

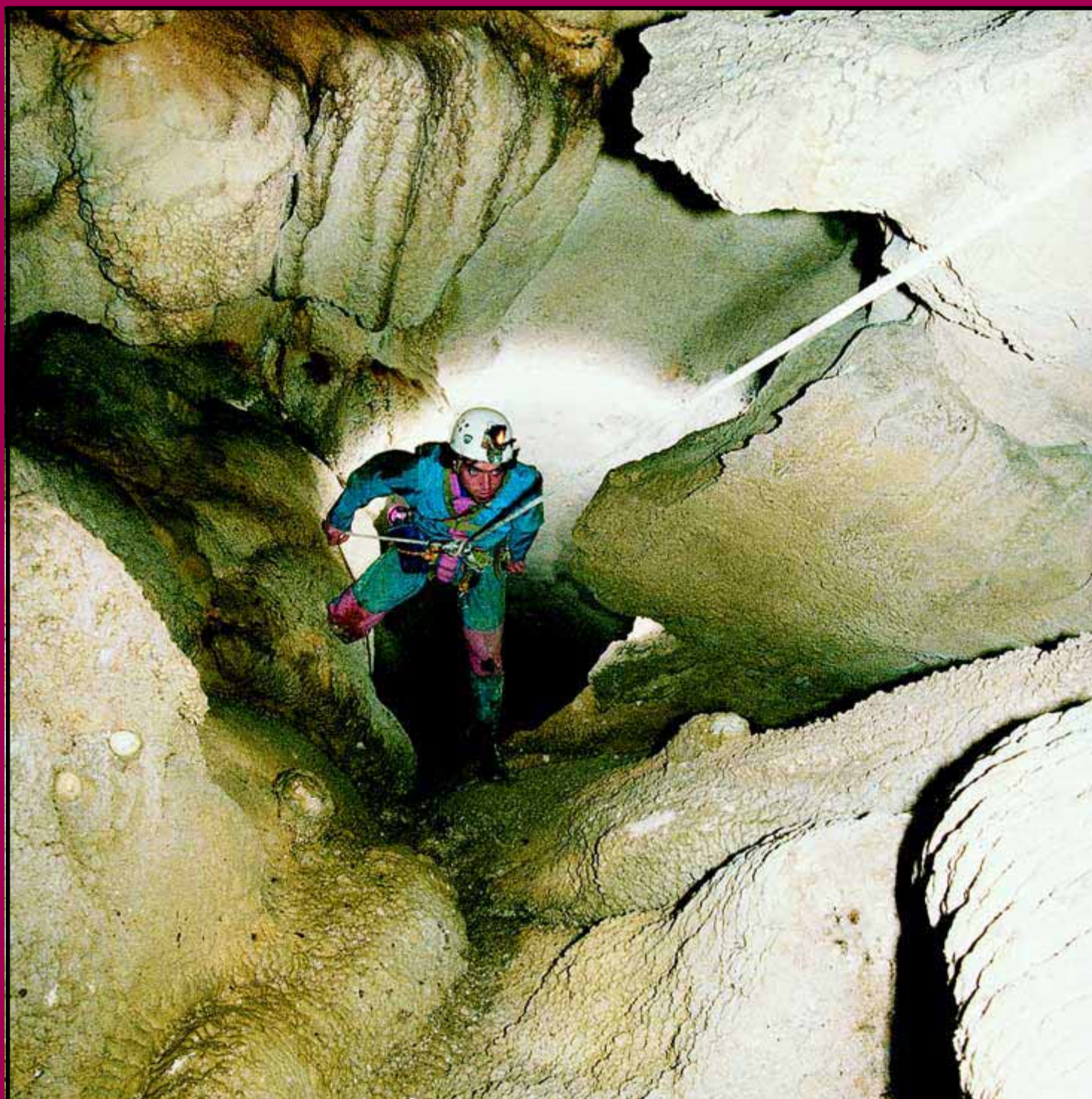
KARAITZA

NÚMERO **10**



UNIÓ DE ESPELEÓLOGOS VASCOS
EUSKAL ESPELEOLOGOEN ELKARGOA
UNION DE SPELEOLOGUES BASQUES

Donostia - S. Sebastián
2001



Pozo en la sima Aitzabal 3. Pozo de 20 metros localizado cerca del pozo de entrada (Foto. Aloña Mendi E.T.).

**UNIÓN DE ESPELEÓLOGOS VASCOS.
EUSKAL ESPELEOLOGOEN ELKARGOA.
UNION DE SPELEOLOGUES BASQUES.**

Atzeko Kale, 30
20560 Oñati (Gipuzkoa)
Euskal Herria.
eee.uev@euskalnet.es
Fax: 943 78 03 78

JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENTE:	Santi UGARTE
VICEPRESIDENTE:	David DIEZ THALE
SECRETARIO:	Iosu LAKONTXA
TESORERO:	Peio ZABALETA
VOCAL POR ARABA:	Javier CUADRADO
VOCAL POR BIZKAIA:	Iñaki LATASA
VOCAL POR GIPUZKOA:	Carlos ERAÑA
VOCAL POR NAFARROA:	Patxi AZPILICUETA

Número de Inscripción en el Registro de Asociaciones del Gobierno Vasco: Sección Primera, G/204/86.

