).

**Humedad de saturación:** Cantidad de gramos de agua que puede contener un metro cúbico de aire a una temperatura determinada

Temp. °C	H. S. gram/m <sup>3</sup>
0	4,8
10	9,4
20	17,2
30	30,1
40	48,8
50	94,2
60	157,3

Fig. 5.18

# CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA



## CARTOGRAFÍA

La Cartografía tiene por objeto la concepción, preparación, redacción y realización de los mapas; constituye un procedimiento gráfico que permite una representación real del espacio geográfico.

El espacio geográfico está constituido por objetos, hechos o sucesos concretos, que se distribuyen en puntos localizables sobre una superficie medible. Todo punto del espacio geográfico puede ser definido por su situación relativa con respecto a un sistema de referencias fijas, conocido como sistema de coordenadas terrestres. Por medio de los sistemas de proyección se trasladan las coordenadas terrestres a un plano de dimensiones manejables. Ordenar todos los puntos de un espacio geográfico en función de este sistema de referencia trasladado sobre un plano, es construir el mapa de dicho espacio.

Las coordenadas terrestres son:

- **Longitud** (x o M), que es la distancia entre el meridiano de un lugar y el de Greenwich, tomado como origen; se expresa en grados, minutos y segundos, y se mide de 0 a 180°, hacia el E o hacia el W.
- **Latitud** (y o L), que es la distancia entre el paralelo de un lugar y el Ecuador, tomado como origen; se expresa en las mismas unidades que la latitud, y se mide de 0 a 90°, hacia el N o el S.

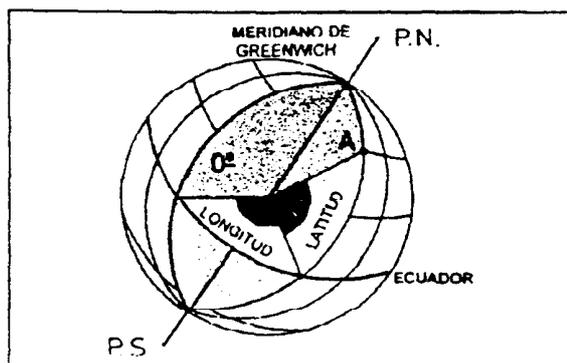


Fig. 6.1

Por tanto, la situación de un punto sobre el mapa viene dado por la intersección de un meridiano y un paralelo, determinando las coordenadas geográficas longitud y latitud (fig. 6.1).

Actualmente la mayoría de los mapas topográficos incluyen las coordenadas UTM, que son más fáciles de utilizar, ya que se miden en unidades métricas y no en grados. El equivalente a la longitud en la X y a la latitud la Y (fig. 6.2).

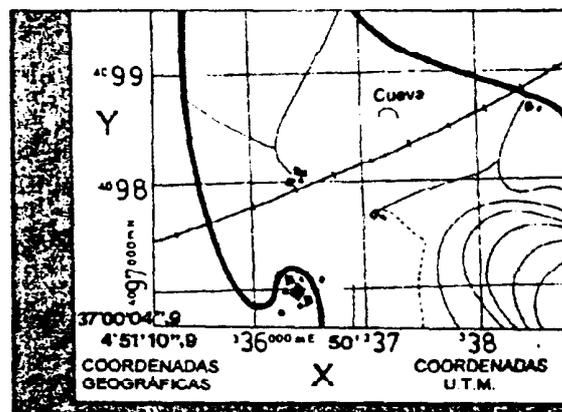


Fig. 6.2

### Representación de la altitud

Para resolver el problema de representar la altitud de cualquier punto del espacio geográfico sobre una superficie plana como es un mapa, se recurre a la técnica de las curvas de nivel (fig. 6.3).

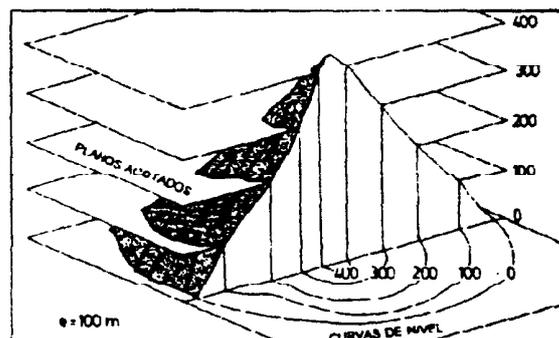


Fig. 6.3

Esta técnica consiste en la proyección de líneas horizontales que, superpuestas, siguen el alzado de una montaña al mismo nivel y equidistancia. El cero es el nivel del mar, que para el caso de la cartografía española, viene referido al nivel medio del mar en Alicante.

Por lo general cada cinco curvas aparece otra de trazo más grueso llamada curva maestra de nivel, que acostumbra a regular el alzado de 100 en 100 metros.

La interpretación de las curvas de nivel ayuda a comprender mejor las formas del relieve, así, conviene tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Nunca se cruzan.
- La separación entre las curvas indica el grado de la pendiente.
- Para diferenciar una elevación de una depresión, es necesario ver el sentido creciente o decreciente de las cotas de las curvas de nivel, ya que la forma es la misma.
- La intersección de una curva con un río o un arroyo origina una "V" con el vértice en el interior de la montaña. En cambio, la loma que queda entre dos arroyos también tiene forma de "V", pero en sentido contrario (fig. 6.4).

