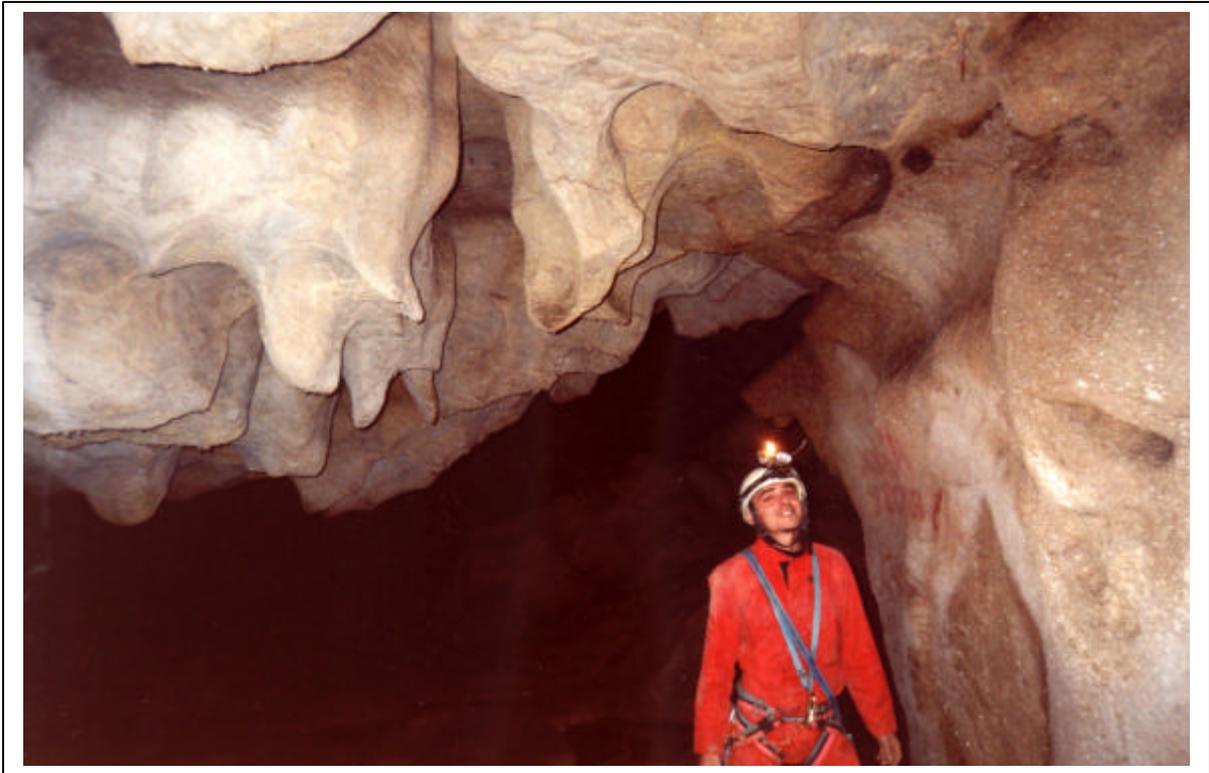


El río subterráneo de Ekain, su fauna cavernícola y la génesis de sus cuevas (macizo de Izarraitz, Gipuzkoa, País Vasco).

The Ekain subterranean river, the cave fauna and the origin of its caves
(Izarraitz massif, Gipuzkoa, Basque Country).



Carlos Galán.
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Diciembre de 1992.

El río subterráneo de Ekain, su fauna cavernícola y la génesis de sus cuevas (macizo de Izarraitz, Gipuzkoa, País Vasco).

The Ekain subterranean river, the cave fauna and the origin of its caves
(Izarraitz massif, Gipuzkoa, Basque Country).

Carlos GALAN

Sociedad de Ciencias Aranzadi

Alto de Zorroaga, s/n, 20014 Donostia - San Sebastián (Spain)

E-mail: cegalham@yahoo.es

Enviado para publicar Enero 2003.

Palabras clave: Karst, Espeleología, Hidrogeología, Biospeleología, Fauna cavernícola, Biodiversidad.

Key words: Karst, Speleology, Hydrogeology, Biospeleology, Cave fauna, Biodiversity.

RESUMEN

Se describen nuevas cavidades y galerías subterráneas exploradas en el karst de Ekain y se muestra las relaciones espaciales entre ellas. La sima Ekain 7 desciende un desnivel de -102 m y permite acceder a un río subterráneo. Datos hidrológicos y geomorfológicos muestran una evolución del karst en varias fases, en las que interviene la captura de aguas fluviales. La excavación de conductos se produce mayoritariamente en condiciones freáticas. Se describe esta evolución y se presenta una hipótesis comprensiva sobre la génesis de las cuevas. La biodiversidad y endemismo de su fauna son altas y son descritas en este trabajo. La fauna cavernícola comprende 72 taxa e incluye 12 especies troglobias endémicas del País Vasco.

ABSTRACT

New caves and galleries explored in Ekain karst are described. The geographical situation of caves is corrected and spatial correlations among them are showed. Ekain 7 chasm is -102 meters deep and leads to a subterranean river. Hydrological and geomorphological data show polyphasic karst evolution, in witch fluvial waters capture takes part. The excavation of channels is mostly originated in phreatic conditions. This evolution is described and we present a comprehensive hypothesis about the origin of the caves. The endemicity and biodiversity of cave fauna are very high and are described in this work. The Ekain cave fauna contains 72 taxa, including 12 endemic troglobiont species from the Basque Country.

INTRODUCCION

El karst de Ekain forma parte del macizo de Izarraitz y contiene un grupo de cuevas entre las que destacaban por sus dimensiones la sima de Ekain 2, de 500 m de desarrollo y la cueva de Ekain 1, con una red de galerías algo menor. Esta última, de gran interés para la Prehistoria del País Vasco, alberga uno de los más importantes conjuntos de arte rupestre Magdaleniense (Paleolítico superior) de la región vasco-cantábrica y ha alcanzado por ello renombre internacional (BARANDIARAN & ALTUNA, 1969; ALTUNA & APELLANIZ, 1978). Casi todas las cuevas del sector poseen yacimientos arqueo-paleontológicos, descritos en la Carta Arqueológica de Gipuzkoa (ALTUNA et al., 1995). Además, en sus redes subterráneas habita una diversa representación de fauna cavernícola, incluyendo algunas especies troglobias que resultaron nuevas para la Ciencia y especies endémicas sólo conocidas -en el mundo- de este karst (GALAN, 1993).

La cueva de Ekain 1 fue descubierta en 1969. Pocos meses después se exploraba la sima de Ekain 2 (Ekaingo leizea, la más grande del macizo) y durante la siguiente década eran halladas tres nuevas cavidades (Ekain 3, 4 y 5), de modestas dimensiones. Este conjunto de cuevas constituye un sistema espeleológico en estado "fósil", donde la red hidrológica activa era desconocida. Se pensaba que este sistema había sido formado por la infiltración local de las precipitaciones en las calizas, durante un único evento de karstificación ya pasado o concluido.

Pasaron 20 años sin nuevos descubrimientos. Pero, nuevas exploraciones efectuadas durante el 2002 por la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA) han permitido descubrir tres nuevas cuevas y han modificado sustancialmente el cuadro anterior. Las cuevas fueron

revisadas y relocalizadas, fijándose su posición geográfica (coordenadas) con exactitud.

En el interior de la sima de Ekain 2 se descubrieron nuevas galerías en la zona profunda, incluyendo también una red con una segunda boca de acceso a la cavidad. Las galerías de Ekain 2 se desarrollan en paralelo a las de Ekain 1, pero lejos de estar por encima de ellas - como siempre había sido supuesto- en realidad están a un nivel más bajo.

Pero el descubrimiento mayor fue el de una nueva sima: Ekain 7. Esta cavidad desciende un desnivel de -102 m, lo que resulta notable para este pequeño macizo, y permite acceder a la red activa, donde existe un río subterráneo de importante caudal. La morfología de la cavidad es además especialmente ilustrativa de los procesos que han gobernado la excavación de conductos en el karst, en distintas fases, hasta llegar a la situación actual. En ellos no sólo interviene la infiltración local, sino -como luego veremos- fenómenos de captura y transferencia hídrica entre valles fluviales, como lo sugiere también lo observado en las pequeñas cuevas Ekain 6 y 8. La cueva de Ekain 8 presenta zonas inundadas, de difícil exploración, en correspondencia con el nivel piezométrico local, y se extiende por debajo del extremo N de Ekain 1.

La red de galerías de Ekain 7, en sus distintos niveles, está en relación con las otras cuevas del sistema. El estudio de conjunto, que abordamos en este trabajo, permite tener una clara visión espacial de los distintos fenómenos y de las relaciones entre ellos. Los datos hidrológicos y geomorfológicos hacen posible comprender la estructura, evolución y funcionamiento del karst, ofreciendo una hipótesis comprensiva sobre la génesis de sus cuevas.

MATERIAL Y METODOS

Las exploraciones en el karst de Ekain fueron efectuadas durante el año 2002. Los levantamientos topográficos de cuevas y datos de localización fueron tomados con instrumental Suunto: brújula y clinómetro centesimales, con precisión de 0.5°, y cinta métrica, con precisión decimétrica en la posición de las estaciones (Grado BCRA: 5 D). Fueron efectuadas poligonales en el exterior, entre las distintas bocas de cuevas, y levantamientos topográficos normales en las galerías subterráneas. En la exploración de simas se utilizaron las técnicas de jumars habituales en Espeleología. Datos geo y biológicos fueron tomados durante las exploraciones. La captura de fauna se efectuó directamente (con pincel y pinzas) y mediante diversos sistemas de cebos. Para la ubicación de las cuevas se utilizó la cartografía 1:5.000 y la cartografía digital 1:2.000 del Servicio de Información Geográfica de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

En las exploraciones y toma de datos participaron los siguientes miembros del Departamento de Espeleología de la SCA: Jon Laskibar, Beñat Ibaieta, José Ignacio del Cura, Eric Leroy, Sandrine Coissard, Marian Nieto y Carlos Galán, siendo este último responsable del procesamiento de los mismos.

CONTEXTO GEOLOGICO

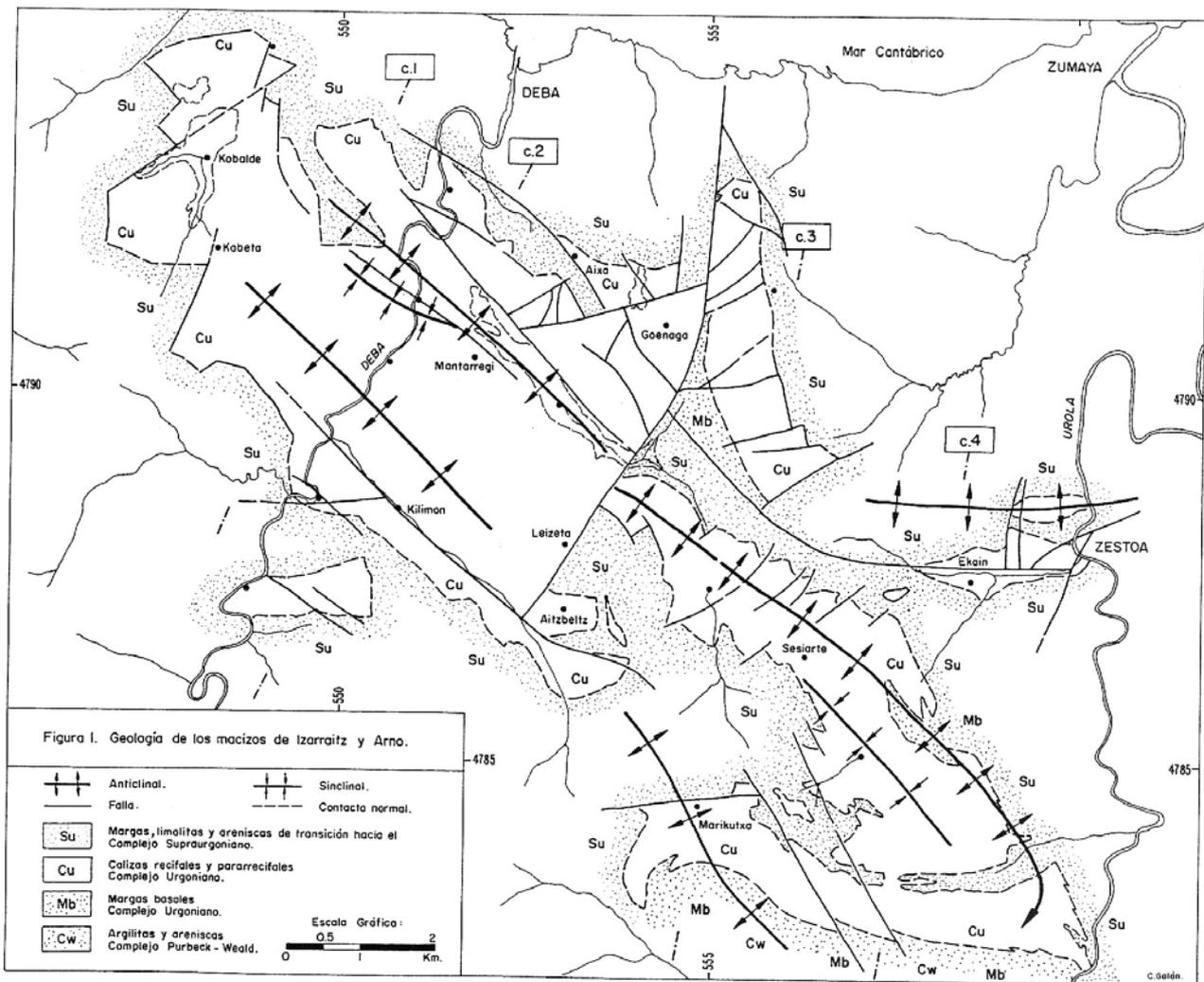
El karst de Ekain forma parte del macizo de Izarraitz, el cual se extiende en la parte norte del territorio de Gipuzkoa entre los valles de los ríos Deba y Urola. La superficie total del macizo calcáreo es de 58 km². El relieve general sigue la estructura local del anticlinorio norte del Arco Plegado Vasco, de orientación NW-SE, con varios accidentes locales. Geográficamente el macizo es disectado internamente por tres valles principales. Al N el valle cerrado de Lastur, al S el valle de Aran erreka y al E el valle de Sastarrain erreka, formado por la confluencia de las regatas Beliosoro y Goltzibar. Los principales valles tienen una disposición NW-SE, paralela al grano de la serranía.

Los materiales karstificables en el macizo son las calizas recifales y pararrecifales del complejo Urganiano (de edad Aptiense-Albiense), que lateral y verticalmente cambian de facies a calizas margosas y lutitas.

La estructura general es la de un anticlinorio NW-SE, cuyo núcleo, constituido por arcillas yesíferas del Keuper y materiales Jurásicos, sólo aflora en una estrecha banda entre Azkoitia y Azpeitia. Sobre ellos se depositan materiales arcillosos de la serie Purbeck-Weald y a continuación las calizas urgonianas. En la mayor parte del macizo sólo son visibles los materiales urgonianos, los cuales son cubiertos en la periferia por materiales supraurgonianos constituidos básicamente por margas y limolitas margo-arenosas (GALAN, 1992).