La revista KARAITZA se publica anualmente por miembros de Euskal Espeleologoien Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos en Oñati (Gipuzkoa). Es una publicación que está abierta a todo trabajo de interés espeleológico, particularmente a aquellos referidos al karst del País Vasco.

La Comisión Editora de Karaitza está integrada por: José Javier Maeztu (Director), Jesús M^a Lz. de Ipiña, Félix Alangua, Carlos Eraña, Txomin Ugalde y Román Muñoz.

Todos los originales y correspondencia deben ser enviados a: Comisión Editora Karaitza. Grupo Espeleológico Alavés. Apartado Correos 21. 01080 Vitoria-Gasteiz. Spain. E-mail: jamae@euskalnet.net. Para la redacción de originales se seguirán las pautas expuestas en «Instrucciones a los Autores», que aparecen en la contracarátula de este número, preferiblemente en disquete sistema Macintosh (Word) o PC (Word - Word Perfect).

La Comisión Editora de Karaitza no se hace responsable de las ideas y opiniones desarrolladas por los autores en los artículos que son de su exclusiva responsabilidad.

Los grupos de Espeleología que integran EEE-UEV han contado para su funcionamiento con la colaboración de los Departamentos de Cultura y Deportes de las Diputaciones Forales de Alava, Guipúzcoa, Vizcaya, del Departamento de Obras Públicas, Transporte y Comunicaciones del Gobierno de Navarra y del Departamento de Cultura del Gobierno Vasco.

INDICE

<i>Amutxate'ko Leizea. La cueva de los osos de Aralar (Navarra)</i> Arturo Hermoso de Mendoza, Víctor Abendaño, Jokin Orce, Trinidad de Torres, Rafael Cobo	3
<i>El Karst de Arantzazu. (Gipuzkoa)</i> Joseba Dorado, Keltze Arrue, Xabier Azkarate, Xabier Azkoaga, Ricardo Eraña, Carlos Eraña, Iñigo Ezkibel, Aritz Galdos, Josu Lakontxa, Andoni Olalde, Jon Ugarte, Santiago Ugarte	14
<i>El Epikarst: una parte esencial del acuífero kárstico</i> I. Antigüedad, I. Mugerza	28
<i>El Karst de las cabeceras del Baias-Padrobaso en el Macizo de Gorbeia (Bizkaia - Araba)</i> Iñaki Latasa	35
<i>Las zonas kársticas al NW de Llodio (Alava)</i> José Javier Maeztu	47
<i>Actividades efectuadas por la EEE-UEV (2000)</i>	57

Maquetación: PRN Sistemas, S.L. - Valladolid, 20 - Vitoria-Gasteiz
Impresión: Evagraf, S. Coop. Ltda. - Alibarra, 64 - Vitoria-Gasteiz
Depósito Legal: SS-110/92
ISSN: 1133-5505

AMUTXATE 'KO LEIZEA, LA CUEVA DE LOS OSOS DE ARALAR (Navarra)

Arturo HERMOSO DE MENDOZA*, Víctor ABENDAÑO*, Jokin ORCE*, Trinidad de TORRES**, Rafael COBO**

* SATORRAK ESPELEOLOGI TALDEA (G. E. Satorrak)
C/ Descalzos 37 Bajo bis 31001 Iruñea (Nafarroa)
satorrak@jet.es

** Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Minas

(Recibido en Junio de 2001)

RESUMEN

La sierra de Aralar es uno de los macizos kársticos más importantes de Euskalherria con cavidades emblemáticas como Ormazarreta, Larretxiki o Pagomari. En su labor de investigación del sistema hidrogeológico del nacedero de Aitzarreta (Aralar Navarra), que dura ya casi 30 años, el G. E. Satorrak han descubierto gran cantidad de fenómenos espeleológicos que si bien no alcanzan tanto desarrollo y magnitud como en la parte guipuzcoana, también son importantes para la comprensión del funcionamiento hidrogeológico general. Entre ellas se encuentra Amutxate 'ko leizea, que fue objeto de intensos trabajos de desobstrucción en busca del ansiado colector, pero en cuyo interior aguardaban también otros conocimientos relacionados con nuestra actividad: la paleontología.