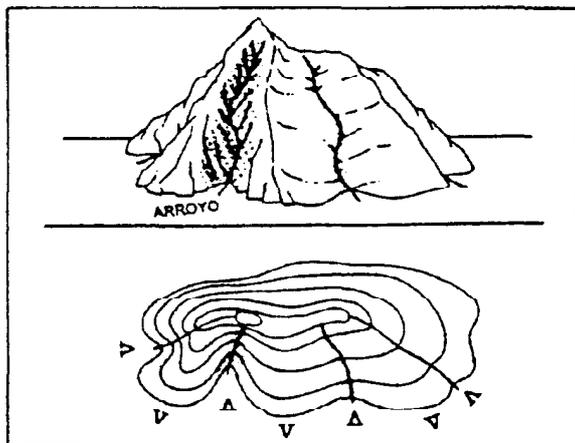


Fig. 6.4

## TOPOGRAFÍA ESPELEOLÓGICA

Se denomina topografía a la ciencia que se ocupa de la medida y representación gráfica de una porción de terreno más o menos extensa, pero lo suficientemente pequeña para que pueda despreciarse la curvatura de la Tierra.

La topografía es imprescindible para conocer el relieve y la morfología de cualquier área geográfica, así como para realizar trabajos de arquitectura, ingeniería, etc. También sirve como base para sobreponer representaciones geológicas, biológicas, hidrológicas, económicas, etc. (mapas temáticos).

En el caso de la espeleología, los mapas exteriores sirven para orientarse o para situar las cavidades.

La topografía del medio cavernícola se denomina topografía espeleológica, y tiene como objetivo representar gráficamente y acotar, con la mayor exactitud posible, las cavidades. La topografía nos señala el tipo de dificultad, el material técnico necesario, la morfología, la litología, etc.; en definitiva, una serie de datos necesarios para desenvolvemos por el medio cavernícola. Asimismo la topografía de una cavidad resulta imprescindible como base para los diversos estudios que se pueden efectuar en ella (geológicos, biológicos, morfológicos, climatológicos, arqueológicos, etc.).

### Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico de una cavidad se sucede en dos fases:

- a) Trabajos de campo. Se toman los datos topográficos siguiendo el método elegido (poligonación, radiación, triangulación, etc.), y se van anotando cuidadosamente en la libreta topográfica. En ella también se anotan los principales rasgos morfológicos y se confecciona un croquis de la cavidad.
- b) Trabajos de gabinete. Los datos son tratados matemáticamente al objeto de obtener los valores planimétricos y altimétricos que sirven de base para la confección del dibujo, primeramente sobre papel milimetrado.

Generalmente, el levantamiento topográfico de las cavidades se realiza con tres aparatos: **brújula**, que mide ángulos horizontales (rumbo) entre un punto cualquiera y otro punto constante que es el norte magnético (fig. 6.5); **clinómetro**, que mide ángulos verticales (buzamiento) respecto al plano horizontal (fig. 6.6) y **cinta métrica**, que mide la distancia entre dos puntos. Con ellos podemos situar un punto B, en el espacio, con respecto a otro A, con los datos de rumbo, buzamiento y distancia.

Los lugares que elegimos para colocar los aparatos y efectuar las mediciones, se denominan **estaciones topográficas**; se van situando a lo largo de la cavidad, en función del método topográfico elegido para efectuar el levantamiento (fig. 6.7).

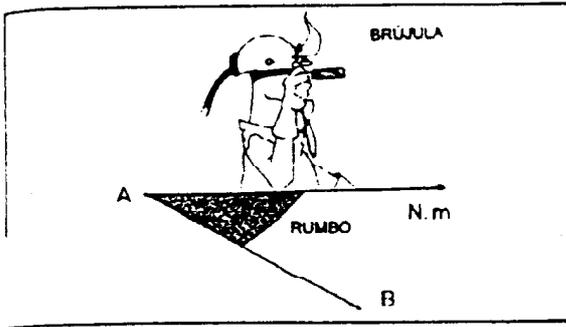


Fig. 6.5

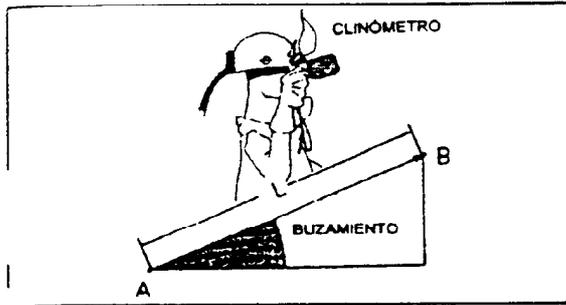


Fig. 6.6



Fig. 6.7

Los principales métodos empleados son:

**Poligonación.** Sobre un itinerario quebrado se van situando las estaciones topográficas en los quiebros. Si acabamos la poligonal resultante, enlazando el último punto con el primero, se habla de poligonación cerrada; en caso contrario, habremos realizado una poligonación abierta.

**Radiación.** Desde una misma estación topográfica tomamos los datos de varios puntos situados en derredor.

**Distancia geométrica/Distancia proyectada**

Cuando efectuamos una medición de buzamiento entre dos estaciones topográficas, estamos construyendo un triángulo rectángulo. De él conocemos uno de sus ángulos (buzamiento) y uno de sus lados (distancia geométrica).

La trigonometría nos enseña que conociendo uno de los ángulos de un triángulo rectángulo y uno de sus lados, podemos conocer el resto de ángulos y lados, aplicando unas sencillas fórmulas (fig. 6.8).

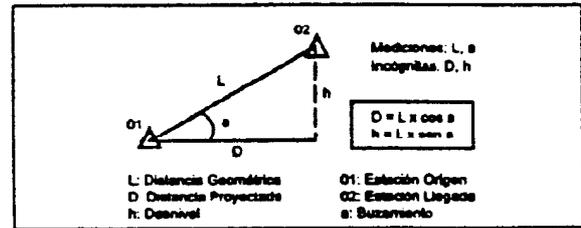


Fig. 6.8

La distancia proyectada resulta de proyectar ortogonalmente la estación topográfica observada sobre el plano horizontal que contiene a la estación desde la cual efectuamos las mediciones. Conocer el valor de esta distancia, y el de la diferencia de altura existente entre ambas estaciones, es fundamental para obtener los valores espeleométricos de la cavidad, como son: recorrido total, profundidad máxima, etc.