En la base del complejo Urganiano se encuentran margas calcáreas masivas, de color gris oscuro y en parte con esquistosidad. Por debajo de estas margas se encuentran materiales arcillosos del complejo Purbeck-Weald. El sustrato impermeable de las calizas karstificables está constituido por estos materiales o bien por los tramos argilíticos y margosos del propio complejo Urganiano. Las calizas del complejo Urganiano forman un cuerpo calcáreo de espesor variable, con frecuentes cambios laterales de facies. Según un trabajo de la Empresa Nacional de Petróleos de Navarra (IGME, 1964) el espesor total varía entre 600 y 1.500 m. Sin embargo, en campo sólo ha sido observada una potencia máxima de 700-800 m, que disminuye brusca o progresivamente hacia los bordes del macizo. Sobre las calizas se sitúan margas y limolitas margo-arenosas del complejo Supraurgoniano. Estos materiales se comportan como rocas impermeables e imponen las condiciones de borde en la mayor parte del macizo, ya que afloran en su periferia en todo el perímetro N, E y SW del mismo. Ver mapa geológico simplificado en Figura 1 y cortes geológicos en Figura 2.

Estructuralmente el complejo Urganiano está plegado en forma de anticlinorio. La estructura corresponde a una sucesión de pliegues de rumbo NW-SE. En la mitad meridional los pliegues son inclinados o tumbados, vergentes hacia el N, con un máximo en la proximidad de Azpeitia, donde las capas del flanco N se hallan en posición invertida. En la mitad NW los pliegues son de geometría aproximadamente recta



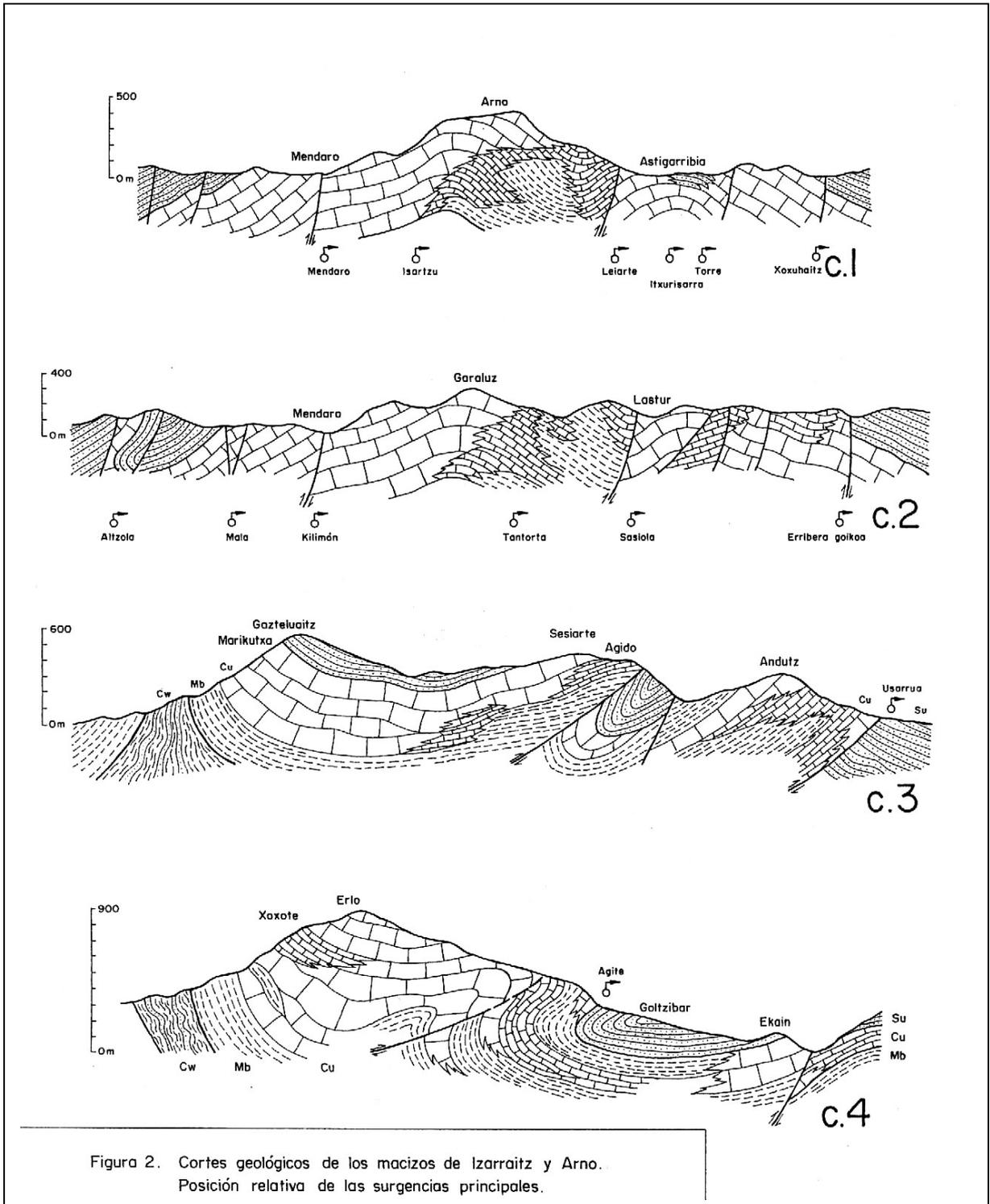
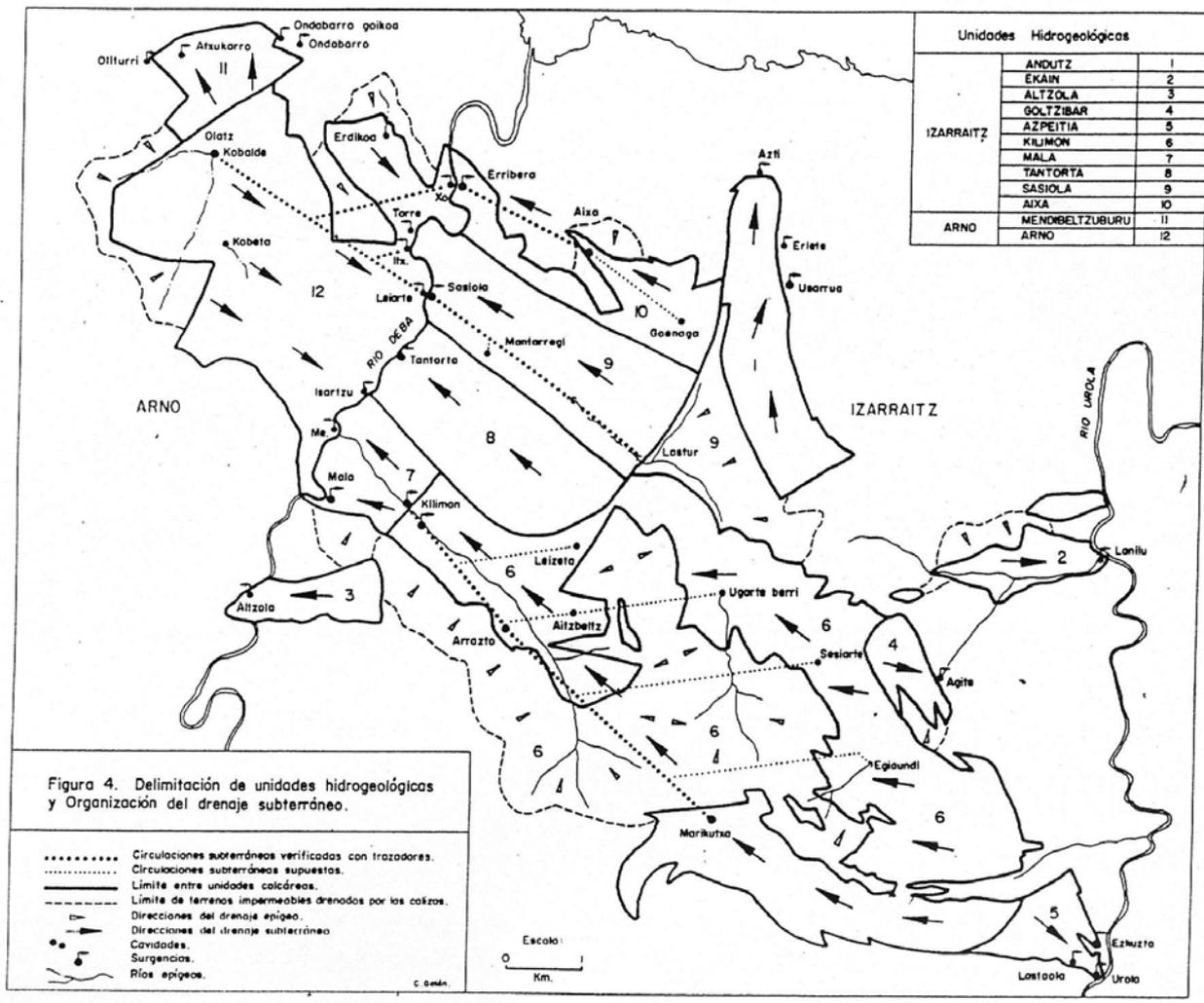


Figura 2. Cortes geológicos de los macizos de Izañaitz y Arno. Posición relativa de las surgencias principales.



(HERNANZ, 1975).

El anticlinorio está cortado por dos importantes sistemas de fractura: un sistema NW-SE, paralelo al rumbo de los pliegues, en el que destacan las fallas Mendaro - valle de Aran erreka y la de Zestoa - Beliosoro erreka. El segundo sistema es NNE-SSW, destacando la importante falla Andutz-Lastur, que hunde la mitad oriental del bloque; esta falla bordea el lado W del monte Andutz, pasa por S.Nicolás de Lastur y confluye con la falla de Mendaro. Este dispositivo influye en la delimitación de cuencas y en la organización del drenaje subterráneo.

En la parte oriental del macizo, donde se sitúa el karst de Ekain, se distinguen tres sectores: el bloque del monte Andutz, la unidad de Ekain, y la cubeta sinclinal de Erlo.

Las calizas recifales del monte Andutz forman una cuesta de buzamientos muy fuertes (50-80 grados) y rumbo N-S, limitada por fracturas de similar orientación. Esta disposición es anómala con respecto al resto de las estructuras regionales. La fractura que limita el flanco E es normal, provocando que los materiales supraurgonianos recorten progresivamente a las calizas recifales. La falla que limita el flanco W es probablemente la más importante de todo el macizo: hace aflorar a las margas basales y, en su parte S, hunde hacia el E la mitad oriental del anticlinorio. El bloque de Andutz queda de este modo aislado como una unidad independiente.

En el sector de Ekain existen otros afloramientos aislados de calizas recifales. La estructura es anticlinal y el flanco S está cortado por una falla E-W (paralela al rumbo del pliegue) sobre la cual se instala el talweg de Sastarrain erreka. Periféricamente las calizas están bordeadas por materiales supraurgonianos.

El sector de Erlo, mucho más extenso, tiene una geometría variable. En la parte SE el anticlinorio consta de dos anticlinales separados por un sinclinal intermedio, todos ellos de rumbo NW-SE. Los anticlinales son pliegues tumbados y en el más septentrional las capas del flanco N están en posición invertida. Este dispositivo va cambiando hacia el NW, extinguiéndose el anticlinal meridional en la proximidad de la falla Andutz-Lastur, y acentuándose el carácter tumbado del anticlinal norte, hasta adoptar una disposición de frente cabalgante. Las calizas tienen continuidad hacia el W, pero en el resto del perímetro entran en contacto con materiales supraurgonianos o con las margas basales y el complejo Purbeck-Weald (zona sur, desde Madarixa hasta Azpeitia).

Las calizas del sector de Erlo prosiguen bajo la cobertura Supraurgoniana hacia el NW, extendiéndose hasta las orillas del río Deba, donde se encuentran las principales surgencias. El drenaje subterráneo se organiza en 5 sistemas paralelos, habiéndose comprobado por coloración los trayectos entre Aixa (cueva de 8 km) y la surgencia de Erribera goikoa, entre el valle cerrado de Lastur y la surgencia de Sasiola, entre Ugarte berri y Tantorta, entre Maikutxa, la sima de Arrazto y Kilimón, y entre la cueva de Kataolaza y Mala. Un pequeño sector del extremo SE drena en cambio hacia el valle del Urola, donde se encuentra una surgencia en la proximidad de Azpeitia (prueba de trazado positiva efectuada en Egiandi). Adicionalmente, existe una pequeña unidad independiente en la periferia SW, la unidad de Altzola, la cual resulta singular por la surgencia de aguas termales.

Los grandes sistemas subterráneos de Izarraitz han sido descritos en GALAN (1988), destacando el sistema Maikutxa-Kilimón, constituido por la sima de Maikutxa 3 (la de mayor desnivel del macizo, de -488 m), la sima de Arrazto (cavidad de -160 m de desnivel, por cuyo fondo circula el colector principal, y que actúa como chimenea de equilibrio), y el complejo surgente de Kilimón. La circulación de las aguas subterráneas entre estas cavidades ha sido verificada mediante ensayos con trazadores (GALAN, 1992; GALAN & ETXEBERRIA, 1994).

La unidad de Ekain es una de las unidades periféricas de menor extensión: su superficie es de 2 km². Está formada por un conjunto de afloramientos de caliza situados tanto al N como al S de Beliosoro y Sastarrain erreka, los cuales se extienden hasta el valle del Urola. Dentro del sector N varios cambios laterales a arcillas y lutitas calcáreas fragmentan el afloramiento. En el S la banda calcárea es continua y el contacto con los materiales supraurgonianos es concordante. Sólo son conocidas dos pequeñas surgencias: Laniluko iturria, situada en la cota 45 m, próxima al río Urola, y otro pequeño manantial en la cota 65 m de Sastarrain. Sus caudales de estiaje son próximos a 1 lt/sg. Este bajo caudal hace suponer que lo fundamental de las aguas infiltradas en las calizas debe emerger en el talweg de Sastarrain erreka en su confluencia con el río Urola (cota 40 m), que constituye el nivel de base.

Dentro de esta unidad denominamos bloque de Ekain al afloramiento de calizas situado en la parte E del monte Ekain, delimitado por la confluencia de las regatas de Beliosoro y Goltzibar. La altitud en la confluencia es de 70 m.snm. Hacia el W la colina de Ekain alcanza 274 m de altitud, pero las calizas desaparecen tanto al W como al S (en la cota 180 m.snm.) para dar paso a limolitas margo-arenosas del complejo Supraurgoniano. Las calizas afloran sólo sobre el flanco N y la terminación E de la colina, ocupando un área de 0,25 km² (1 km de extensión en sentido E-W y 0,6 km de anchura máxima en sentido N-S). Las cuevas de Ekain se sitúan, a diversas alturas, sobre este flanco N, ocupando la cueva de Ekain 1 la posición más oriental (en la cota 90 m.snm.), mientras que Ekain 8 ocupa la posición más baja del conjunto (su boca se abre en la cota 75 m.snm.).