LABURPENA

Aralar mendilerroa Euskalherriko multzo karstiko garrantzitsuenetarikoa bat da, haizulo ospetsu batzuekin, besteak beste, Ormazarreta, Larretxiki edo Pagomari. Aitzarreta sistema hidrogeologikoan ia 30 urte irauten dituen Satorrak egindako hausnarketa lanetan, haizulo eta leze asko aurkitu du. Gipuzkoako beste kobazulo bezain handiak ez izan arren bertze ezaugarri interesgarriak dituzte. Haien artean Amutxateko leizea aurkitzen da. Lan ederra egin izan zen kolektore aurkitzearen, baina barruan espeleologiarekin lotzen den beste arloak itxoen gintuen: Paleontología.

ABSTRACT

The Aralar mountain range is one of the most important karstic massifs in The Basque Country, with notable caves as Ormazarreta, Larretxiki or Pagomari. In their research work on the hydrogeological system of the Aitzarreta river spring (Aralar of Navarra), which has been carried out for almost 30 years, the G.G. Satorrak have found a lot of speleological phenomena that although they are not so well developed and great as in the Gipuzcoa part, they are, however very important for the understanding of how the hydrogeological system works. Among them it must be mentioned the Amutxate 'ko leizea, where hard work was carried out to open a passage in search of the long awaited drainpipe but in its inner part discovered us a lot of knowledge related to Paleontology.

INTRODUCCIÓN

Amutxate es un antiguo topónimo localizado en la zona alta de la sierra de Aralar, en su vertiente Navarra, siendo lugar de paso tradicional desde Larraun a los rasos del circo de Etzantza. Se trata de una zona importante espeleológicamente hablando, el karst alcanza un desarrollo importante y por ello ha sido una zona de trabajo tradicional para el G.E. Satorrak, en su investigación del sistema hidrogeológico de Aitzarreta, localizándose estos terrenos dentro del área de captación de dicha surgencia.

Durante la campaña de investigación llevada a cabo durante el año 1988 se descubre la AM3, cavidad en la que desde un principio se pusieron muchas esperanzas, dada la especial ubicación geológica de la cavidad y la gran corriente de aire que exhalaba por la boca. Se trataba de una pequeña fisura de 0,7 x 1 m. que tras un resalte, desembocaba en un meandro impracticable con interesantísimas perspectivas de continuación. Fueron seis lar-