**Interpretación de Planos Topográficos**

Interpretar la información contenida en el plano topográfico de una cavidad es algo que todo espeleólogo debería saber hacer.

Para comenzar, vamos a describir los elementos que contendría el plano topográfico ideal de una cavidad (fig. 6.9).

- a) Dibujo
- b) Norte magnético o geográfico
- c) Escala gráfica
- d) Leyenda iconográfica
- e) Cajetín

**Dibujo**

Es el elemento principal y consiste en la representación gráfica de la cavidad. Si consiste en una proyección ortogonal de la cueva en el plano horizontal,

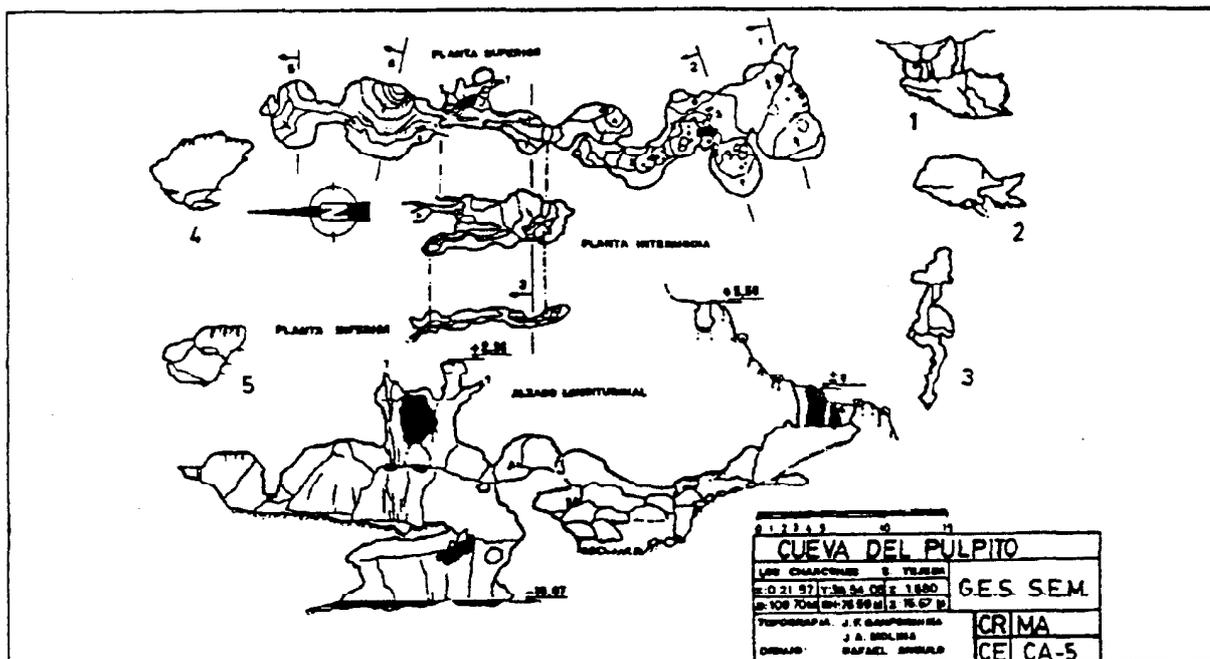


Fig. 6.9

se trata de una planta. Si la cavidad aparece como un corte que se efectuara según un plano vertical que va siguiendo la poligonal, estaremos ante un alzado.

Las secciones son cortes verticales, perpendiculares a la dirección de la galería donde se efectúan. No son imprescindibles, pero sí muy necesarios para entender la morfología general de la cavidad.

En el interior de los contornos del dibujo de la cavidad, aparecen representados diferentes elementos morfológicos, litológicos, etc. Los signos empleados para ello están más o menos estandarizados y editados en numerosas publicaciones. Entre los espeleotopógrafos españoles se utiliza comúnmente la iconografía propugnada por la Escuela Española de Espeleología, parte de la cual aparece recogida en el Apéndice 1.

#### Norte magnético

El norte magnético es el que más se suele utilizar para orientar los planos de las cavidades; su posición es variable, y por tanto es importante poner la fecha en que se realizó el levantamiento. En otros casos, la orientación viene referida al norte geográfico, cuya ubicación es constante. Entre ambos nortes se forma un ángulo que varía según el lugar de la Tierra y el tiempo, denominado declinación magnética.

#### Escala gráfica

La escala establece la relación existente entre las medidas realizadas en el plano y las reales. Se repre-

senta de dos formas, numérica y gráfica. La primera no se suele indicar en los planos ya que al sufrir reducciones o ampliaciones, esta no serviría para conocer la nueva escala. Con la escala gráfica este problema queda resuelto, ya que sufrirá las mismas alteraciones gráficas que el propio dibujo.

#### Leyenda iconográfica

En caso de que los signos empleados para representar los diferentes elementos de la cavidad no sean de uso general, se hará imprescindible para poderlos interpretar.

#### Cajetín

En el cajetín se suelen incluir datos, como son los que a continuación se reseñan, si bien éstos pueden aparecer en cualquier otro sitio del plano, y no en su totalidad.