DESCRIPCION FISICA DE LAS CAVIDADES

En las cuevas exploradas en el bloque de Ekain se encuentran galerías que corresponden a antiguos niveles de circulación, de morfología freática. Estos conductos hoy inactivos poseen rellenos de arcillas, cantos rodados, espeleotemas y pavimentos estalagmíticos. Varias galerías alcanzan el nivel piezométrico local. Pero la circulación actual se desarrolla por debajo de las galerías conocidas, como lo demuestra el reciente hallazgo de un río subterráneo colector en el fondo de la sima Ekain 7. Describiremos brevemente las cuevas conocidas, cuyos datos básicos aparecen en ALTUNA et al. (1995), exponiendo con mayor detalle los relativos a las nuevas cuevas.

Ekain 1. Es una cueva horizontal, ramificada, con galerías relativamente amplias en anchura. Totaliza 420 m de desarrollo y asciende un desnivel de +17 m a lo largo de su galería principal (donde se encuentran las pinturas rupestres). Posee toda una serie de laterales casi horizontales. Su morfología indica una génesis freática, con presencia de pendants freáticos y bóvedas de corrosión (bellholes); diversas evidencias indican una dirección de flujo NW-SE. La galería de acceso actual es un tubo freático de modestas dimensiones. En gran parte de la cavidad predominan pavimentos estalagmíticos y coladas que recubren paredes y rellenos detríticos de suelos. Figura 3.

Ekain 2. Su entrada (cota 111 m.snm.) es una estrecha sima de 8 m de desnivel, la cual da acceso a un salón inferior, de 40 m de longitud, con suelo estalagmítico cubierto de grandes gours. Una pequeña boca superior (en la cota 124 m.snm.) comunica a través de una estrecha red de galerías descendentes con este salón (cota -25). Del mismo parte una galería horizontal que, tras pasar una zona de lagunas de umbral estalagmítico (cota -30), se bifurca varias veces en galerías progresivamente ramificadas y con variable inclinación. Ellas presentan similares características a las de Ekain 1, pero los diámetros de los conductos son algo menores. Las galerías laterales del sector W quedan todas comprendidas entre las cotas 110 y 80 m.snm. La galería principal es descendente y en diversos puntos presenta meandros de techo y rellenos de arcilla y cantos rodados alóctonos de areniscas Supraurgonianas, con dirección de flujo NW-SE, N-S y W-E. En dos sectores de la cueva hay simas internas (de 8 a 10 m de desnivel) que dan acceso a salas con abundantes sedimentos arcillosos con brechas de huesos fósiles. Estos sedimentos han sido acumulados por arrastre de las aguas en una época y reexcavados en una fase posterior, sin existir en la actualidad actividad hídrica. La red de galerías de la cueva totaliza 1.220 m de desarrollo y -50 m de desnivel. En la zona más baja terminal (cota -50 = 74 m.snm.) existe otra laguna, en la que se acumula el agua de filtraciones locales, al igual que en numerosos gours. Pero en la cueva no existe ningún río activo en la actualidad.

La morfología de la cueva indica una génesis freática, con formas de disolución que generan horizontes y cúpulas de corrosión, pendants freáticos, meandros de techo, prominencias parietales (projecting forms) y microformas tales como scallops, agujeros esponjosos (spongework) y tubos de disolución; muchas galerías tienen una sección en conducto forzado o conducto excavado a presión hidrostática, de forma variada según se orienten o no sobre diaclasas y planos de estratificación; los hay circulares, ovales e inclinados siguiendo la estratificación. Aunque en la cueva hay diversas estalactitas, los espeleotemas predominantes son las coladas y pavimentos estalagmíticos, que recubren grandes extensiones sobre paredes y suelos, y en muchos casos presentan gours periódicamente activos. Ello indica que las principales filtraciones que llegan a las galerías deslizan lentamente sobre las superficies inclinadas. Tanto en Ekain 1 como en Ekain 2 las galerías principales descienden hacia el SE, desde el flanco de Beliosoro hacia Goltzibar. Las galerías terminales de Ekain 2 distan escasos metros de la superficie en la ladera del talweg de Goltzibar. Figuras 4 y 5.

Ekain 3. La cueva, próxima y un poco más alta (cota 100 m.snm.) que Ekain 1, es una gatera sinuosa con una entrada descendente de 0,5 m de diámetro. Tiene una longitud de 40 m y morfología de tubo freático.

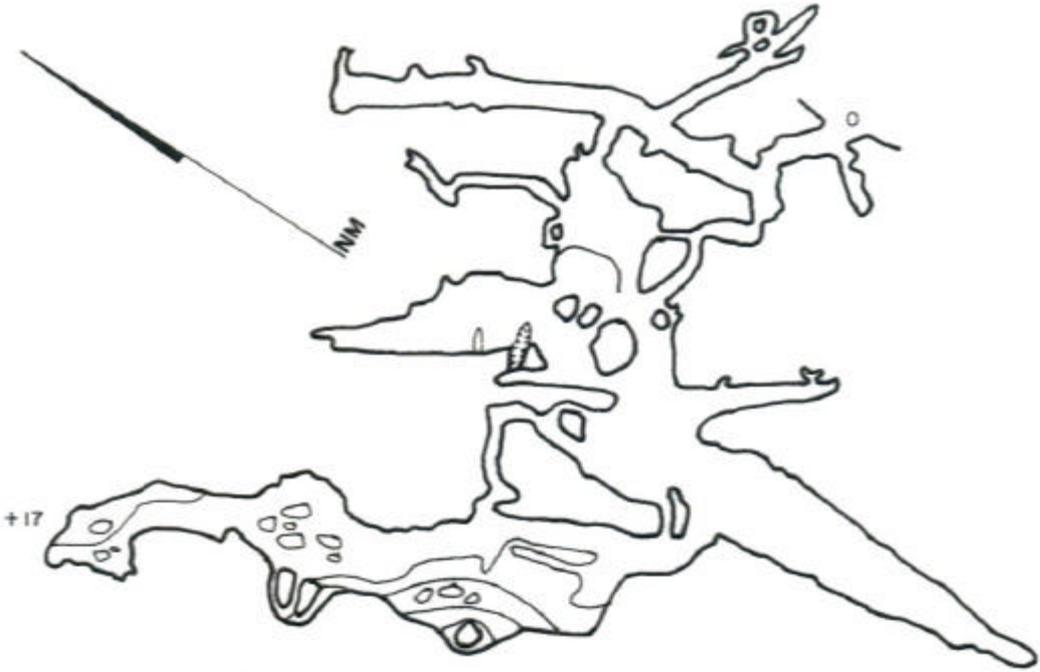
Ekain 4. La boca, de 2,5 m de ancho, da paso a un vestíbulo de 8,5 m de largo y techo de 1,5 m de alto, a partir del cual la cavidad sigue horizontalmente en gatera. Un tramo estrecho de 5 m de largo y 0,25 m de alto da paso a una ampliación ligeramente mayor para seguir luego en gatera hasta hacerse impracticable. Todo el piso es de sedimento. El desarrollo alcanza 22 m y el desnivel es de -1 m.

Ekain 5. La cueva es una galería en gatera, levemente descendente, que da acceso a una salita de techo bajo (2 m de diámetro) con varias espeleotemas. Su desarrollo es de 10 m y el desnivel de -1 m.

Ekain 6. La cueva es un antiguo sumidero situado en la base de la ladera N de Ekain, a apenas 2 m sobre el nivel del río Beliosoro (cota 82 m.snm.). La catalogamos por su interés hidro y morfológico. Tiene formas de erosión en paredes y bóvedas y suelo de sedimentos que colmatan la galería. Su boca tiene forma de conducto forzado (1,8 m de alto x 0,7 de ancho), describe un codo y finaliza a los 3 m, cegada por colmatación.

Ekain 7. La boca, de 1 m de diámetro, da paso a una galería de 3 m de ancho, fuertemente descendente. Inicialmente de moderada altura, a continuación se transforma en galería muy alta, de hasta 8-10 m de altura, desarrollada a expensas de una diaclasa vertical. Tras descender hasta la cota -13, la galería asciende hasta un salón en la cota -1. El salón tiene 17 m de largo, 7 m de ancho y 4 m de altura. En su extremo SE hay huellas de zarpazos de oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*) sobre las paredes. El suelo, de grandes bloques, permite acceder a una sima de 9 m de desnivel. Al pie de ella hay una galería hacia el SE que se extiende por debajo del salón. En sentido opuesto, hacia el NW, se desarrolla una galería en rampa, de fuerte inclinación y progresivamente más amplia (ancho 5 m, altura 8 m). Tras un recodo toma rumbo N y presenta una rampa resbaladiza de 25 m de largo con un escalón inferior de -4 m. Al pie de ella se abre en el suelo un pequeño acceso a una sima (cota -34 m). La galería principal se prolonga horizontalmente 22 m más, hasta la base de unas coladas.

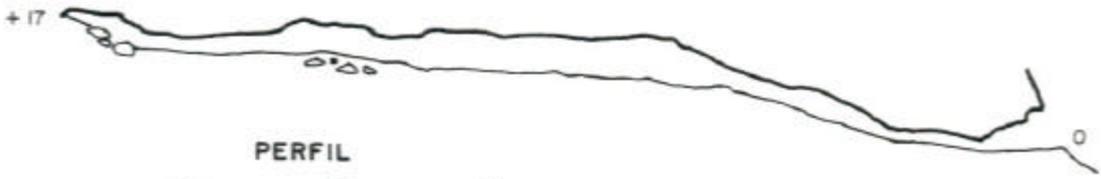
Tras descender un paso estrecho se accede a la sima. Esta, de 12 m de desnivel, es en su inicio una gatera vertical (0,3 m de ancho), pero al cabo de 5 m se amplía un poco. Se alcanza así una plataforma en la cota -50 m. Desde este punto parte una galería freática horizontal de 47 m de largo y rumbo NW; el drenaje anterior ha sido NW-SE. La sima se amplía y sigue con vertical de 9 m. En su base parte otra galería fósil horizontal de rumbo SE y 30 m de largo, que finaliza en la cota -59. La sima prosigue como pequeño meandro vertical otros 4



PLANTA



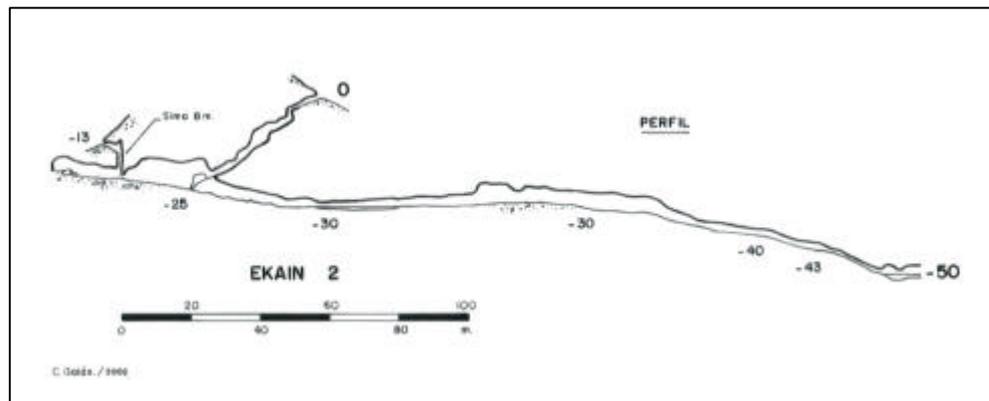
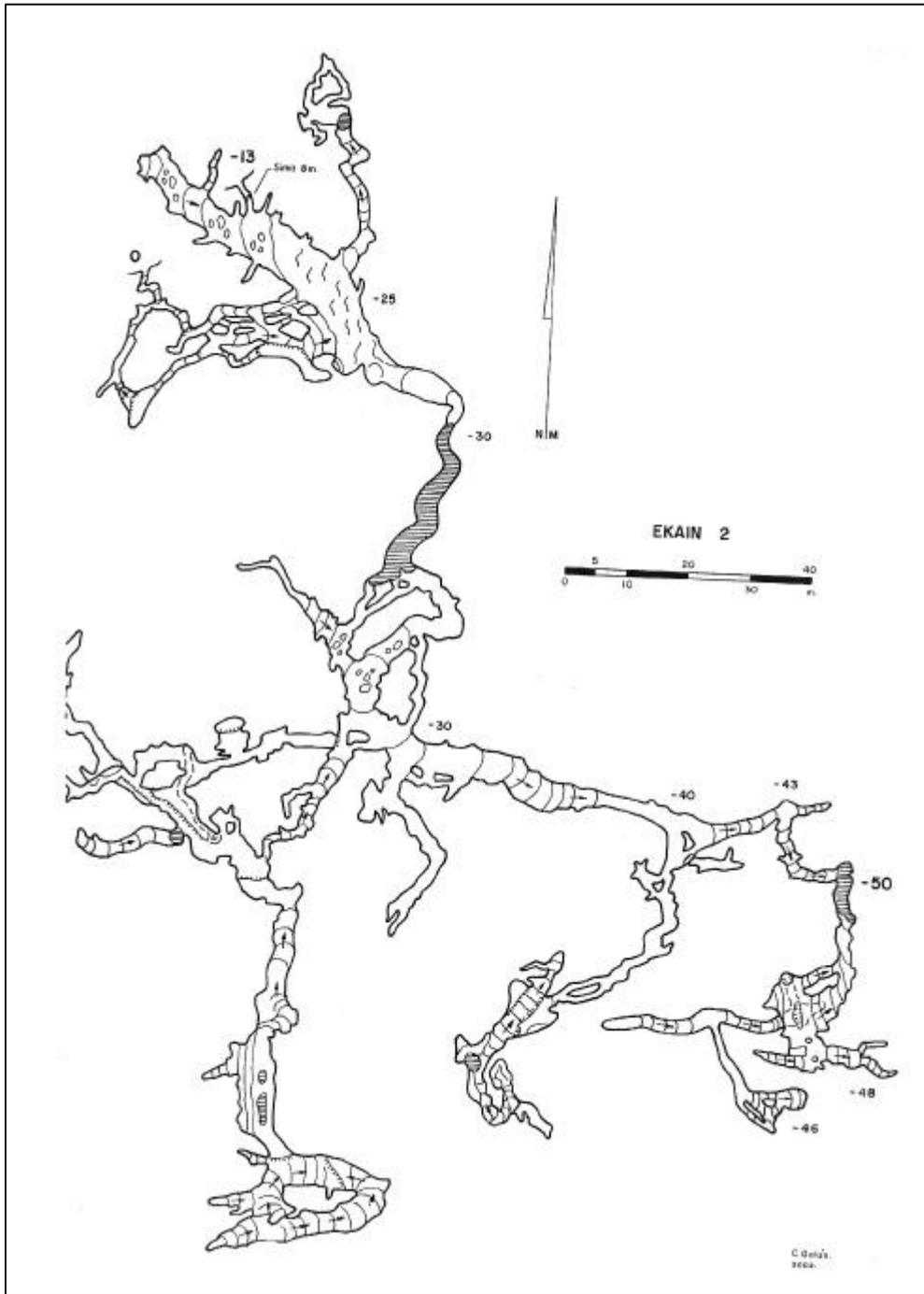
EKAIN I