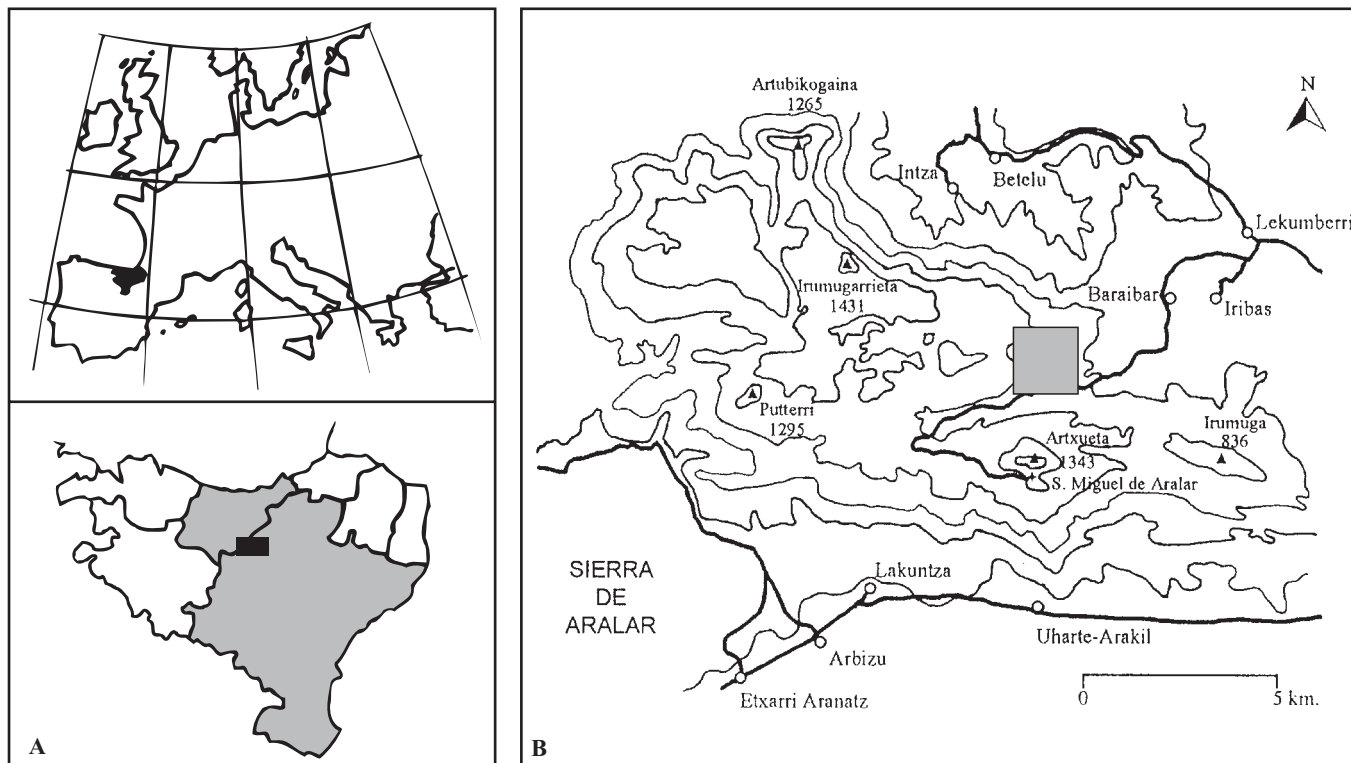


Figura 1. Situación geográfica de la Sierra de Aralar

gos años de desobstrucción, en los que se fueron alternando los más diversos medios a nuestro alcance.

En mayo de 1995 se supera el "pasó del reloj" y se accede a una galería forzada por los planos de estratificación. Cual fue la sorpresa al acceder a una amplia sala formada en una pequeña falla y que contenía un interesante yacimiento intacto de oso de las cavernas. A partir de ahí, las labores se centraron en la protección de la cavidad, su exploración y estudio y la localización de un experto en esta rama de la paleontología. El profesor Trinidad de Torres, de la Universidad Politécnica de Madrid, de reconocido prestigio internacional, es la persona encargada de dirigir las investigaciones.

Durante 1998 se procede al cierre de su acceso y al acondicionamiento de la entrada para facilitar las tareas de excavación. Desde entonces y hasta la actualidad se vienen desarrollando sucesivas campañas paleontológicas, que están revelando gran cantidad de datos sobre la presencia del oso de las cavernas en Aralar y de las condiciones paleoambientales que imperaban hace más de 30.000 años.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La sierra de Aralar se extiende de WNW a ESE, comprendiendo una extensión aproximada de 117 km² en Navarra y 91 km² en Guipuzkoa. Se alarga desde las inmediaciones de Zaldibia y Ataun

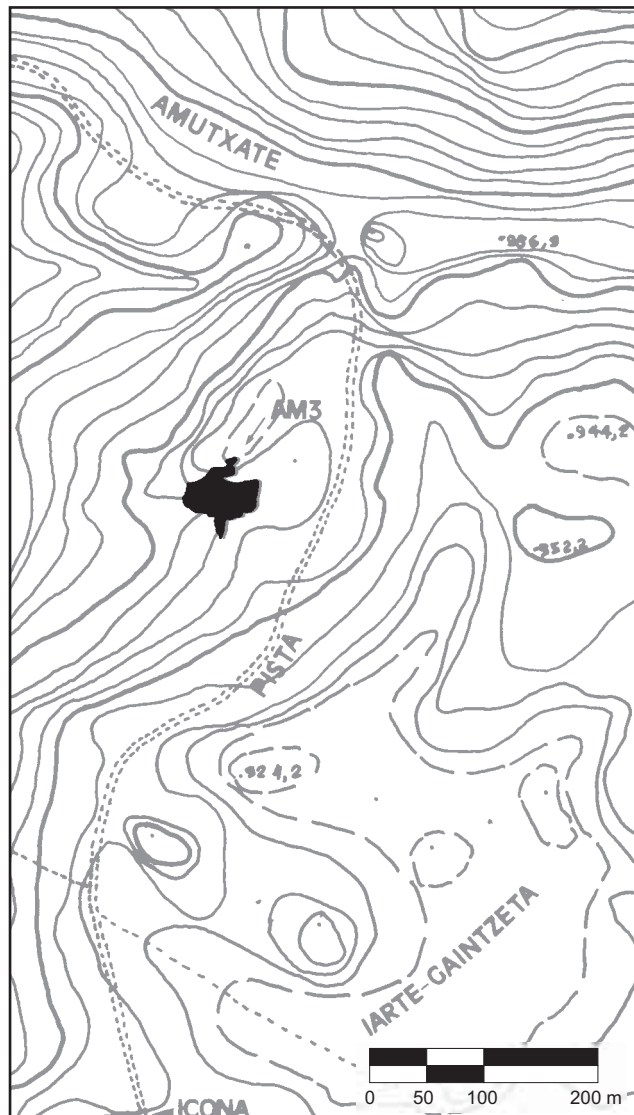


Fig. 2.- Encaje cartográfico de la cavidad Amutxate-3

hasta el monte Erga donde es atravesado por la foz de Dos Hermanas. La sierra se interpone en Navarra entre los valles de Aaritz y Larraun por el N, dominados por la imponente mole de Malloak y el ancho corredor del Arakil por el S, donde se presenta menos abrupta. La altitud media del conjunto es de unos 1.000 m, siendo la cumbre más alta Irumugarrieta (1427 m). Supone para Navarra una barrera climática a los vientos húmedos del océano además de hacer de divisoria hidrográfica cántabro-mediterránea.