- a) Nombre de la cavidad
- b) Localización (T.M., provincia)
- c) Fecha del levantamiento
- d) Nombre de los autores y grupo al que pertenecen
- e) Coordenadas geográficas, UTM
- f) Espeleometría
- g) Siglas, claves de catálogos
- h) Grado de precisión

De estos datos, los cuatro primeros podrían considerarse como imprescindibles, y el resto como complementarios.



Se entiende desde luego la prevención de accidentes. Pero ¿qué entendemos por accidente? Cualquier situación en el interior de una cavidad que escape a nuestro control sería un incidente, si éste además tiene consecuencias más o menos graves sería, entonces, un accidente.

Vamos a hacernos una pregunta: ¿Es la espeleología una actividad arriesgada? La respuesta es doble.

- a) Si, puesto que nos movemos por lugares potencialmente peligrosos.
- b) No, ya que podemos comprobar en los estudios de accidentabilidad de nuestra actividad que un uso correcto del material y de la técnica disminuyen los riesgos a prácticamente cero. Pero los accidentes ocurren debido a una serie de causas como son la ignorancia de la técnica por parte de los profanos, la inexperiencia en espeleológicos noveles y sobre todo las imprudencias de los más experimentados. Si estudiamos la ponencia "Análisis sobre accidentes espeleológicos en España durante los últimos nueve años" de Pau Pérez y de Pedro expuesta durante el VI Congreso Español de Espeleología en 1992 observamos lo siguiente:

Los 58 accidentes estudiados se desglosan de la siguiente forma:

	n°	%
- Caídas por fallo técnico.	14	24,14
- Caídas del espeleólogo, resbalones.	15	25,86
- Bloqueos por crecida.	9	15,52
- Caídas de piedras.	3	5,17
- Ahogado en descenso de cañones.	3	5,17
- Ahogados.	4	6,89
- Ahogados en sifón.	4	6,89
- Bloqueo por despiste, extraviados.	4	6,89
- Bloqueo por corte intencionado de la cuerda.	1	1,73
- Traslado exterior.	1	1,73

De esto se deduce que las caídas, primera causa de accidentes, están motivadas por fallos técnicos (inex-

periencia, se obvia la técnica) y por fallos humanos (imprudencias). La segunda son los bloqueos en la cavidad por crecidas (imprudencias) y la tercera son los ahogamientos, también por imprudencias. Vemos pues que las imprudencias están detrás de la mayoría de los accidentes ¿Por qué?. La causa habría que buscarla en tres motivos:

- a) El exceso de confianza derivado de una preparación inadecuada.
- b) No saber medir las posibilidades de uno frente a las exigencias de la cavidad o de las múltiples situaciones que se dan en el transcurso de una exploración.
- c) La merma de facultades físicas y psíquicas que el espeleólogo va sufriendo a medida que permanece bajo tierra, hecho que en muchas ocasiones se pasa por alto o no se le presta las atenciones debidas.

## ENTRENAMIENTO

La espeleología es una actividad que engloba dos disciplinas, la científica y la deportiva, pero al ser éste un deporte no competitivo (hasta ahora), el espeleólogo olvida a menudo que todo deporte requiere de un entrenamiento adecuado. Es fundamental pues conocer nuestras posibilidades y mantener una buena forma física. Pero, ¿qué tipo de entrenamiento es el más idóneo?

Estudios médicos realizados sobre un grupo de 18 espeleólogos en una sima durante el año 1987 demostraron que el 80% del esfuerzo que se realiza durante la exploración corresponden a una actividad de resistencia y que el otro 20 % lo son de fuerza. De aquí podemos deducir que nuestro entrenamiento se debe centrar en una actividad que trabaje principalmente nuestro fondo, como son la carrera, la natación y el ciclismo, sin olvidar desde luego los de fuerza.

Otro punto muy importante para nuestro rendimiento físico es la deshidratación, ya que produce

serias mermas de nuestras capacidades, de tal modo que por cada litro de agua que perdemos por medio de la orina y del sudor disminuye nuestro rendimiento en un 20%. Teniendo en cuenta que la pérdida de líquidos en espeleología oscila entre 200 y 800 gr. por hora, podemos deducir rápidamente su importancia. Nos acostumbraremos a beber, al menos, una vez cada hora sin esperar a tener sed.

Para un mejor conocimiento de estos temas recomendamos la lectura del cuaderno editado por la F.E.E. titulado "APUNTES SOBRE ENTRENAMIENTO EN ESPELEOLOGIA".

## ALIMENTACIÓN

La alimentación tiene dos objetivos fundamentales: suministrar los elementos para el normal desarrollo de la estructura orgánica, y compensar con un aporte adecuado la utilización de los elementos necesarios para proporcionar la energía en el metabolismo básico y de esfuerzo.

Para producir energía, el cuerpo consume las calorías generadas por la combustión de carbohidratos, lípidos y proteínas.

1 gr. de carbohidratos produce 4,1 kcal.

1 gr. de lípidos produce 9 kcal.

1 gr. de proteínas produce 7 kcal.

Los elementos prioritarios para el metabolismo energético son los carbohidratos y los lípidos, estando las proteínas más relacionadas con el metabolismo estructural (tejidos, etc.). Alrededor del 60% de la energía se invierte en el mantenimiento de la temperatura corporal dentro de la normalidad.

La dieta alimenticia debe guardar un equilibrio entre las cantidades de carbohidratos, lípidos y proteínas; así, en un régimen mixto normal, la proporción es 60%, 25% y 15% respectivamente.

La actividad del espeleólogo responde básicamente a un modelo de resistencia general. Su dieta ha de contener carbohidratos para proporcionar energía de utilización rápida, pero al mismo tiempo ha de disponer de una elevada cantidad de proteínas, ya que el esfuerzo continuado aumenta el desgaste de miofibrillas de los músculos. Por tanto, es necesario consumir carbohidratos antes de iniciar el ejercicio, así como al terminar, junto con proteínas, con vistas a mantener los equilibrios energéticos adecuados.