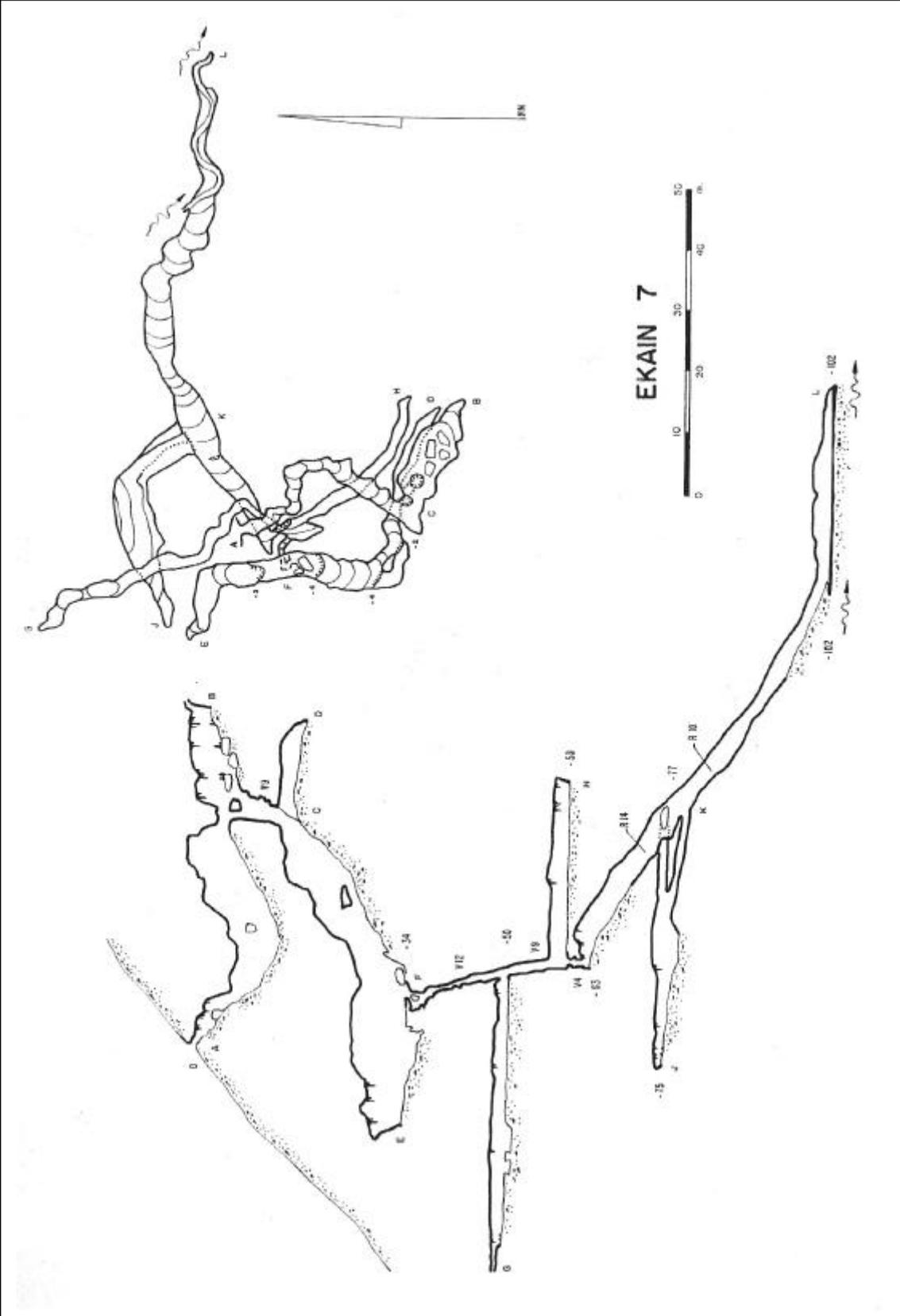


PERFIL



DIB. : C. Galán, SCA. 2002.





m de desnivel. Su base conecta lateralmente con una amplia galería descendente de rumbo W-E. La rampa, de 25 m de largo, es de colada y arcilla resbaladiza y presenta un escalón basal de -3 m, descendiendo un desnivel de 14 m. En este punto, cota -77, se abre hacia el NW otra galería freática, de 40 m de largo, con un conducto inferior que conecta con el suelo de la galería. Esta termina en una zona muy concrecionada, con grandes espeleotemas.

La galería principal prosigue en rampa pronunciada, otros 10 m, y luego continúa con menor inclinación. Progresivamente la galería se amplía (6 m de diámetro) y desciende más suave y con barro espeso. A partir de la cota -90 hay huellas de inundación periódica, con gran cantidad de pequeños lenares inversos y rellenos arcillosos. En la cota -102 se alcanza la orilla de un pequeño río subterráneo. Este tiene un cauce de 1 m de ancho y 20-40 cm de profundidad, con aguas cristalinas que fluyen velozmente sobre un suelo de gravas. A ambos lados hay depósitos de arcilla arenosa. El cauce recorre sinuosamente 30 m hacia el E. Tras varias curvas la galería se estrecha en conducto a presión hidrostática de 1 m de ancho y 2 m de altura que finaliza en sifón. El caudal del río en estiaje fue estimado en 50 l/s. Para la misma fecha el caudal de la regata Beliosoro era de 10-20 l/s. El desarrollo de la cavidad alcanza 426 m, siendo su desnivel de -102 m. Figura 6.

Ekain 8. Se ubica al lado de la pista, a 60 m al N de Ekain 1 y a +3 m sobre el nivel del río (en la cota 75). En su proximidad hay un peñasco con una oquedad que parece ser el resto de un antiguo conducto destruido por colapso. A su lado, 2 m más abajo, hay una grieta impracticable que comunica por sonido con la cueva. Esta era inicialmente un pequeño agujero con corriente de aire, por la que emprendimos su desobstrucción, pensando que tal vez conectara con Ekain 1. Quitando sedimento del piso ampliamos la boca hasta gatera de 0,4 m de diámetro y 2 m de largo. Una continuación vertical cae al agua, pero es muy estrecha. Siguiendo horizontalmente por una nueva gatera, se accede a una salita descendente que baja -3 m hasta una galería inundada. Su lado E es una grieta, que comunica con el agua del pozo estrecho anterior. El agua, prácticamente a nivel del río exterior, está estancada, sin flujo, y muestra huellas de nivel hasta 1 m más altas. Parece corresponder a la altura local del nivel freático. El agua de la galería es profunda (más de 2m) pero haciendo oposición puede seguirse hacia el W por una galería inundada con agua hasta la cintura y suelo de barro que a los 5 m finaliza. En este punto hay una chimenea o gatera vertical de 2 m de altura, difícil de remontar por lo exiguo y resbaladizo del paso, que permite alcanzar otra salita. Desde ésta se asciende al inicio de un meandro seco, ascendente y con corriente de aire. Este meandro, de 8 m de largo, asciende hasta la cota +5 con respecto a la boca. Hay que recorrerlo en oposición forzada por su parte alta, ya que la parte inferior es una grieta con suelo seco. Este conducto tiene una sección en ojo de cerradura. Luego continúa en dos ramas: una, continuación del meandro, prosigue 19 m ascendiendo hasta la cota +7; la otra es un lateral en gatera ascendente, que sigue un rumbo SW, hasta la cota +11. En este sector aparecen gruesas raíces a través de las bóvedas. El desarrollo es de 70 m y el desnivel de 14 m (-3; +11). La cueva se desarrolla por debajo del extremo N del primer lateral N de Ekain 1. Figura 7.

POSICION ESPACIAL Y TRAZADO DE LAS GALERIAS

Tomando como punto Base el puente de la cantera (cota 82 m.snm.), se levantó una poligonal topográfica de 423.5 m entre las bocas de las cuevas (que abreviamos con la sigla Ek). La precisión fue afinada a medio grado. La poligonal con la situación de las distintas cavidades es mostrada en la Figura 8. La cartografía corregida ha sido superpuesta. Se indica también la posición de las bases y de varios puntos de Ek.7 (cotas -59 y -102) y Ek.2 (cotas -50 y -48). La revisión de la ladera N mostró que las calizas se terminan en la cota 180, para dar paso hacia el S a areniscas Supraurgonianas. El talweg de Beliosoro fue revisado sin encontrar sumideros ni surgencias apreciables a simple vista.

Al plotear los datos sobre la cartografía se aprecia que las curvas de nivel -fotointerpretadas- están algo elevadas sobre el dato real (sobre todo en el flanco N, boscoso y sombreado). La distancia en planta Ek.1-Ek.2 es de 154 m, con azimut 321°c (centesimales), y desnivel de +21 m. La distancia Ek.1-Ek.4 es de 170 m, con azimut 290°c, y desnivel es +75 m. Las nuevas posiciones muestran que, en efecto, Ekain 1 está situada más al S que lo previamente considerado, Ekain 2 está más al N y más cerca de Ek.1 que lo supuesto, de modo que gran parte de las galerías de ambas cuevas discurren muy cerca en paralelo. Todas las cuevas situadas en relación a Ek.2 están a menor altitud, ya que Ek.2 está más baja, en la cota 111 (y no 140 del Cat.), sólo a +29 m con respecto a la Base. A continuación ofrecemos los datos corregidos para todas las cavidades, todas ellas posicionadas con exactitud métrica (excepto Ek.3, de la que se mantiene su posición relativa a Ek.1, ya que actualmente está oculta).

Tabla 1. Localización de cavidades.

	E	N	Altitud	Desarrollo	Desnivel
Base (Puente)	558.787	4.787.607	82		
Puente inferior	558.963	4.787.507	71		
Ekain 1	558.920	4.787.486	90	420 m	+17 m
Ekain 2. boca 1	558.775	4.787.535	111		-37 m

Ekain 2. boca 2	558.760	4.787.520	124	1.220 m	-50 m
Ekain 3	558.910	4.787.440	100	40 m	-5 m
Ekain 4 (AJTB)	558.752	4.787.458	165	22 m	-1 m
Ekain 5 (AJTA)	558.769	4.787.495	138	10 m	-1 m
Ekain 6	558.764	4.787.585	82	3 m	0 m
Ekain 7	558.726	4.787.471	158	426 m	-102 m
Ekain 8	558.918	4.787.544	75	70 m	14 m

La disposición espacial de las principales cavidades es mostrada en planta en la Figura 9 y los perfiles desplegados (no proyectados) en la Figura 10. Puede apreciarse que las principales galerías tienen una orientación NW-SE y W-E; adicionalmente hay algunas galerías de orientación N-S. La red de Ekain 7 toca en su proyección en planta a la galería central de Ekain 2. No obstante, la galería del río de Ek.7 (cota -102) está a una altitud considerablemente inferior, de 56 m.snm. Otros tres laterales en el extremo SE de Ekain 7 rozan en su proyección en planta a galerías laterales del lado W de Ekain 2.

La red de Ekain 2 tiene -37 m de desnivel desde su boca 1 (cota 111) y -50 m desde su boca 2 (cota 124), estando el punto más bajo en la cota 74. Ekain 1 asciende +17 m entre su boca (cota 90) y el extremo NW de la galería principal (cota 107). La red de Ekain 1 discurre en paralelo a la de Ekain 2, cuyas galerías inferiores casi tocan por debajo el extremo S de Ekain 1. El tramo superior de Ekain 1 discurre a una altitud de entre 107 y 100 m, mientras el tramo central paralelo de Ekain 2 discurre a una altitud de entre 94 y 90 m (con techo de 5 m de alto); es decir, la diferencia vertical es de escasos 5 m. En el fondo de Ek.2 hay sectores a sólo 10 m bajo el extremo S de Ek.1. Por último, una de las galerías del extremo SE de Ek.2 (cota -48 = 76 m.snm.) dista escasos 7 m en planta de la superficie topográfica externa en la ladera de Goltzibar y sólo 12 m de su talweg (situado en la cota 74 m.snm.). Esta proximidad sugiere una relación entre el fondo de Ek.2 y Goltzibar, con la probable existencia en el pasado de una comunicación entre ambos. La posición del cauce de Beliosoro, que discurre ligeramente más alto que el de Goltzibar (82 versus 74 m.snm.), sugiere un probable trayecto de las aguas subterráneas desde el primero hacia el segundo de los valles.

La red de Ekain 8 (boca en la cota 75 m) desciende a 72 m (zona inundada) para luego ascender en su parte final a 86 m, con prolongaciones ascendentes bajo el fondo de la galería N de Ekain 1, a escasos 4 m de distancia vertical. Por otro lado el fondo de Ek.2 está a una cota de 74 m, 2 m más alta que la zona inundada de Ek.8 (en la cota 72).