En su mayoría se trata de calizas mesozoicas fuertemente karstificadas que condicionan un paisaje caótico donde las grandes hoyas y dolinas, jalonadas de simas y cuevas son la nota dominante. El hayedo reina en el paisaje formando uno de los más espectaculares de Navarra.

La cueva de Amutxate se sitúa en la parte oriental del macizo, en una zona boscosa de los terrenos de Erregerena que limitan con el municipio de Baraibar, estando dentro de una zona comunal perteneciente al Gobierno de Navarra, aunque viene siendo aprovechada tradicionalmente por los habitantes de la zona.

Para acceder a ella tomaremos desde Lekunberri la Carretera al Santuario de San Miguel de Aralar para abandonarla en el Km 9.5 y tomar la Pista Icona que nos dejará a escasos 100 m de la boca de entrada. Su acceso ha sido protegido mediante una verja por la DFN.

CONTEXTO GEOLÓGICO.

No se pretende recoger en este apartado un estudio geológico exhaustivo del macizo de Aralar como conjunto diferenciado ni como unidad hidrogeológica, ya que ha sido ampliamente descrito en numerosos estudios geológicos y en esta misma publicación. Se describen por lo tanto aspectos generales para posteriormente centrarse en uno de los estratos aislados que conforman el denominado sinclinal central de Aralar.

Según describe la Sección de Karstología de la S. C. Aranzadi (KARAITZA nº 6 y 7) se trata de una morfoestructura sin grandes alteraciones, siendo una acumulación de materiales sedimentarios cuya edad abarca del Triásico Superior al Cretácico Superior y que se halla plegada y levantada sobre el nivel del mar. Entre los dos anticlinales de Aralar se encuentra un sinclinal formado por el plegamiento de calizas y margas en su mayor parte. Su extensión ronda los 18 km². Y se extiende entre Baraibar, Guardetxe y el monte Txemiñe en el corazón de Aralar, con dirección E-W que hacia occidente pasa a NE-SW. La potencia del sinclinal se aproxima a los 500 m. de materiales, donde los calizos tienen a veces potencias cercanas a los 150 m (zonas de Beloki y Oiarbide).

El eje del plegamiento se localiza a partir del kilómetro 9 de la carretera al Santuario de Aralar, en las cercanías de la pista denominada "Icona" y entrada a su vez a la zona de Amutxate. Este plegamiento se extiende desde el pueblo de Astitz hasta el monte Eulatz. La zona E es 1.5 Km más estrecha que la W, superior a los 2 Km y con una longitud de 8 Km. Su brazo o alpe N presenta buzamientos entre 30 y 35°, en tanto que el S es más abrupto, al menos en las proximidades del valle de Ata.

Sus límites son: al N el afloramiento de arcillas del aptense, que los separa del jurásico. Al S el cabalgamiento de Oderitz y su prolongación en la falla de «Palombes», que llega hasta el monte Putterri. Se trata de una falla subvertical de gran salto, superior a los 100 m., que forma el cresterío vertiente hacia el valle de la Sakana. Al E una gran falla corta toda la sierra de Aralar (SW), invirtiendo los estratos. Al W el anticlinal N y el S se unen, desapareciendo el alpe S del sinclinal.

Algunas fallas de desgarro de dirección NE-SW recorren el sinclinal como las de Beloki y Aizkorri; hacia el este forman direcciones NNE-SSW como la que crea el nacedero de Aitzarreta. A través de ellas, las aguas que discurren por barras permeables encajadas por otras impermeables, se unen para salir mediante un único nacedero, por tanto su desarrollo con detenimiento parece

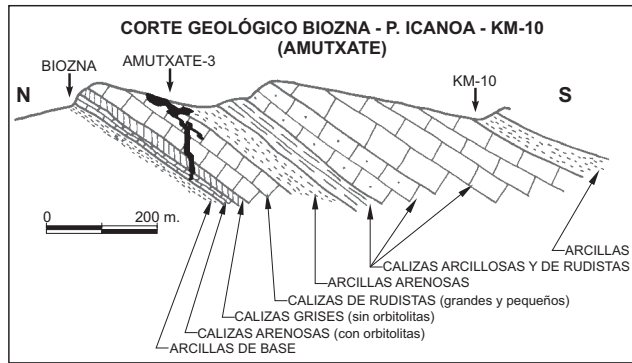


Fig. 3.- Corte geológico

importante. Las calizas se encuentran fisuradas por diaclasas que presentan direcciones dominantes al eje del sinclinal, próxima a E-W.

Dentro del Cretácico inferior o complejo urgoniano se observa una seriación de materiales arcillosos y calcáreos. Estos están compuestos por 5 barras calcáreas alternadas de diferentes materiales impermeables, donde en la primera barra caliza o de Txemiñe-Beloki-Amutxate, se ha excavado la sima de Amutxate.