Durante la actividad física se pierden minerales, como sodio, potasio, cloro, magnesio, calcio, etc., que han de ser repuestos.

Aunque los alimentos proporcionan las cantidades suficientes de vitaminas, conviene incrementar las dosis de vitaminas B1 y C, con vistas a estimular y estabilizar el rendimiento. La vitamina B1 juega un papel importante en el metabolismo de los carbohidratos, y la C en la reabsorción de hierro.

Por último, el espeleólogo nunca debe olvidar la ingestión de agua. Como ya se ha mencionado, hay que beber antes, durante y después del ejercicio, y no esperar a tener sed para hacerlo. Conviene consumir bebidas isotónicas, pero sin abusar de ellas, ya que su consumo indiscriminado puede elevar notablemente las concentraciones de minerales y vitaminas en el organismo. Por el contrario, conviene restringir la ingestión de alimentos sólidos durante la exploración, a no ser que ésta se prolongue durante varias horas o días; en el primer caso habrá que consumir alimentos ligeros de fácil asimilación, y en el segundo se hace necesario la planificación de diferentes tipos de dietas.

## NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE

Cualquier persona que practica un deporte cuya práctica activa entraña ciertos riesgos, como es la faceta deportiva de la espeleología, debería conocer ciertas normas básicas de actuación, pues la ayuda que pueda prestarle a un accidentado dependerá de su preparación.

¿Qué debemos hacer ante un accidente?

Si conservamos la calma y dejamos actuar al sentido común esta pregunta se contesta fácilmente, pero no suele ser así, por lo que desarrollaremos un poco los tres puntos fundamentales de nuestra actuación, que son:

1- Conservar la calma, valorar la situación, averiguar lo ocurrido y poner los medios para que la situación no empeore. Nuestro objetivo principal es que la situación quede al menos como esta después de el accidente. Acciones precipitadas pueden empeorar la situación.

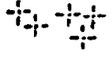
2- Acceder hasta el accidentado y prestarle los primeros auxilios (si se puede). Dependerá de nuestro conocimientos en esta materia la efectividad de nuestra ayuda. Es conveniente para cualquier persona la

# APÉNDICE

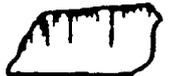
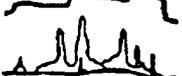
## SIGNOS TOPOGRÁFICOS MÁS UTILIZADOS

### HIDROGRAFÍA

HIDROGRAFÍA		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA R.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Curso permanente de agua.	Cursos de agua perenne con independencia del caudal.	Línea fina serpenteante continua con flechas indicando el sentido de la corriente.	
Curso temporal de agua.	Cursos de agua intermitente, torrentes, con independencia del caudal.	Línea fina serpenteante discontinua con flechas indicando el sentido de la corriente.	
Agua rápida	Masa de agua con movimiento aparente.	Líneas finas asimétricas en el sentido de la corriente.	
Agua estática (lagos, charcos)	Masa de agua sin movimiento aparente.	Líneas finas horizontales y paralelas.	
Sifón	Galería sumergida permanentemente.	Letra "ase" mayúscula dentro de un círculo. En blanco todo su interior.	
Límite de sifón	Límite de la zona sumergida.	Líneas con trazado raya-punto/ raya-punto.	
Burbuja de aire en sifón	Cámara de aire en la bóveda de un sifón.	Línea con trazado raya-punto/ raya-punto cerrada, más trazo de líneas paralelas finas horizontales.	
Sifón inexplorado	Sifón con posibilidad de continuación sin explorar.		
Zona sifonante	Límite de "zona vadosa" con riesgo de inundación esporádica.	Línea con trazado raya-punto/ raya-punto a través del exterior de la galería.	
Pérdida de agua	Pérdida total o parcial de caudal de agua.	Flecha ocultante apuntando hacia el exterior.	

SÍMBOLOS HIDROGRÁFICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Aporte de agua	Aporte total o parcial del caudal de agua.	Flecha ondulada apuntando hacia el interior.	
Cascadas	Salto de un curso de agua por un escarpe.	Líneas finas asimétricas en el sentido de la corriente más signo de escarpe, espacio en el blanco y continuación de la corriente.	
Marmitas de gigante	Morfología en forma de olla tallada en la roca por efecto de la erosión del agua, en el lecho de un cauce, de tamaño métrico.	Espiral con flecha en el interior.	
Zona de goteo intenso	Llevis discontinua, con aportes totales de agua significativos. (en planta)	Punto con líneas finas en cruz.	
	(en alzado)	Líneas finas de puntos y "ave" en la base.	

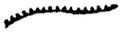
## MORFOLOGÍA

SÍMBOLOS MORFOLÓGICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Estalactitas	Relevo litoquímico que pende de la bóveda ó de las paredes de una cavidad. (En planta, no se representan). En proyección (las vistas por detrás de la línea de sección).	Líneas de contorno finas.	
	(En planta no se representan). En sección (las cortadas por la línea de sección).	Reellenas en negro.	
Estalagmitas	Relevo litoquímico que se deposita en el pavimento de forma vertical. En proyección (las vistas por detrás de la línea de sección).	Líneas de contorno finas.	
	En planta.	Planta: Líneas finas y punto de los vértices principales	
	En sección (las cortadas por la línea de sección).	Sección: reellenas en negro.	