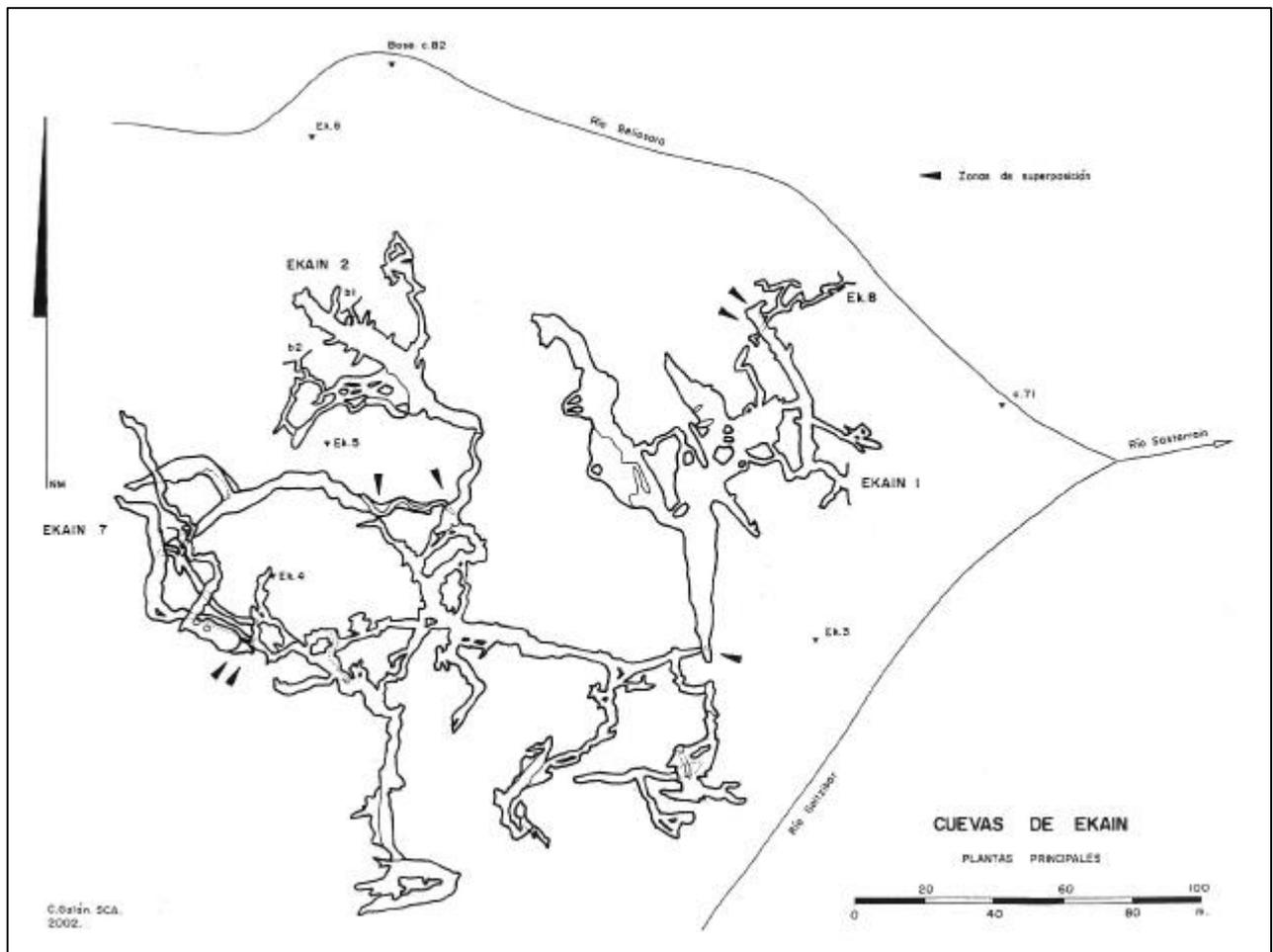
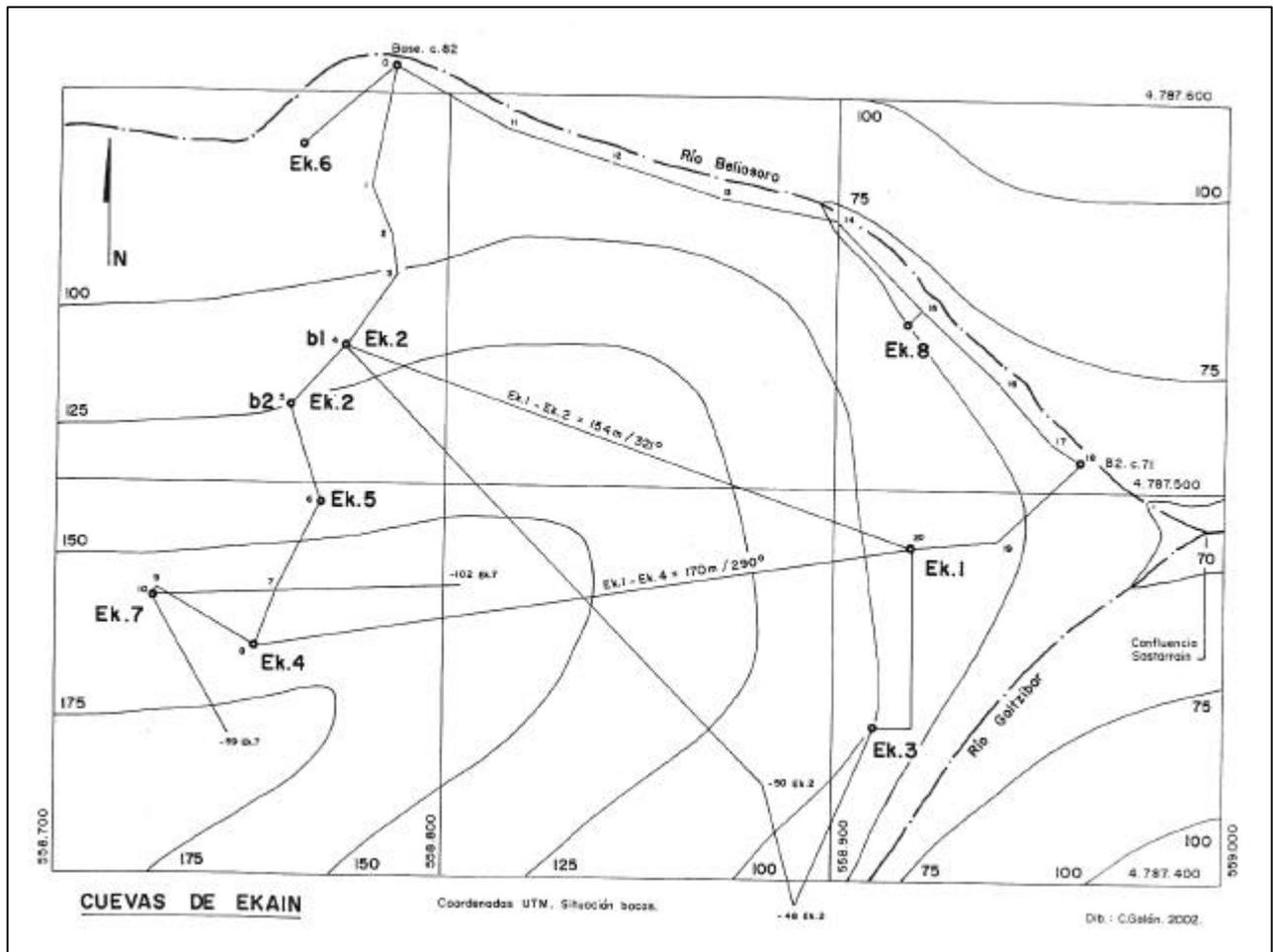
Los datos topográficos muestran en consecuencia la estrecha relación entre las galerías de las diferentes cuevas del sistema. Con respecto a la superficie topográfica externa, cabe destacar que las galerías inferiores de Ek.2 y Ek.8 alcanzan altitudes de 74 a 72 m, estando por tanto a similar nivel que el cauce epígeo del río Goltzibar. La zona terminal SE de Ek.2 dista pocos metros de la regata Goltzibar y de la superficie de esa ladera.

En la confluencia de los arroyos de Beliosoro y Goltzibar la altitud es de 70 m. A partir de este punto se forma el arroyo Sastarrain (por la unión de los dos anteriores) el cual desciende suave y progresivamente hasta la cota 40 m en su confluencia con el río Urola. Todas las galerías conocidas del sistema quedan en consecuencia por encima del nivel de la confluencia Beliosoro-Goltzibar (cota 70), con una única y llamativa excepción: la galería inferior de Ekain 7. En efecto, el río subterráneo de la cota -102 de Ekain 7 se sitúa a 56 m de altitud, lo que indica, en primer lugar, que la emergencia de las aguas de este colector subterráneo puede producirse a lo sumo en el tramo inferior de Sastarrain o en el río Urola, zona ésta donde las calizas Urgonianas quedan cubiertas por el relleno aluvial del fondo de ambos valles. Bien se trate de una emergencia concentrada o difusa de las aguas subterráneas, éstas son transmitidas al aluvial de la confluencia para luego pasar al curso del Urola.

No obstante, en dicha galería de Ekain 7 hay claras evidencias de inundación periódica actual: las aguas del río subterráneo ascienden en aguas altas 12 m de desnivel hasta la cota -90 de la sima, es decir, hasta una altitud de 68 m, sólo ligeramente menor que la cota 70 de la confluencia Beliosoro-Goltzibar. Ello sugiere que en aguas altas pueden funcionar antiguos trop-pleins a lo largo de Sastarrain y tal vez incluso en los tramos más bajos de Beliosoro y Goltzibar. Debido a que en dichas circunstancias los ríos epígeos también están en crecida, es difícil detectar las surgencias difusas. Puede también suponerse que al bajar las aguas, tales puntos de surgencia se comporten como sumideros. Un dispositivo de este tipo (intercambios río-acuífero) explicaría el trazado, con variable inclinación, de diversas galerías del sistema de Ekain. Las mismas pueden haber funcionado en el pasado en condiciones freáticas, bajo el nivel piezométrico local. Según las condiciones de carga de la red hídrica, el flujo en estas galerías puede haber tenido un sentido remontante o descendente.

HIDROGEOLOGIA

La alimentación de los acuíferos kársticos procede de la infiltración directa de las precipitaciones sobre las calizas y de la captura del drenaje epígeo a través de sumideros. Para el macizo de Izarraitz, en base a una precipitación media anual de 1.550 mm y una evapotranspiración real de 651 mm, han sido calculados unos recursos de 899 mm/a, lo que equivale a un caudal por km² de superficie de 28,9 l/s. En las áreas karstificadas la infiltración equivale a este caudal. Pero en las áreas poco karstificadas o en zonas de fuerte pendiente



C.Galán, S.C.A.
2002.

en la periferia del macizo, la infiltración es un porcentaje variable de dicho módulo, ya que parte del agua disponible abandona la unidad en forma de escorrentía. Por ello, la infiltración real es algo inferior. Para la unidad de Ekain -considerando las diversas variables que intervienen- ha sido estimado un módulo de infiltración eficaz de 25 l/s.km² (GALAN, 1988, 1992). Dicho módulo puede también ser expresado en términos de un volumen total anual, según la equivalencia: 1 l/s.km² = 0,031536 Hm³/a.km².

El primer dato obvio -y sorprendente- es el elevado caudal relativo que presenta el río subterráneo de Ekain 7, de cerca de 50 l/s en aguas relativamente bajas. Dado que el afloramiento calizo del bloque de Ekain (comprendido entre las regatas Beliosoro y Goltzibar) sólo tiene una superficie de alimentación de 0,25 km², la infiltración de las precipitaciones en las calizas sólo podría general un caudal medio de 6 l/s y probablemente algo menor en aguas bajas.

¿De dónde procede este alto caudal relativo? Obviamente, no sólo del bloque de Ekain.

Para el conjunto de afloramientos de la unidad (bloque de Ekain + afloramientos al N de Beliosoro + afloramientos al N y S de Sastarrain) la superficie es de 2 km², correspondiendo 1,5 km² a afloramientos calcáreos y 0,5 km² adicionales a terrenos impermeables que drenan hacia las calizas. Descontando las pérdidas por escorrentía, para la unidad ha sido estimado un caudal medio de 40 l/s. Esto quiere decir que aunque la totalidad de las aguas infiltradas en la unidad se concentraran en un único colector, su caudal medio apenas se aproxima al caudal de estiaje del río subterráneo de Ekain 7, situado éste -por otro lado- en el sector de cabecera de cuenca.

Por consiguiente, un volumen importante del agua subterránea debe tener un origen fluvial, procedente de sumideros o pérdidas en el talweg epígeo de Beliosoro, el cual recorre un kilómetro sobre terrenos calcáreos antes de su confluencia con la regata Goltzibar en la cota 70 m.snm.

El buzamiento S de las calizas explicaría la tendencia a hundirse de las aguas y la posición más baja del curso subterráneo de Ekain 7 con respecto a la regata Beliosoro. A la vez, al situarse las cotas más bajas de la unidad en la zona de confluencia de Sastarrain con el río Urola, ello condicionaría una dirección preferencial de flujo W-E. El trazado de las galerías en las cuevas del sistema confirma ambas tendencias.

De suponerse que parte de la alimentación proceda sólo de la infiltración en el bloque de Ekain y en el afloramiento al N de Beliosoro, es obvio que las aguas de este último deben pasar por debajo del arroyo Beliosoro, con lo cual se acepta que el talweg de Beliosoro a su paso por las calizas es una zona de infiltración. Adicionalmente, la suma de estos caudales es insuficiente para explicar el alto caudal de estiaje del río subterráneo sin hacer intervenir la captura de aguas fluviales.

En conclusión, el único curso activo observado en el sistema espeleológico es alimentado no sólo por la infiltración local de las precipitaciones sino también por la captura de aguas fluviales epígeas a través de sumideros. Parte de las aguas de la regata Beliosoro son capturadas y transmitidas al acuífero kárstico a su paso por la unidad. El flujo subterráneo tiende a hundirse hacia el S siguiendo el dispositivo estructural y luego fluye preferencialmente hacia el E, donde se sitúan las cotas de borde más bajas de la unidad a orillas del Urola, zona ésta de emergencia.

El nivel piezométrico teórico es una superficie curva buzante hacia el S y tendida con débil inclinación hacia el E, hasta la zona emergente cubierta por el aluvial del Urola. Localmente, en la proximidad de los talwegs de Beliosoro, tramo inferior de Goltzibar y Sastarrain, pueden existir complejas relaciones río - acuífero, pudiendo actuar los ríos superficiales como niveles de base locales, y comportándose como zonas de sumidero o surgencia a tenor de las condiciones de carga y de su posición topográfica relativa. La pequeña cueva Ekain 6 es una muestra de un antiguo sumidero, situado hoy a apenas 2 m sobre el nivel del río, mientras que las zonas inundadas próximas a la boca de Ekain 8 fluctúan y están en relación con el nivel del río epígeo. El río subterráneo de Ekain 7, alejado 120 m al S del talweg de Beliosoro, ocupa una posición más baja y fluye hacia el E colectando progresivamente las aguas infiltradas en las calizas. Es probable que su curso subterráneo fluya en paralelo al curso de Sastarrain erreka, con mayor o menor extensión de la zona inundada, y excavando nuevos conductos en condiciones freáticas aguas abajo de las actuales cuevas.

EVOLUCION DEL SISTEMA DE DRENAJE SUBTERRANEO Y GENESIS DE LAS CUEVAS

La existencia de un río subterráneo en el fondo de la sima de Ekain 7 (a -102 m de desnivel con respecto a su boca y a -25 m con respecto al nivel del río Beliosoro), unido a los datos hidrogeológicos presentados en el apartado anterior, muestran claramente que gran parte del caudal que circula actualmente en el karst de Ekain procede de la captura de aguas epígeas de la regata Beliosoro. Estos volúmenes parecen ser mucho más importantes que la propia infiltración local de las precipitaciones sobre las calizas. Las aguas fluviales capturadas por el karst deben haber jugado por tanto un destacado papel en la excavación de conductos.

La regata Beliosoro tiene una cuenca epígea sobre terrenos impermeables -antes de su paso por el afloramiento calcáreo de Ekain- relativamente grande, de unos 3,5 km². Esta cifra prácticamente duplica a la de la superficie de afloramiento de la unidad de Ekain, y puede generar un caudal medio de 100 l/s, versus 40 l/s de la infiltración directa de las precipitaciones sobre las calizas. Sin embargo la regata Beliosoro raramente lleva más de 20 l/s de caudal medio al llegar a Sastarrain. Es decir, la mayor parte del caudal de Beliosoro se filtra en las calizas. Esto implica que cerca de 2/3 o más del agua que circula en el karst procede actualmente de la red fluvial epígea. Adicionalmente, estas aguas de infiltración rápida actúan en la formación de conductos subterráneos de un modo más concentrado y eficaz que la infiltración lenta del agua de lluvia sobre las calizas, la cual es dispersa y se distribuye sobre toda la superficie (aunque luego tienda a concentrarse en profundidad). Es un hecho conocido que el agua de infiltración rápida dispone de un poder de disolución en la zona saturada inversamente

proporcional a su tiempo de estadía en la zona vadosa (BAKALOWICZ & MANGIN, 1980). Este hecho, dinámico, es de fundamental importancia para facilitar la disolución del karst en profundidad. Al progresar la karstificación y la organización de la red de drenaje subterráneo, la llegada de aguas de infiltración rápida a la zona saturada acelera la circulación y amplía la disolución a volúmenes progresivamente más grandes de roca.