La barra de Beloki-Txemiñe-Amutxate.

Se trata de la primera barra caliza antes nombrada dentro del sinclinal central de N a S. Forma un pequeño farallón atravesado transversalmente por la pista Icona que arranca del Km.10 de la carretera forestal Baraibar-San Miguel de Aralar y conduce al Raso de Biozna. De gran potencia (unos 150 m), presenta diversos estratos todos de calizas arrecifales. En algunos momentos se observan bancos de calizas arenosas, normalmente con coloración gris oscura.

En esta banda calcárea es patente la abundancia de fenómenos exokársticos, indistintamente al buzamiento regido por las pendientes del terreno. Sobre el impresionante hayedo existente, los lapiazes sin excesiva lenarización albergan zonas entre dolinas de hundimiento y contacto llegando a formar uvalas en numerosas ocasiones. Estos fenómenos de disolución son abundantísimos, variando de métricos a hectométricos en sus medidas. Las pérdidas o sumideros también son numerosas, principalmente en las zonas altas del estrato y teniendo en cuenta su ubicación entre dos bandas impermeables. Dentro de los fenómenos endokársticos, en las simas se aprecia las originadas en el dorso de las barras calizas y en desmantelamientos de dolinas, con verticales de entrada en forma de huso o lenticular y de muy diferentes diámetros y fácilmente obstruibles. Por otro lado las abiertas en los contactos de estratos de distinta permeabilidad, como Amutxate-3, situada en el borde interior de una dolina de 10 m de desnivel y originada a favor del buzamiento. La existencia de cuevas como Amutxate koba bajo pequeños farallones rocosos, explican su origen de trazado subhorizontal y sección freática.

De base a techo litológicamente se distinguen:

- Arcillas arenosas de color oscuro en pequeños bancos, pertenecen al Aptense, piso del cretácico inferior colindante con la facies weald.
- Calizas ligeramente arenosas con orbitolinas con una potencia alrededor de 2 m. Aparecen en el fondo de la cavidad.
- Calizas gris-claro finamente granuladas. Su potencia ronda los 5 m. aunque es mayor hacia el W (Amutxateko koba). En AM-3 aparecen debajo del pozo de 45 m.
- Calizas de Rudistas. Forman pequeños bancos muy diaclados y cubiertos de fuerte lapiaz. Las rudistas quedan al descubierto formando costras más resistentes a la erosión. En esta barra el tamaño de las Rudistas va disminuyendo de base a techo, siendo superiores a los 10 cm. en la base e inferiores a 5 cm. en el techo.

Gracias a la fuerte fracturación que poseen estas calizas se ha excavado la sala denominada Artzagela. El primer pozo aparece coincidiendo con la parte de la barra que aparece Rudistas de mayor tamaño. El paquete tiene un buzamiento alrededor de 35°. Esto puede observarse perfectamente en la inclinación y morfología de la sala y galerías de la cavidad, formando laminadores a favor de la estratificación. La potencia total de la barra ronda los 100 m.

- Arcillas de Ipuzmeaka, que forman la base del conjunto. Su espesor es muy variable ya que en Ipuzmeaka y Bustintza son muy potentes pero en la zona de Amutxate no supera la veintena de metros.

APUNTES HIDROLÓGICOS

La barra calcárea de Txemiñe-Beloki-Amutxate se encuentra encajada dentro del conjunto de materiales que conforman el denominado sinclinal central (complejo Urganiano), que recoge las aguas de infiltración de una cuenca superior a los 23 km². Las características litológicas, estructurales, climáticas y morfológicas, ha dado lugar al asentamiento de un sistema kárstico, en el cual se sumen la mayor parte de las aguas precipitadas (1.800 l/m²) tras un mayor o menor recorrido en superficie. Las aguas desaparecidas ven de nuevo la luz en Aitzarreta, nacedero situado a 630 m. de altura y cercano al pueblo de Baraibar. Su caudal ha sido estimado en 1100 l/s. La salida de las aguas se ve condicionada por ser el punto de afloramiento más bajo del contacto entre las arcillas del Aptense y las calizas del Urganiano, sumado a la existencia de una falla de dirección cercana a N-S. El nacedero se encuentra bajo un