SÍMBOLOS MORFOLÓGICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Columnas	Repleno lituquímico formado por la unión de una o más estalactitas con estalagmitas. En proyección (las vistas por detrás de la línea de sección).	Líneas de contorno finas.	
	En planta (son cortadas todas siempre).	Relenas de negro.	
	En Sección (las cortadas por la líneas de sección).	Relenas de negro.	
Coladas	Depósitos lituquímicos continuos, adosados a las paredes de la cavidad, con forma de "cascada". En planta.	Líneas finas.	
	En sección	Líneas finas.	
Gours	Morfología en "bañera" o pequeña presa, originada por el depósito de un sedimento lituquímico pavimentario, con pendientes variables entre la horizontal (más pequeños) y casi la verticalidad (los de mayor tamaño) de forma escalonada y suelen estar llenos de agua.	Líneas finas; si tienen agua, incluir trama con líneas finas paralelas y horizontales.	
	En Sección	Líneas finas; si tienen agua, incluir trama con líneas finas paralelas y horizontales.	

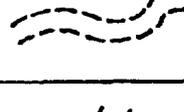
## SIGNOS EXTERIORES

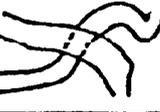
SÍMBOLOS EXTERIORES		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Semiderro	Iderro que el caso anterior, pero si la pérdida es temporal. Pérdida de un curso temporal, por un conducto penetrable.	Círculo grueso relleno con una línea discontinua y flecha en el sentido de la corriente.	
Surgencia	Manantiales kársticos no penetrables.	Círculo vacío, de pequeño tamaño, con una flecha en ángulo recto en la parte superior, apuntando hacia la derecha.	
	Manantiales kársticos penetrables y con surgencia permanente.	Círculo grueso con línea continua y flecha en el sentido de la corriente.	

SÍMBOLOS EXTERIORES		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.F.F.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Surgencia	Idem que el anterior, pero si la Surgencia es temporal.	Círculo grueso línea discontinua y flecha en el sentido de la corriente.	
Abrigo	Concavidad ó pequeña cavidad natural, situada bajo una visera rocosa en la que habitualmente no se alcanza en su interior la oscuridad absoluta durante el día.	Semicírculo, abierto en su base, con alas exteriores equivalentes en longitud al radio del semicírculo	
Cueva	Cavidad natural, accesible por el hombre en la que a pleno día, a partir de su punto, reina la oscuridad, con recorrido predominantemente horizontal. Esta denominación se suele aplicar a la BOCA de la cavidad, y en ese punto es donde se sitúa el pictograma.	Semicírculo cerrado en su base, con alas exteriores equivalentes en longitud al radio del semicírculo.	
Sima	Cavidad natural accesible por el hombre con desarrollo predominantemente vertical.	Semicírculo cerrado en su base, con alas exteriores equivalentes en longitud al radio del semicírculo y una flecha descendente desde el centro del semicírculo, con la misma longitud del radio.	
Cavidad Artificial	Cavidad no natural, realizada por la mano del hombre. Quedan englobadas cavidades como: minas, túneles, redes de saneamiento, cuevas-viviendas, iglesias rupestres, cuevas subterráneas, etc...	Cuadrado abierto por su base con alas equivalente a la mitad de su base.	
Línea de Escarpe	Línea que refleja una cortadura o cambio de pendiente brusco en la topografía Borde superior de una zona abrupta.	Línea fina, con rayas perpendiculares equidistantes apuntando en el sentido de la pendiente.	
Cañón	Desfiladero, garganta, tajo, paso estrecho y abrupto entre montañas que, generalmente, es el cauce de un río.	Dos líneas enfrentadas con rayas paralelas equidistantes apuntando en el sentido de las pendientes.	
	Idem que lo anterior, cuando se tiene constancia de que existe un curso activo permanente.	Línea fina continua y serpenteante con flechas indicando el sentido de la corriente.	
	Idem que la primera, si se conoce que el curso es temporal.	Línea fina discontinua y serpenteante con flechas indicando el sentido de la corriente.	

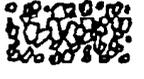
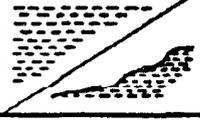
## TOPOGRAFÍA

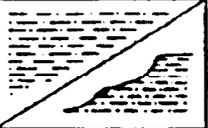
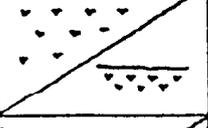
SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.F.F.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Galería inexplorada	Galería penetrable no explorada.	Signo de fin de interrogación.	

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS		SIMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCION DEL SIMBOLO	PICTOGRAMA
Continuación impenetrable	Galería con continuación no penetrable, por medios "normales" (sin desobstrucción).	Línea discontinua.	
Lateral impenetrable	Planco no penetrable o no accesible, con silueta estimativa. Se utiliza también para los techos no accesibles.	Línea discontinua.	
Curvas de nivel con indicación de pendiente	Líneas que indican el relieve del suelo y flecha que señala el sentido de la pendiente.	Líneas finas y flechas.	
Escarpe, resalte	Línea que refleja una cortadura brusca en la cavidad; inciden en una misma línea diferentes curvas de nivel.	Línea fina, con rayas perpendiculares equidistantes apuntando en el sentido de la pendiente.	
Roca madre	Masivo de roca del material en que se desarrolla la cavidad circunscrito entre galerías o en el interior de una de ellas. Roca "in situ".	Tramado con líneas finas a 45°.	
Piso superior	Planta superior con respecto a la galería principal.	Líneas de puntos.	
Piso normal	Planta correspondiente a la galería principal.	Líneas continuas.	
Piso inferior	Planta inferior con respecto a la galería principal.	Líneas discontinuas.	
Proyección del labio superior de la entrada	Proyección del labio superior en la entrada, sobre la planta.	Línea de puntos.	
Proyección de boca de entrada	Proyección de la boca de una mina superior sobre la planta.	Línea de puntos cerrada.	
Pozo	Sitio interior, conducto vertical (en planta).	Línea fina cerrada, con rayas perpendiculares hacia adentro.	
Puente de roca	Arco o puente de roca representado en planta. Dependiendo según por donde se realice el peso más frecuente: Inferior (se pasa por arriba)	Líneas discontinuas.	