La morfología freática observada en la mayoría de los conductos del sistema de Ekain sugiere que la mayor parte de la disolución se ha producido bajo el nivel piezométrico o en la zona de oscilación del mismo. Esta zona inundada ha experimentado un descenso a lo largo del tiempo. La mayoría de las galerías fósiles o inactivas de Ekain 1, Ekain 2, y de las cotas -50 a -77 de Ekain 7, se sitúan a una altitud de entre 110 y 80 m.snm. Esta franja fue la principal zona de formación de conductos en el pasado, habiendo sido abandonada por las aguas, que se hundieron actualmente a un nuevo nivel en torno a la cota 56 m.snm. (por donde circula el río subterráneo) e inferiores a ella.

Las aguas en el karst tienden a hundirse progresivamente hasta un nivel condicionado por la posición de la zona de emergencia, la cual a su vez está condicionada por el nivel de base del macizo, normalmente establecido donde el relieve externo corta las cotas de borde más bajas de la unidad calcárea. Pero a la vez el relieve de superficie experimenta la erosión normal que rebaja la topografía del terreno. La zona que nos ocupa ha experimentado a lo largo del tiempo tanto la karstificación como la progresiva erosión de su superficie.

En este desgaste progresivo del terreno, el talweg de los valles se ha ido erosionando y encajando, las laderas han sufrido denudación y rebajamiento de superficie y las zonas de sumidero deben haber ido experimentando un retroceso hacia su cabecera. Las aguas en el karst han acompañado este descenso de los niveles de base locales, excavando nuevos conductos a niveles progresivamente más bajos. Las circulaciones subterráneas se han visto facilitadas al progresar la karstificación, no sólo porque el agua fluvial puede reutilizar antiguos conductos excavados en zona vadosa, sino porque también el agua de lluvia penetra en profundidad más rápidamente a través de los conductos freáticos de épocas anteriores.

De modo inverso, el avance de la erosión de superficie ha ido recortando el relieve y desmantelando los conductos inactivos superiores. Las cuevas de Ekain 3, 4, 5 y 6, son fragmentos residuales de galerías anteriormente más extensas. En otros puntos de las laderas de Ekain se conservan también testigos de conductos freáticos, a diversas alturas. Probablemente las galerías de entrada de Ekain 2, 4, 5, y 7, se prolongaban más hacia el N, hacia una antigua superficie ya desaparecida.

La evolución del karst de Ekain seguramente comenzó bajo una cobertura Supraurgoniana más extensa. Al avanzar la erosión de superficie se puso al descubierto el afloramiento calcáreo infrayacente. Los ríos Beliosoro y Sastarrain entonces estaban en una posición algo más alta. El río que contorneaba el afloramiento de Ekain fue excavando su valle en las calizas y a medida que progresaba su rebajamiento exponía una superficie mayor de calizas sobre la ladera N. Sobre esta ladera se produjo la karstificación inicial. En etapas sucesivas ésta fue ampliándose al descender el talweg de Beliosoro y los niveles de base en Sastarrain. Durante la fase responsable de la excavación de los principales conductos de Ekain 1 y 2, en condiciones freáticas, el drenaje subterráneo bien puede haber emergido en la regata Goltzibar y en la zona de confluencia Beliosoro - Goltzibar. Posteriormente, la zona de surgencia se traslada hasta la proximidad del Urola y las aguas de la zona saturada del karst se hundieron hacia su posición actual, dejando abandonados los antiguos conductos. Estos tienden a colmatarse por la deposición de rellenos detríticos y el crecimiento de espeleotemas. En la parte media de Ekain 2 y Ekain 8 hay galerías que conservan entre la arcilla numerosos cantos rodados (muchos de ellos perfectamente esféricos) de areniscas alóctonas, obviamente importados desde el cauce de Beliosoro. La parte más superficial de los antiguos conductos es desmantelada por el avance de la denudación de superficie. En algunos casos se conservan (o se excavan en zona vadosa) galerías que enlazan distintos niveles, como resulta particularmente ilustrativo en el caso de Ekain 7.

La superposición de diferentes niveles de galerías, correspondientes a antiguos conductos freáticos, entrelazados por conductos oblicuos, que pueden haberse desarrollado tanto en condiciones vadosas como freáticas, introduce una gran complejidad en el trazado espacial actualmente observable. Igualmente, el retroceso de la zona de sumideros hacia la cabecera de cuenca genera toda una serie de puntos preferentes de drenaje. El patrón espacial de galerías muestra al menos 5 grandes líneas NW-SE en paralelo, más algunas adicionales que siguen directamente el buzamiento N-S. Este patrón estaría en correspondencia con la evolución comentada. Adicionalmente, las galerías de sentido W-E, existentes en casi todas las grandes cuevas, están en concordancia con la dirección preferencial del drenaje subterráneo hacia la zona de surgencia del Urola. Obviamente el dispositivo también aprovecha las líneas de debilidad impuestas por la fracturación. Al respecto, debe recordarse que el talweg de Sastarrain y parte del curso bajo de Beliosoro se instalan precisamente a expensas de una gran falla regional.

El karst de Ekain es un karst polifásico. Desde un punto de vista energético (o termodinámico) el karst de Ekain ha experimentado diversas fases de excavación de conductos (asociadas a sucesivos drenajes) en las cuales se han alcanzado estados estacionarios, pero lejos de la condición de equilibrio (GALAN, 1991). El decrecimiento de la entropía en el sistema ha sido compensado -repetidas veces- por el flujo de entropía representado por el aporte externo de aguas fluviales. Cuando en cada ciclo el sistema estaba próximo a alcanzar su madurez (su condición de equilibrio), el descenso de los niveles de base provocaba un "rejuvenecimiento" o puesta en funcionamiento de un nuevo drenaje.

La elevada cantidad de conductos en un afloramiento de calizas relativamente pequeño, como lo es el de Ekain, se explica tanto por el doble origen de las aguas que han intervenido en su formación (precipitaciones y captura de aguas fluviales) como por su progresiva evolución, con hundimiento del drenaje y retroceso de las vertientes. En este último sentido, la complejidad es máxima. Por un lado, ha existido un retroceso hacia el W de los puntos de captura de aguas fluviales a lo largo del talweg de Beliosoro y una incisión de su cauce. A la vez, la exposición de las calizas en la ladera N, a medida que iban siendo despojadas de su cobertura Supraurgoniana, ha ofrecido nuevos

puntos de infiltración de las aguas de lluvia a niveles progresivamente más altos. Por otro lado el nivel freático en las calizas ha experimentado un descenso vertical progresivo, y en este sentido las galerías más bajas serían las más jóvenes. Pero además la infiltración del agua de lluvia ha seguido actuando sobre toda la superficie hasta la actualidad, con lo cual podemos tener galerías muy jóvenes tanto en la zona más alta o más próxima a la superficie, como en la más baja (en la posición del nivel freático actual) del sistema, con galerías oblicuas que entrelazan conductos de diferente antigüedad. La complejidad del trazado observado es producto de esta superposición de factores, con lo cual es un vano ejercicio intentar descifrar las edades relativas de los diferentes conductos sin contar con otras herramientas, como sería el caso de dataciones absolutas Uranio-Thorio sobre espeleotemas o Paleomagnetismo de sus sedimentos.

Lo que sí puede afirmarse sin lugar a dudas es que existió una gran fase de disolución en condiciones freáticas la cual actuó sobre una franja entre las cotas 110 y 80 m.snm. y que es responsable de la excavación de gran parte de las galerías que se han preservado. Actualmente la zona inundada se sitúa a un nuevo nivel, más bajo, que se extiende entre la cota 56 m.snm. y el nivel de base del río Urola en la cota 40 m.snm.

FAUNA DE LAS CUEVAS DE EKAIN

El karst de Ekain presenta una gran diversidad en especies de alto interés bioespeleológico y biogeográfico, entre ellas varias especies troglóbias endémicas del País Vasco, Gipuzkoa, o incluso, restringidas a este karst. Los estudios bioespeleológicos hasta ahora efectuados permiten inventariar un total provisional de 72 taxa, entre ellos 12 especies endémicas del País Vasco. Expondremos a continuación los datos más relevantes.

Fauna troglóxena.

En la zona de entrada de las cuevas son frecuentes muchas especies de invertebrados troglógenos, los cuales acuden a este hábitat en busca de humedad, oscuridad, refugio o alimento; éstos no poseen modificaciones especiales para la vida hipógea (VANDEL, 1965). Entre ellos pueden citarse: moluscos gasterópodos (Cochlicopidae, Enidae, Zonitidae, Clausiliidae, Hygromiidae), arácnidos (araneidos Pholcidae, Linyphiidae -2 especies-, Argiopidae, Agelenidae; opiliones Nemastomatidae, Phalangidae, Gyantidae y Leiobunidae), isópodos Oniscidae -2 especies-, diplópodos Lulidae, tricópteros Limnephilidae (*Micropterna* sp., *Mesophylax* sp.), lepidópteros Geometridae de los géneros *Ortolita* y *Scoliopteryx*, muy diversos dípteros (Sciaridae, Mycetophilidae, Limnobiidae, Tipulidae, Culicidae, Phoridae), coleópteros (Carabidae, Harpalidae, Licinidae, Catopidae, Scydmenidae, Staphylinidae, Cantharidae, Curculionidae, Lucanidae, Scarabeidae) e incluso vertebrados, como anuros (*Bufo*, *Alytes*, *Rana*), urodelos (*Salamandra*), insectívoros Soricidae (*Sorex*, *Crocidura*), roedores (*Pitymys*, *Apodemus*), y quirópteros. Algunos de los taxa anteriores pueden penetrar a considerable profundidad en zona oscura (sobre todo diversos araneidos y quirópteros), pero lo hacen de modo cíclico o estacional. Entre estos últimos son frecuentes y fáciles de observar los murciélagos de herradura (Rhinolophidae), los cuales tienen marcadas preferencias cavernícolas y hábitos relativamente sedentarios.

Tres especies del género *Rhinolophus* están presentes (GALAN, 1997). *Rh.euryale* Blasius, es una especie mediterránea de hábitos coloniales, la cual en el País Vasco es poco frecuente y sólo habita en cavidades cálidas a baja altitud. En las simas de Ekain 2 y 7 forma pequeñas colonias en las galerías más inaccesibles. En Ekain 1 han sido hallados restos óseos. El murciélago grande de herradura, *Rh.ferrumequinum* (Schreber), es de valencia ecológica amplia, y han sido encontrados ejemplares aislados o pequeñas agrupaciones (de hasta 5-10 individuos) en las cuevas de Ekain 1, 2 y 7. De la especie menor del grupo, *Rh.hipposideros* Bechstein, han sido hallados en varias ocasiones ejemplares invernantes en Ekain 2, pero generalmente esta especie prefiere cavidades a mayor altitud y más frías que las de Ekain. Adicionalmente, durante una salida en período de verano, fue observado en Ekain 7 un ejemplar de quiróptero Vespertilionidae, *Myotis myotis* (Borkhausen), especie ubiquista que eventualmente se refugia en cuevas. En diversos puntos de las cuevas de Ekain se conservan acumulaciones de guano antiguo, lo que indicaría que en el pasado la abundancia de quirópteros era mayor.

Todas las formas troglógenas citadas (al menos 49 taxa) frecuentan ocasional o regularmente las cuevas, y contribuyen -como eslabones de la cadena trófica- a incrementar la complejidad de la red ecológica de la que en último término dependen los cavernícolas estrictos o troglóbios de la zona profunda. En el karst de Ekain las bocas de las cavidades son de dimensiones reducidas, por lo que la alta diversidad de troglógenos no es debida a un ingreso accidental, sino que en su mayoría se trata de taxa que acuden voluntariamente a la zona de entrada de las cuevas por sus preferencias ecológicas (variables para cada grupo).

Ambiente y clima.

Climáticamente, la zona profunda del karst de Ekain mantiene una temperatura constante de 12°C y una humedad relativa que oscila entre el 94% y el punto de saturación. La temperatura del agua se mantiene muy estable, en torno a 9.8°C. En las zonas de entrada próximas a las bocas la temperatura ambiente presenta una oscilación ligeramente mayor, de entre 9.5 y 12.5°C. Existen variaciones locales entre distintas galerías y cuevas, a tenor de su altitud y presencia de cuerpos de agua, los cuales desempeñan un papel refrigerante. El ambiente

es relativamente isotérmico, incluso hasta en la proximidad de las bocas. Seguramente esta marcada estabilidad ambiental (constancia de la temperatura y alta humedad) es parcialmente responsable de la gran diversidad de troglóxenos encontrados.

Fauna troglófila y troglobia.

Muchas otras especies troglófilas (cavernícolas facultativos, con rasgos anatómicos poco modificados) habitan de modo permanente y completan su ciclo vital en el ambiente intermedio de las cuevas, constituido por galerías amplias relativamente bien aireadas. A ellas se suman los cavernícolas estrictos o troglobios (cavernícolas mucho más modificados, adaptados a vivir en el ambiente profundo de las cuevas, y exclusivos de éstas). Estos prefieren las zonas profundas de aire en calma, alta humedad, y son frecuentes en mesocavernas y espacios menores (GALAN & HERRERA, 1998). El muestreo con empleo de cebos ha puesto de manifiesto esta característica, ya que muchas especies difíciles de observar a simple vista, acuden atraídos por los cebos.

Los troglobios son formas ciegas, depigmentadas, de cuerpo y apéndices elongados. Poseen múltiples órganos sensoriales no-ópticos (táctiles, quimiorreceptores, higrorreceptores) y otras modificaciones anatómicas, fisiológicas y metabólicas que los hacen especialmente aptos para la vida hipógea (VANDEL, 1965). Entre ellas destacan la permeabilidad de sus tegumentos, su baja tasa metabólica, una gran resistencia a condiciones adversas (escasez de alimento, elevada humedad, inundaciones periódicas, alta radioactividad natural, presencia de gases tóxicos y concentraciones reducidas de oxígeno), ciclo reproductivo contraído (con pocos descendientes, etapas larvales simplificadas y enorme longevidad) (GALAN & HERRERA, 1998).

Muchos troglobios derivan de antiguas faunas que habitaron en la región durante el Terciario, y constituyen relictos de otras épocas, los cuales han sobrevivido y evolucionado en las cuevas hasta el presente, mientras sus congéneres desaparecían del continente europeo. Su interés biogeográfico y evolutivo es por tanto muy considerable. Entre el material hasta ahora estudiado hay al menos 23 especies troglobias y troglófilas, de las que citaremos las más importantes.