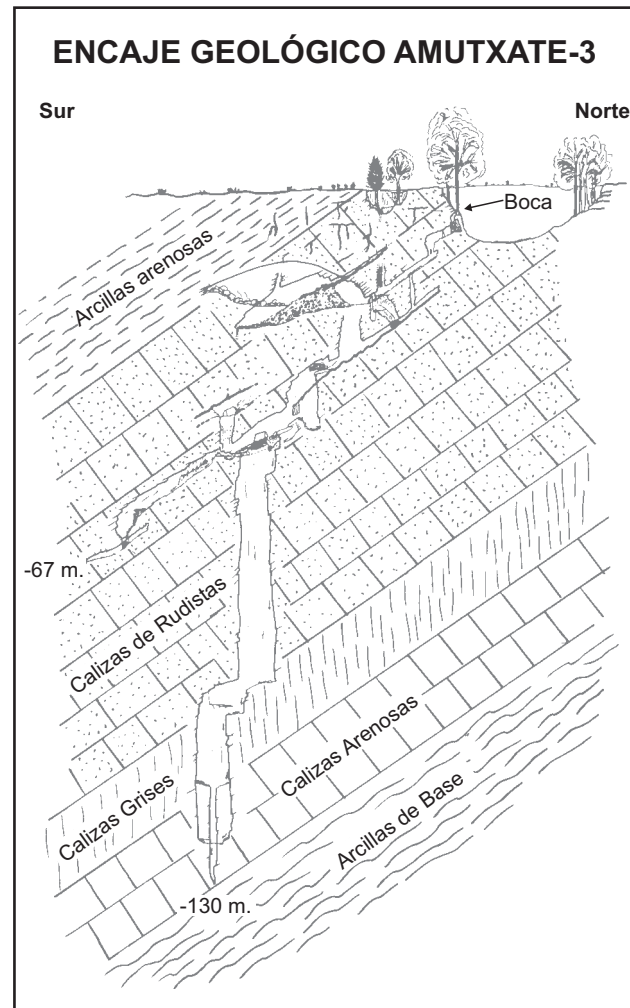


Fig. 4.- Encaje geológico

farallón de unos 40 m. y las aguas surgen de un sifón que ocupa la casi totalidad de la cavidad.

En la zona de cabecera las corrientes subterráneas se dirigen siguiendo el buzamiento de los estratos hacia el eje del sinclinal. Durante su recorrido intentarán llegar al nivel de base del sistema, formado por las arcillas. Sin embargo, como ocurre en el sistema Ormazarreta-Larretxiki, puede que por ser cerradas las diaclasas del núcleo del sinclinal, la circulación se realice por los flancos, dirigiéndose hacia la surgencia. Este hecho es observable en Guardetxeko zuloa (sin publicar), donde las aguas no se aproximan al eje del sinclinal que se encuentra cercano, sino que se dirigen paralelas a él. Por medio de accidentes tectónicos importantes las aguas de distintas barras calizas se ponen en contacto, pues de lo contrario las aguas recogidas por las barras existentes en Mozkordi, deberían dar lugar a fuentes en el sector de la falla que pasa por Lartegaintzeta (proximidades del Km 9).

Entre las corrientes subterráneas localizadas, la mayoría con caudales muy escasos, se encuentran las siguientes:

- **Artzainzulo (BA-1)** Una grieta inundada en la parte final de la cavidad indica las hipotéticas fluctuaciones del supuesto acuífero en diferentes periodos estacionales. Depósitos arcillosos en las paredes indican las constantes oscilaciones hídricas.
- **Baraibar 2.** En la parte final de esta cueva se ha encontrado un caudal de agua que aparece entre bloques. Si bien su tamaño no es grande, inferior a 1 l/s, sí lo es la circunstancia de que termina en una zona vadosa, con importantes depósitos de arcilla, signo de niveles de inundación en las aguas altas. Los cambios de nivel, superiores a 5 m, pueden tener relación con el nivel freático de todo el conjunto, dado el desnivel desde el fondo de esta sima al nacedero es inferior a 50 m.
- **Amutxate 3.** Las filtraciones forman en el primer nivel de la cavidad una serie de regueros que se van uniendo para desaparecer muy pronto en las calizas. No se ha logrado localizar ningún tipo de conducto subterráneo, sin embargo en la cota final se ha excavado un meandro de 11 m. de altura que denota la potencia con que ha trabajado el agua en época de grandes precipitaciones.
- **Guardetxeko zuloa.** Sin lugar a dudas se trata de la mayor cavidad encontrada hasta la fecha relacionada con el sinclinal central de Aralar y de un recorrido de 2 Km. Su boca actual de sumidero donde se ha instalado un pequeño colector que ha sido el encargado de excavar por planos de estratificación la cavidad. Durante una veintena de años ha sido el punto de mira y deseo de las posibles conexiones con el hipotético colector del sistema.
- **Simas de Ipuzmeaka:** Hasta un quinteto de simas-sumideros forman otra de las más interesantes aportaciones hídricas al conjunto. Estas cavidades alcanzan profundidades de hasta -115 m alcanzando las arcillas de base y reduciéndose su cavernidad impidiendo su progresión.
- **Simas de Oiarbide:** Dentro de las cavidades localizadas en esta zona, en la sima Oy-28 (-230 m) es en la única que se ha formado un pequeño colector de suficiente entidad hídrica. El resto, principalmente, se trata de grandes verticales o pozos de entrada en los cuales no se han excavado galerías horizontales en los procesos de formación.