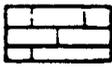
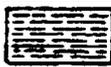
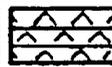
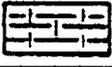
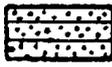
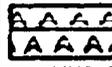
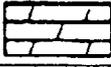
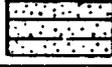
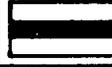
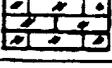
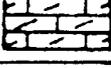
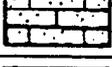
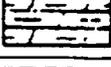
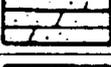
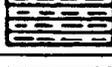
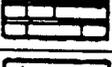
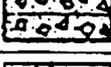
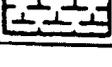
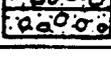
SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Puente de roca	Superior (se pasa por abajo).	Líneas de puntos.	
Cruce de galerías	Superposición de diferentes galerías con respecto a la principal. Superior (La principal pasa por abajo).	Líneas de puntos.	
	Inferior (La principal pasa por arriba).	Líneas discontinuas.	
Chimenea	Conducto vertical ascendente (ca planta).	Línea de puntos cerrada, con rayas perpendiculares por el exterior.	

## SEDIMENTACIÓN

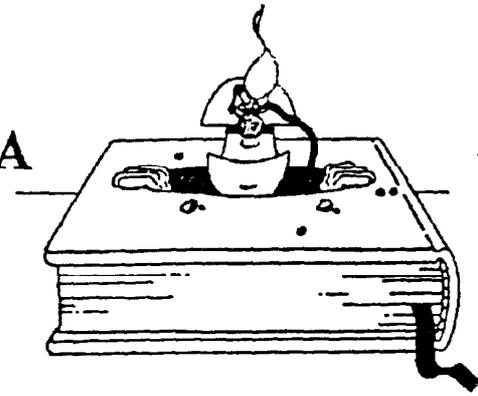
SÍMBOLOS SEDIMENTOLÓGICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR LA E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Bloques	Fragmentos grandes de roca sin desgastar, de formas angulares, normalmente generados por procesos clásticos.	Cantos angulosos con líneas de volumen, tamaño grande.	
	Fragmentos de roca de formas suaves, erosionados por la acción mecánica del agua u otros agentes.	Cantos redondos, tamaño grande.	
Cantos angulosos	Trozos pequeños de roca sin evidencias de erosión lineara.	Cantos angulosos, tamaño pequeño.	
Cantos redondeados	Material rodado por la acción fluvial, de tamaño mayor de 2 milímetros de diámetro.	Cantos redondeados, tamaño pequeño.	
Arena	Sedimento detrítico, formado por un conjunto de granos sueltos, con un tamaño medio comprendido entre 1/16 a 2 milímetros de diámetro.	Trama de puntos.	
Arcilla	Sedimento detrítico, formado por fragmentos no consolidados de tamaño predominante entre 1/256 mm y 1/16 mm.	Trama de líneas discontinuas.	

SÍMBOLOS SEDIMENTOLÓGICOS		SÍMBOLOS CONVENCIONALES ADOPTADOS POR I. A. E.E. DE LA F.E.E.	
A REPRESENTAR	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN DEL SÍMBOLO	PICTOGRAMA
Limo	Sedimento detrítico fino, habitualmente plástico y untuoso al tacto, con un tamaño de grano inferior a 1/256 mm de diámetro.	Trama raya-punto.	
Cono de derrubios, abanico	Cuerpo sedimentario formado por acumulación de los materiales a la salida de un canal al pie de un escarpe, en forma de abanico cuyo vértice arranca de la salida del canal.	Líneas finas discontinuas en abanico aportando el tipo de material.	
Nieve	Cristales hexagonales de hielo, con estructura en el suelo de tipo esponjoso cuando está recién caída.	Trama de aspas.	
Hielo	Materia formado por compactación de la nieve o congelación del agua.	Trama de asteriscos.	
Guano	Excremento de murciélagos en particular, en general, para el excremento de todo tipo de aves y mamíferos voladores, en grandes cantidades.	Trama de "aves" abiertas.	
Formaciones de hielo	Cuerpos o figuras geométricas construidas por hielo.	Línea fina de contorno, símbolo del asterisco en el interior. (En cualquiera de las formas en que se presenten).	

## ROCAS

	Caliza		Margas		Arena gruesa		Sales
	Caliza masiva		Margas arcuosas		Arena media		Yesos
	Caliza tablada		Dolomia		Arena fina		Carbón
	Caliza espática		Caliza dolomítica		Cuarzita		Rocas metamórficas
	Caliza arenosa		Dolomita margosa		Arcillas pizarras		Rocas volcánicas
	Caliza margosa		Dolomita arenosa		Limos arcillosos		Rocas plutónicas
	Alternancias de calizas y margas		Brecha		Limos		
	Margas calcáreas		Conglomerado		Limos arenosos		

# BIBLIOGRAFÍA



CHAUSSIER, J.B. (1989). *Initiation à la géologie et à la topographie*. pp. 176. Éditions du BRGM. Orléans.

COLLIGNON, B. (1988). *Spéléologie: approches scientifiques*. pp. 236. Edisud. Aix en Provence.

FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGÍA (1994). *Estatutos*. Barcelona.