Clase ARACHNIDA.

Orden PSEUDOSCORPIONIDA.

Familia Neobisiidae.

Los pseudoescorpiones están representados por la especie *Neobisium (Blothrus) vasconicum* Nonidez, forma troglobia altamente modificada e importante predador en el ecosistema de las cuevas. Ha sido colectada en Ekain 2 y Ekain 7. La especie es un endemismo de Gipuzkoa, donde está restringida a cuevas en los macizos de Ernio-Gazume, bloque de Ekain, y Urgoniano N de Aralar (ZARAGOZA, 2000). Es de destacar que de las 15 especies que comprende el subgénero *Blothrus* (todas ellas troglobias), 12 están restringidas al País Vasco, siendo 10 de ellas endemismos exclusivos, por lo cual se considera que el País Vasco ha sido el centro de especiación y diferenciación de este grupo.

Orden ARANEIDA.

Familia Linyphiidae.

Entre los araneidos de la familia Linyphiidae ha sido encontrada la especie *Troglohyphantes allaudi* Fage. Es una forma troglobia, descrita de la cueva de Galarra (Mondragón) y encontrada únicamente en cavidades de Gipuzkoa y Bizkaia, por lo que constituye un endemismo del País Vasco. En Gipuzkoa habita en cavidades de la zona de Mondragón, Ekain y Ernio. Es un predador frecuente en la zona profunda de las cuevas de Ekain.

Familia Argiopidae.

De la familia Argiopidae ha sido hallada la especie troglófila *Meta merianae* Scopoli, de amplia distribución en Europa y región vasco-cantábrica. Aunque no presenta modificaciones especiales para la vida hipógea, completa su ciclo vital en las cuevas, donde es frecuente observarla predando sobre otros invertebrados de la asociación parietal.

Clase CRUSTACEA.

Orden ISOPODA.

Familia Trichoniscidae.

Entre los crustáceos terrestres Isopoda (Oniscoidea: Trichoniscidae) ha sido encontrada la especie *Trichoniscoides cavernicola* Budde-

Lund. Forma troglobia, y endemismo vasco, en Gipuzkoa es donde tiene el mayor número de localidades hipógeas, incluyendo a las cuevas de Ekain y otras cavidades del macizo de Izarraitz. Su régimen alimenticio es saprófago o detritívoro. Se la encuentra frecuentemente en los sectores más húmedos de la zona profunda, donde busca restos orgánicos de origen vegetal depositados por las aguas de infiltración sobre suelos estalagmíticos y arcillosos. Acude a los cebos en bajo número.

Orden AMPHIPODA.

Familia Hadziidae.

Entre los crustáceos acuáticos Amphipoda ha sido identificada una especie perteneciente a la familia Hadziidae (superfamilia Hadziioidea): *Pseudoniphargus vasconiensis* Notenboom. Es un stygobio (troglbio acuático), de origen marino, endémico de Gipuzkoa y regiones limítrofes con Navarra y Alava. De amplia distribución hipógea en Gipuzkoa, ha sido colectado en numerosas cavidades y surgencias de Aralar, Otsabio, Aizkorri, Ernio y Ekain. En el macizo ha sido hallado en el río subterráneo y gours de Ekain 7. Forma micrófaga de hábitos omnívoros; se alimenta de otros microcrustáceos del plankton subterráneo (cladóceros, ostrácodos, copépodos), de partículas vegetales, cadáveres de troglógenos, y limo arcilloso, el cual contiene bacterias y productos de su metabolismo.

Clase DIPLOPODA.

Orden POLYDESMIDA.

Familia Polydesmidae.

Entre los diplópodos o milpiés ha sido encontrada la especie troglófila *Polydesmus coriaceus* Porat (de la familia Polydesmidae). No tiene modificaciones especiales para la vida hipógea. De hábitos detritívoros, habita en las zonas próximas a las entradas de las cuevas, donde normalmente se alimenta de restos orgánicos vegetales y madera en descomposición.

Orden IULIDA.

Familia Blaniulidae.

La familia está representada por la especie troglófila *Blaniulus dollfusi* Bröleman. De hábitos detritívoros, esta especie se encuentra con frecuencia en las acumulaciones de guano de quirópteros rinolófidos. La familia Blaniulidae posee diversos representantes troglbios de antiguo origen, como los *Typhloblaniulus*, de los karst pirenaicos. Pero el género no alcanza Gipuzkoa, donde es sustituido por los troglbios *Mesoiulus*, de la familia Iulidae.

Familia Iulidae.

Esta representada en las cuevas de Ekain por dos especies troglbias del género *Mesoiulus* (familia Iulidae). *Mesoiulus cavernarum* Verhoeff es un troglbio endémico exclusivamente de Gipuzkoa. En Izarraitz ha sido colectado en la cueva y en la sima de Aitzbeltz (a -270 m de profundidad) y en el fondo de Ekain 7 (a -102 m). La otra especie, *Mesoiulus stammeri stammeri* Verhoeff es un troglbio endémico de Bizkaia y Gipuzkoa. En Izarraitz ha sido colectado en las galerías más profundas de la sima de Ekain 2. Ambas especies son detritívoras y acuden a los cebos y a todo tipo de resto orgánico.

El género *Mesoiulus* presenta un notable interés biogeográfico; en la península ibérica está circunscripto a la región vasco-cantábrica (donde todas sus especies son endémicas); otras especies de *Mesoiulus* son conocidas de los Balcanes y Mediterráneo Oriental; posee además grandes afinidades con el primitivo género *Apfelbeckiella*, el cual posee numerosas especies cavernícolas en Bulgaria y Rumania; tal coincidencia sugiere un antiguo origen, paleo-mediterráneo, para el grupo.

Clase CHILOPODA.

Orden LITHOBIOMORPHA.

Familia Lithobiidae.

Entre los Chilopoda o cienpiés han sido encontradas dos especies pertenecientes a la familia Lithobiidae. *Lithobius anophthalmus* Matic es un troglbio sólo conocido de Gipuzkoa y Bizkaia. En Izarraitz ha sido colectado exclusivamente en la zona profunda de la sima Ekain 7.

Lithobius derouetae Demange es una forma troglobia, descrita de cuevas de Santander y Asturias; posteriormente fue encontrada en las cuevas de Gesaltza (Aizkorri) y Kobeta (Arno). Posee varias subespecies de difícil interpretación. *L.d.cuadridentis* Demange es conocida de una cueva de Oviedo, de Aizkirri (Aizkorri), de las cuevas de Ugarte berri (Izarraitz), y recientemente ha sido hallada en la cueva de Ekain 2.

Estas especies son activos depredadores de otros artrópodos, a los que atrapan con facilidad y dan muerte con el veneno de sus

forcípulas. Se desplazan con rapidez y acuden a los cebos en busca de presas, donde enseguida se esconden en grietas y bajo piedras al notar la presencia humana. Para ello disponen de un desarrollado órgano de Tomösvary, de funciones higrorreceptoras y mecanorreceptoras. En *L.anophthalmus* la ausencia de ocelos es total y el órgano de Tomösvary es de grandes dimensiones.

Clase HEXAPODA.

Subclase APTERYGOTA.

Orden COLLEMBOLA.

Familia Entomobryidae.

Entre los insectos apterygotos del orden Collembola han sido encontradas dos especies troglobias del género *Pseudosinella* (familia Entomobryidae), el género más modificado entre los colémbolos troglobios europeos. Las especies colectadas, en proceso de estudio, poseen un gran desarrollo de las uñas y apéndices empodiales de las patas, caracteres éstos que los hacen especialmente aptos para trepar sobre superficies rocosas verticales. Habitan en la zona profunda de alta humedad de las cuevas de Ekain y son abundantes sobre restos orgánicos. De hábitos omnívoros, acuden a los cebos de queso en grandes números, donde constituyen una importante fuente de alimento para los troglobios predadores (sobre todo carábidos). Junto a otros colémbolos, estas especies están en la base de la pirámide trófica del ecosistema de las cuevas.

Familia Onychiuridae.

Otras dos morfotipos troglófilos del género *Onychiurus* (Onychiuridae) son frecuentes sobre restos orgánicos, especialmente deyecciones de quirópteros y restos aislados de madera muerta. Estos taxa no presentan caracteres modificados y sus hábitos son predominantemente guanófilos.

Familia Isotomidae.

Las especies colectadas en Ekain está aún en proceso de estudio a nivel específico. Provisionalmente hemos separado dos taxa de los géneros *Folsomia* e *Isotoma* (Isotomidae). Habitan en las zonas más próximas a las entradas, generalmente sobre restos vegetales, lo que nos hace suponer que se trata de representantes del medio edáfico o del humus, que viven de modo permanente en las cuevas si el alimento es suficiente.

Orden DIPLURA.

Familia Campodeidae.

Del orden Diplura ha sido hallada una especie cavernícola troglobia de la familia Campodeidae: *Litocampa española* Condé, que habita sobre sustratos detríticos y estalagmíticos en la zona profunda de Ekain 7. Estos primitivos insectos son fáciles de reconocer por su cuerpo grácil, depigmentado, con dos largas antenas hacia adelante y dos largos cercos caudales, simétricos de las antenas. De hábitos micrófagos, todos los campodeidos son anoftalmos y llevan un modo de vida subterráneo, bien sea en el suelo, grietas de la roca, bajo piedras o en cavernas. Los troglobios generalmente difieren de las formas del edáfico por su mayor esbeltez y alargamiento de los apéndices y, sobre todo, por sus uñas más desarrolladas, estriadas y guarnecidas con crestas laterotergales, caracteres éstos presentes en la especie de Ekain. Tales adaptaciones son útiles sobre los sustratos rocosos y húmedos de las cuevas. Difíciles de ver en condiciones normales, acuden con rapidez a los cebos, donde es fácil encontrar tanto adultos como juveniles.

Subclase PTERYGOTA.

Orden COLEOPTERA.

Familia Carabidae.

Los coleópteros Carabidae de la subfamilia *Trechinae* comprenden a dos taxones poco modificados, que unos autores consideran troglófilos y otros troglobios de reciente origen (neo-troglobios). Se trata de *Trechus distigma* Kiesenwetter y *Trechus grenieri uhagoni* Crotch. Los dos taxones poseen una amplia distribución en toda la región vasco-cantábrica. Poseen cierto grado de depigmentación y reducción o atrofia ocular. Son de hábitos carnívoros (depredadores) y generalmente se encuentran en zonas próximas a las entradas.

También de la familia Carabidae, pero de la subfamilia Pterostichinae, ha sido hallado el raro troglobio *Trogloorites breuili mendizabali* Jeannel. La especie *T.breuili* es una forma endémica exclusiva del País Vasco, donde sólo es conocida de cavidades de Aralar, Urbasa y Ernio. La subespecie *T.b.mendizabali* está aún mucho más restringida, ya que sólo es conocida de cavidades del macizo de Ernio y de Ekain

2. Esta última subespecie difiere de la forma tiponimial por su cabeza más voluminosa, protórax ancho y talla mayor. Como otros carábidos cavernícolas, son carnívoros depredadores; acuden a los cebos en busca de presas, pero generalmente en muy bajo número. El género *Trogloorites* comprende sólo dos especies, la ya citada, endémica del País Vasco, y otra especie troglobia: *T. ochsi*, endémica de los Alpes marítimos. Esta distribución parece evidenciar que las dos especies de *Trogloorites* son los restos de una antigua línea de Pterostichinae que poblaba la cadena pirenaico-provenzal y cuyos representantes actuales (auténticos “fósiles vivientes”) han quedado confinados en cuevas en los extremos de su primitiva área.

Familia Cholevidae.

Los coleópteros Bathysciinae (Cholevidae: Leptodirinae) son formas saprófagas de hábitos detritívoros y habitualmente acuden a los cebos. Los hallados en Ekain pertenecen a dos secciones distintas. La Sección *Speocharis* presenta la forma troglobia poco modificada *Speocharis noltei* Coiffait. El taxón es un endemismo vasco. La especie sólo es conocida de cuevas en la zona litoral de Bizkaia (sector Gemika-Lekeitio), y penetra en Gipuzkoa hasta el macizo de Izarraitz, donde ha sido colectado en las cuevas de Ermitia, Arbil, Aitzbeltz y Ekain.

La Sección *Speonomus* incluye las formas troglobias más modificadas entre los Bathysciinae cavernícolas vascos y todas ellas son endemismos exclusivos de Gipuzkoa y Navarra. El taxon que citamos a continuación constituyó (en 1980) una especie nueva para la Ciencia, y está restringida a una única cavidad: la sima de Ekain 2. *Speocharidius vivesi* Español & Bellés, sólo es conocida en el mundo de la zona profunda de Ekain 2. El género comprende otras dos especies endémicas de Gipuzkoa: *S. breuili* Jeannel, de los macizos de Ernio y Pagoeta, y *S. bolivari* Jeannel, exclusiva de las cuevas de Arrobieta y Ezkiita (Anoeta-Ernio). Junto a *Kobiella galani* Español, *Aranzadiella leizaolai* Español y *Joseftekia angelinae* Bellés & Deliot, todas ellas de géneros monoespecíficos, constituyen un grupo de especies troglobias altamente modificadas y de origen antiguo.

El origen de estos Bathysciinae troglobios supone una amplia diversificación del grupo durante el Terciario, seguida de una radiación específica en diferentes regiones kársticas. Durante el Terciario final y el Pleistoceno se produjo la extinción de muchas especies en las zonas glaciadas, durante la cual la región vasca constituyó un centro de diversificación independiente, en el cual se diferenciaron y evolucionaron numerosas formas troglobias, restringidas a pequeñas áreas (GALAN, 1993). Así lo prueba la alta diversidad de formas endémicas encontrada. En este sentido, el bloque de Ekain ha constituido un islote kárstico, con una representación faunística singular.

ENDEMISMO Y BIODIVERSIDAD

Un alto porcentaje de los troglobios citados constituyen endemismos vascos (o incluso gipuzkoanos), lo que demuestra el alto interés que presenta la fauna de las cuevas de Ekain. Estas especies troglobias en su mayoría derivan de estirpes de antiguo origen y son por tanto de gran valor como indicadores paleogeográficos.

De modo provisional contabilizamos para el karst de Ekain una representación de 72 taxa (23 troglobios y troglófilos y 49 troglófenos), lo que es un valor muy alto en biodiversidad para la fauna de cuevas de macizos de tan reducida extensión como del que tratamos. Doce de las especies citadas son endémicas del País Vasco y una de ellas, *Speocharidius vivesi* Español & Bellés, es exclusiva de este pequeño macizo.