FERNÁNDEZ, E.; PEIRÓ, R. (1995). *Introducción a la geología kárstica*. Federación Española de Espeleología. Barcelona.

G.E.S. DE LA S.E.M. (1992). *Introducción a la espeleología*. Manual para cursos de iniciación. Inédito.

GEZE, B. (1968). *La Espeleología científica*. no. 191. Martínez Roca, S.A.. Barcelona.

MARTÍNEZ I RIUS, A. (1992). *Topografía espeleológica*. pp. 132. Federación Española de Espeleología. Barcelona.

MEREDITH, M. (1979). *La espeleología vertical*. pp. 64. Centre de Documentació Espeleològica. Barcelona.

ORTIZ I COMERMA, J.; LÓPEZ I MATEO, F.X. (1990). *Ecología y conservación de cavidades*. pp. 94. Centre de Protecció de les Cavernes i Entorn. Barcelona.

PÉREZ Y DE PEDRO, P. (1992). *Análisis sobre accidentes espeleológicos en España durante los últimos nueve años*. Actas del VI Congreso Español de Espeleología. pp. 199-204. Federación Galega de Espeleoloxía. A Coruña.

PUCH, C. (1987). *Atlas de las grandes cavidades españolas*. pp. 496. Exploracions, nº 11. Espeleo Club de Gracia. Barcelona.

RIVALTA, G. (1985). *Introduzione alla biospeleologia*. pp. 60. Civico Museo di Storia Naturale. Comune di Ferrara.

TALLADA PÉREZ, N.; FERNÁNDEZ TABERA, M. (1987). *Fundamentos de la práctica espeleológica*. pp. 560. Federación Madrileña de Espeleología. Madrid.

TROMBE, F. (1974). *La espeleología*. pp. 124. Oikos-tau, colecc. ¿qué sé?, nº 106. Barcelona.

Varios autores (1984). *Iniciación a la espeleología*. Manual. Federación Española de Espeleología. Barcelona.

YZAGUIRRE I MAURA, I.; VIDAL CORTADA, M. (1989). *Apuntes sobre entrenamiento en espeleología*. pp. 30. Federación Española de Espeleología. Barcelona.

# APÉNDICE

## DIRECTORIO FEDERATIVO

**FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGÍA**  
Av. Francesc Cambó, 14 9º B, 08003 BARCELONA  
Telf.: (93) 310 70 62, Fax: (93) 315 16 24

**FEDERACIÓN ANDALUZA DE ESPELEOLOGÍA**  
Plaza Picasso, Edif. Dª Elena, bajos, 29640 FUENGI-  
ROLA  
Telf.: (95) 258 13 27, Fax: (95) 247 23 59

**FEDERACIÓN ARAGONESA DE ESPELEO-  
LOGÍA**  
Padre Marcellán nº 15, 50015 - ZARAGOZA  
Telf.: (976) 73 04 34, Fax: (976) 73 06 08

**FEDERACIÓN ASTURIANA DE ESPELEOLOGÍA**  
Apartado de Correos nº 540, 33080 OVIEDO

**FEDERACIÓN BALEAR DE ESPELEOLOGÍA**  
Verge de Lluc, 10, entlo., 07001 PALMA DE MA-  
LLORCA

**FEDERACIÓN CANARIA DE ESPELEOLOGÍA**  
Salud Alto, C/ Los Silos, 13, 38008 SANTA CRUZ  
DE TENERIFE

**FEDERACIÓN CÁNTABRA DE ESPELEOLOGÍA**  
Apartado de Correos nº 531, 39080 SANTANDER

**FEDERACIÓN CASTELLANO LEONESA DE ESPE-  
LEOLOGÍA**  
San Gabriel, 21, 2º B, 40003 SEGOVIA  
Telf. (921) 44 47 11

**FEDERACIÓN CASTELLANO MANCHEGA DE  
ESPELEOLOGÍA**  
Apartado de Correos nº 308, 16080 CUENCA

**FEDERACIÓ CATALANA D' ESPELEOLOGÍA**  
Avgda. Portal de l'Angel, 38, 4rt. 3º, 08002 - BAR-  
CELONA  
Telf./Fax (93) 318 07 77

**FEDERACIÓN GALLEGA DE ESPELEOLOGÍA**  
Apartado de Correos nº 448, 15080 A CORUÑA  
Telf./Fax (981) 29 10 87

**FEDERACIÓN MADRILEÑA DE ESPELEO-  
LOGÍA**  
Estadio de la Comunidad de Madrid, Avda. de  
Arcentales, s/n. 28022 MADRID  
Tel. (91) 320 37 02 - Fax (91) 320 37 34

**FEDERACIÓN DE ESPELEOLOGÍA DE LA  
REGIÓN DE MURCIA**  
Apartado de Correos nº 5115, 30200 CARTAGENA  
Tel. (968) 53.63.18

**FEDERACIÓN RIOJANA DE ESPELEOLOGÍA**  
Apartado de Correos 389, 26080 LOGROÑO  
Telf. (941) 20 73 34

**FEDERACIÓN NAVARRA DE ESPELEOLOGÍA**  
Paulino Caballero, nº 13, 31002 PAMPLONA  
Tel. (948) 21 07 56 - Fax (948) 10 78 35

**FEDERACIÓN VALENCIANA DE ESPELEO-  
LOGÍA**  
C/Muría, nº 5 - Puerta 17, 46006 VALENCIA  
Tel. (96) 374 04 15 - Fax (96) 374 04 14

**FEDERACIÓN VASCA DE ESPELEOLOGÍA**  
Apartado de Correos nº 1693, 48080 BILBAO  
Tel. (94) 410.28.67