Lo hasta ahora conocido es sólo una parte de lo que aún resta por descubrir, por lo que no debemos dejar pasar la ocasión para recordar la importancia que reviste el estudio y la conservación del karst, y de algunas cuevas y sectores del mismo, ya que ellos albergan algunos de los más altos valores en endemismo y biodiversidad zoológica (HAMILTON-SMITH, 1970; GALAN, 1993). Por otro lado, el conocimiento de los artrópodos cavernícolas puede permitir utilizar a esta fauna como bioindicadora de procesos de degradación ambiental de las cavidades (REJIC, 1973; LEWIS, 1995). Los artrópodos troglobios deben ser considerados especies amenazadas, tanto por su status de vulnerabilidad ante cambios en las estrictas condiciones de su habitat, como debido a su bajo tamaño poblacional y acentuada fragilidad de sus ciclos de vida (McFARLANE, 1988; KOVACS, 1989). Muchas de estas raras e interesantes especies tienen poblaciones de sólo unos pocos miles de individuos (un valor que resulta extraordinariamente bajo si se lo compara con las de artrópodos epigeos) y su número de descendientes es muy reducido.

Para asegurar la supervivencia de estos organismos es necesario preservar el medio en el que viven, ya que pequeñas variaciones en los parámetros ambientales pueden influir de manera drástica en sus poblaciones (DELTACHEV, 1989; HARDWICK & GUNN, 1989). La destrucción de estos relictos filogenéticos implicaría la pérdida de un valioso patrimonio biológico y genético, que representa probablemente la más alta contribución de la región vasca a la biodiversidad mundial.

DISCUSION

El karst de Ekain muestra una elevada densidad de conductos: más de 2 km de galerías se extienden bajo una pequeña superficie, escalonándose a lo largo de un considerable desnivel (mayor de 100 m). El volumen calcáreo está acribillado de vacíos, a diferentes escalas,

los cuales forman un único sistema. Todas las cuevas del afloramiento (y seguramente otros conductos que no conocemos, inaccesibles por colmatación parcial o situados en la zona inundada actual) forman un sistema polifásico producto del establecimiento de sucesivos drenajes subterráneos. La elevada disolución específica (el volumen de carbonatos disueltos y exportados por km² y año) (BAKALOWICZ & MANGIN, 1980) en este karst, es debida a la intercepción de aguas fluviales (elevado caudal específico), y no sólo a la infiltración local de las precipitaciones. Los datos hidrogeológicos presentados así lo confirman.

La morfología observada sugiere que, en la mayor parte de la red, los conductos han sido excavados en condiciones freáticas. Este proceso prosigue actualmente en la zona saturada. La mayor parte de las galerías hoy accesibles son galerías "fósiles" que han quedado como remanente inactivo en la actual zona vadosa.

El descubrimiento de un colector en el fondo de Ekain 7 ha puesto en evidencia varias cosas: (1) La mayor parte del caudal que circula en el karst procede de aguas fluviales. (2) La surgencia principal del sistema está situada en la confluencia del Urola, oculta por el aluvial de edad Cuaternario que rellena el fondo de valle. (3) El drenaje de la zona profunda tiene una dirección preferencial W-E, capturando de este modo el drenaje de los restantes afloramientos calcáreos de la unidad.

Los factores y tendencias que gobiernan la karstificación y circulación subterránea actual deben haber actuado de modo similar en el pasado.

La presencia de cantos rodados alóctonos, incluidos en rellenos detríticos de galerías inactivas, muestra que la captura por el karst de aguas fluviales también ocurrió en fases pasadas. Evidencias adicionales (pendiente de las galerías, pendants y bóvedas de disolución asimétricas, meandros de bóveda y dispositivo sedimentario) indican unas direcciones de flujo predominantemente NW-SE y W-E. En esas fases freáticas anteriores los niveles de excavación serían progresivamente más jóvenes hacia el W, estando situados a mayor altitud los más antiguos. Esto explicaría el porqué algunas cuevas hunden sus galerías inferiores hasta cotas más bajas y orientales. El trazado de las galerías muestra la existencia de al menos 5 grandes líneas paralelas de sentido NW-SE. La infiltración local de las precipitaciones ha permitido enlazar entre sí conductos de diferentes edades. Igualmente, la infiltración local permite explicar la presencia de sedimentos reexcavados, como los que contienen restos fósiles pleistocénicos en Ekain 2.

Puede afirmarse que existe una franja altitudinal (entre 110 y 80 m.snm.) en la que se excavó un alto porcentaje de conductos en el pasado, mientras que la circulación principal actual se ha hundido a una cota inferior (56 m.snm. en el colector actual). En esta franja principal puede admitirse que hubo varios eventos de excavación sucesivos, como lo muestra la presencia en Ekain 7 de al menos tres niveles de galerías horizontales (cotas -50, -59 y -77 de la sima, a altitudes respectivas de 108, 99 y 81 m.snm., respectivamente). Existe también una correspondencia entre las cotas de los dos primeros niveles con la red de Ekain 1 y de los dos segundos con las principales galerías de Ekain 2.

Por otro lado, la proximidad a la superficie y la cota alcanzada por las galerías inferiores de Ekain 2, muestran que -hipotéticamente- pudo existir en el pasado algunas fases en las que el agua emergiera en el talweg de la regata Goltzibar próximo a la confluencia de la cota 70. Igualmente, la boca actual de Ekain 1 en la cota 90 pudo ser un conducto de una antigua zona de circulación o de emergencia. En este sentido, una parte de las galerías del karst de Ekain habrían sido excavadas trasvasando agua fluvial desde el curso de Beliosoro hacia el curso bajo de Goltzibar. El dispositivo estructural, con buzamiento de las calizas de 20° S, ha facilitado este tipo de capturas y, en fases más modernas, ha propiciado el hundimiento del drenaje al nivel de la circulación actual.

La explicación anterior es muy plausible, ya que en todo karst el avance de la karstificación en el transcurso del tiempo tiende a extender la misma a volúmenes progresivamente mayores de roca (BAKALOWICZ & MANGIN, 1980). La circulación actual, no obstante, parece estar en una relativa condición juvenil, no plenamente desarrollada, ya que en tal caso habría conseguido hacer desaparecer por completo el drenaje epígeo a lo largo de los talwegs de Beliosoro y Sastarrain, los cuales, por el contrario, son cursos de agua permanentes (aunque de escaso caudal).

En la evolución del sistema a lo largo del tiempo ha existido una progresiva remoción de la cobertura supraorogénica, propiciando la extensión de la superficie de alimentación sobre las calizas. La infiltración del agua de lluvia en ésta ha logrado taladrar verticalmente la masa caliza enlazando conductos de diferentes edades. La sima Ekain 7 es especialmente ilustrativa a este respecto. No obstante, en la fase actual estamos asistiendo, por un lado, a un desmantelamiento de los conductos más superficiales del karst, y por otro, a la colmatación de antiguas galerías por rellenos principalmente quimiolitogénicos. En zonas próximas a la superficie, el colapso de techos puede destruir y ocultar tramos de galerías antiguas. El lateral N de Ekain 1 (superpuesto a Ekain 8) probablemente se abría al exterior en un pasado no muy lejano. En superficie, a escasos 5 m al NW de la boca de Ekain 8 hay bloques colapsados con restos de antiguos conductos. Es probable que en este sector se abriera la boca principal de Ekain 1, mientras que la boca actual correspondería más bien a un conducto secundario, que está hoy en comunicación con la superficie por el progresivo rebajamiento de la ladera.

Ekain 8 muestra que localmente puede haber galerías próximas a los cursos epígeos en las que el nivel freático está en correspondencia con el nivel de los ríos exteriores. Igualmente Ekain 6 es un buen ejemplo de un antiguo sumidero que capturaba aguas del río Beliosoro, y que sólo recientemente ha quedado inactivo al descender por erosión el talweg epígeo. La incisión del cauce del Urola ha condicionado de modo general tanto la erosión del talweg de sus afluentes como el descenso general del nivel piezométrico en el karst.

La surgencia de las aguas en el Urola es un proceso reciente, en pleno desarrollo. Anteriormente otros puntos de Sastarrain e incluso del curso bajo de Goltzibar pueden haber actuado como zonas de emergencia. Postulamos como hipótesis que la actual posición del nivel de base en el Urola es probablemente de edad Holoceno. Esto sugiere que en la época Magdaleniense, de la cual datan las pinturas rupestres de Ekain, probablemente, aunque el relieve no fuera muy distinto al actual, las aguas subterráneas del bloque de Ekain surgirían en la

proximidad de la confluencia Beliosoro - Goltzibar. El hundimiento del nivel piezométrico ha sido acompañado en zona vadosa por la colmatación, acumulación de espeleotemas y colapso parcial de antiguos conductos, proceso que ha seguido hasta la actualidad.

CONCLUSIONES

En resumen, con los datos actualmente disponibles, podemos llegar a las siguientes conclusiones: (1) El karst de Ekain alberga una importante cantidad de galerías que conforman un único sistema espeleológico. (2) Su génesis y evolución ha estado comandada por el predominio de la captura de aguas fluviales, y no es sólo el producto de la infiltración local de las precipitaciones. (3) La mayoría de las galerías ha sido excavada en condiciones freáticas. (4) El sistema kárstico es polifásico, con sucesivos drenajes que han seguido la evolución erosiva local del relieve de superficie. (5) La zona actual de circulación, donde ha sido descubierto un importante colector, se sitúa a una cota más baja que la mayoría de las galerías previamente conocidas, las cuales fueron excavadas en fases anteriores. (6) Los datos que presentamos en este trabajo, en gran parte descriptivos, permiten tener una clara visión espacial de los distintos fenómenos y de las relaciones entre ellos. (7) Los datos hidrológicos y geomorfológicos hacen posible comprender la estructura, evolución y funcionamiento del karst, en sus grandes líneas. (8) El trabajo expone una hipótesis comprensiva sobre los factores que han gobernado la génesis de las cuevas; aunque obviamente están faltando dataciones absolutas que permitan fechar los distintos episodios. (9) Se propone, y se deja abierta la posibilidad, de que el principal acceso de Ekain 1 en época prehistórica, no fuera la actual boca, sino otras galerías en el flanco N actualmente colapsadas. (10) Se citan las principales especies de fauna cavernícola hasta ahora halladas en el sistema, siendo muchas de ellas formas troglobias endémicas del País Vasco e incluso restringidas a este karst, por lo cual revisten un considerable interés zoológico y biogeográfico.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los integrantes del Departamento de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi que colaboraron en diversas épocas en la exploración, topografía y trabajos bioespeleológicos en las cuevas de Ekain, como: Jaime Villota, P. Guelbenzu, Garikoitz Estornés, Rafael Zubiría, Iñaki Araiz, Mikel Zalbide, Urrupin Eizaguirre, Endika de Miguel, J. Sánchez Dorronsoro, L.M. Pérez Herrero, Javier Zabala, Francisco Etxeberria, y, especialmente en la época moderna, a Jon Laskibar, Beñat Ibaieta, José Ignacio del Cura, Marian Nieto, Eric Leroy y Sandrine Coissard. Igualmente agradezco a Imanol Goikoetxea la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- ALTUNA, J. & J.M. APELLANIZ. 1978. La figuras rupestres paleolíticas de la cueva de Ekain (Deva, Guipuzcoa). *Munibe*, 30 (1-3): 1-151.
- ALTUNA, J. et al. 1995. Carta Arqueológica de Gipuzkoa, II. Cuevas. *Munibe*, S.C.Aranzadi, Suplemento nº 10: 220 pp.
- BARANDIARAN, J.M. & J. ALTUNA. 1969. La cueva de Ekain y sus figuras rupestres. *Munibe*, 21: 329-386.
- BAKALOWICZ, M. & A. MANGIN. 1980. L'acuífère karstique: sa definition ses caractéristiques et son identification. *Mem. h. ser. Soc. Geol. Fr.*, 11: 71-79.
- DELTSHEV, C. 1989. Conservation problems of the Bulgarian cave fauna. *10th. Internat. Congr. Speleol.*, Budapest, Commun., 3: 778-779.
- GALAN, C. 1988. Zonas kársticas de Guipúzcoa: Los grandes sistemas subterráneos. *Munibe (Cienc. Nat.)*, 40: 73-89.
- GALAN, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado. *Munibe (Cienc.Nat.)*, S.C.Aranzadi, 43: 43-72.
- GALAN, C. 1992. Estudio hidrogeológico de los macizos kársticos de Izarraitz y Arno (Gipuzkoa, País Vasco). S.C.Aranzadi, *Inf.Int.*, 38 p.
- GALAN, C. 1993. Fauna hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. *Munibe (Cienc.Nat.)*, 45 (número monográfico): 1-163.
- GALAN, C. 1997. Fauna de Quirópteros del País Vasco. *Munibe (Cienc. Nat.)*, 49: 77-100.
- GALAN, C. & F. ETXEBERRIA. 1994. Gipuzkoako karst eta leizezuloak (Karsts y cavernas de Gipuzkoa). *Dpto. de Cultura Dip. Foral Gipuzkoa, Serie Bertan*, 6: 1-107.
- GALAN, C. & F. HERRERA. 1998. Fauna cavernícola: ambiente, especiación y evolución (Cave fauna: environment, speciation and evolution). *Bol. Soc. Venezol. Espeleol.*, 32: 13-43.
- HAMILTON-SMITH, E. 1970. Biological aspects of cave conservation. *J. Sydney Speleol. Soc.*, 14: 157-164.
- HARDWICK, P. & J. GUNN. 1989. Cave management and conservation in Britain: an historical overview. *10th. Internat. Congr. Speleol.*, Budapest, Commun., 1: 196-197.
- HERNANZ, A. 1975. Estudio hidrogeológico de los alrededores de Deva, Guipúzcoa. *Euroestudios S.A.*, Inf. ES 220/17, 49 pp.
- IGME. División Aguas Subterráneas. 1971. *Estudio hidrogeológico general de la provincia de Guipuzcoa*. Memoria y anexos, 4 vols. Madrid.
- KOVACS, H. 1989. Paradoxical consequences of the impact between man and cave. *10th. Internat. Congr. Speleol.*, Budapest, Commun., 2:

606-607.

LEWIS, J. 1995. Cave bioinventory as a management tool. *Proc. of the Nat. Cave Management Symp.*, Spring Mill, Indiana: 228-236.

McFARLANE, D. 1988. Endangered cave species. *Nat. Speleol. Soc. News*, 100: 36-37.

REJIC, M. 1973. Biological pollution indicators in underground waters. *Biol. vestnik*, Ljubljana, 21: 11-15.

VANDEL, A. 1965. *Biospeleology: The Biology of Cavernicolous Animals*. Pergamon Press, Oxford, 524 p.

ZARAGOZA, J.A. 2000. Pseudoscorpiones cavernícolas de Asturias, Cantabria y País Vasco (Arachnida). *Mediterránea, Serie de estudios biológicos Univ. Alicante*, Ep.2, 17: 1-44.

LEYENDA FIGURAS.

Lámina 1.

Cuevas de Ekain. Fila 1. Izquierda: Morfología freática en una de las galerías de Ekain 2. Incluidos en el sedimento del suelo se encuentran cantos rodados alóctonos de areniscas supraurgonianas. Derecha: Pendants freáticos en Ekain 2. Fila 2. Izquierda: Galería con grandes pendants freáticos. Derecha: Galería freática horizontal en la cota -50 de Ekain 7. Se aprecia la morfología de conducto forzado y los sedimentos del suelo. Fila 3: Galería freática en Ekain 2, con scallops y bóvedas de disolución.