Entre las pérdidas superficiales más reseñables dentro de la cuenca de captación del nacedero de Aitzarreta, caben destacar sumideros como Prantzeserreka y Bustintza. Estas filtraciones son de máximo interés hidrogeológico aportando un caudal hídrico anual permanente que oscila entre 25-200 l/s.

HISTORIA DE UNA DESOBSTRUCCIÓN.

Durante el transcurso de la campaña de prospección espeleológica realizada en la zona de Amutxate durante 1988 se localizó la boca de AM-3. En ese momento era una grieta apenas penetrable pero tras las primeras desobstrucciones quedó con unas medidas de 0.7x1m. Formada por una pequeña gatera que le sucedía un resalte

de 1 m. y desembocaba en una ampliación (5x1x0,5) generada a favor de una diaclasa. De la parte S de la surgía un meandro impenetrable de 2,5 m y dirección SW para girar luego hacia el SE. Este meandro poseía unas dimensiones extremadamente reducidas (Ø 0,25m). Debido a la enorme corriente que de ella exhalaba se decidió acometer su desobstrucción.

Antes de describir los diferentes métodos que se emplearon para su consecución conviene resaltar la importancia de la cercanía de la cavidad con la pista forestal denominada Icona, que permitió el uso tanto de generadores eléctricos como compresores neumáticos. Su accesibilidad repercutió en la asiduidad con la que se realizaron los diferentes trabajos. Todo ello unido a la importante corriente de aire que espiraba la cavidad posibilitó el uso del taladro de gasolina, eliminando el riesgo de intoxicación por monóxido de carbono.

Cronología

1.990. Los primeros intentos con métodos tradicionales de desobstrucción (maceta, cincel, barra de ña...) fueron decepcionantes. El meandro formado por roca compacta obligaba el uso de herramientas de mayor envergadura.

1.992. Dada la proximidad de la pista se optó por el uso de un compresor neumático. Las primeras actuaciones se centraron en ampliar el inicio del meandro trabajando con el percutor en posición vertical y progresando de una forma cómoda, pero al ir avanzando de ésta forma resultaba excesivamente forzada y muy cansada. Para intentar solventarlo se ideó un sistema con un fisurero y un bloqueador tipo shunt corrigiendo la posición a horizontal (forma de ariete). La progresión era constante pero extremadamente lenta debido al "efecto cuña" que adoptaba el percutor y el mínimo



Labores de desobstrucción

espacio disponible según se avanzaba. La labor a realizar comenzaba a tomar grandes proporciones y se desestimó proseguir con este tipo de medios.

1.993-1.994. Recopilando información acerca de otros métodos de demolición se decidió el uso del cemento rompedor Cimex. Se trata de un polvo de 2 componentes, uno orgánico y otro inorgánico, que mezclados al 30% con agua se endurece y se expande, generando grietas entre orificios elaborados previamente y a una distancia concreta. Por otro lado, la humedad y temperatura del entorno exigía características determinadas del preparado.

En teoría su uso no era complicado, pero los taladros a realizar debían de ser como mínimo de Ø22mm. Se requería una máquina de gran potencia pero lo suficientemente pequeña y maniobrable dentro del meandro. Al no tener problemas de intoxicación por monóxido de carbono, se adquiere un taladro de gasolina Ryobi ER-160, ahorrando peso, manejabilidad y alquileres de maquinaria pesada. La mezcla elaborada debía ser introducida antes de 10 minutos en los orificios, de lo contrario perdía sus propiedades dilatadoras. Su aplicación en un ambiente tan reducido resultaba una labor muy dura, que se logró solventar parcialmente realizando la aplicación con una manga pastelera. Así mismo se apreció que solo los taladros efectuados próximos a la verticalidad habían realizado la expansión con éxito. A pesar de todo y como resultado de un gran esfuerzo, finalmente se logró superar la curva del meandro de 90°, pero su continuación era todavía impracticable.

La falta de espacio para el manejo del taladro (efecto cuña) unida a la necesidad de realizar percusiones horizontales, provocó finalmente la suspensión de la desobstrucción. La obra se dio por faraónica.

1.994-95. La revolucionaria técnica de desobstrucción por microexplosivos llegó desde Italia de la mano del Grupo Sepa Aquilino. La técnica desarrollada rápidamente fue presentada y puesta en común por los miembros del Félix Ugarte Elkartea (F.U.E.) durante las jornadas espeleológicas celebradas en Gernika en diciembre de 1994. El método depurado consiste en realizar un taladro de ø8 mm y un mínimo de 150 mm. de profundidad donde se introduce uno o dos fulminantes del tipo Hilti. Posteriormente y tras introducir una varilla calibrada de acero en los orificios, se golpea con una maza detonando los microexplosivos.

Observando y tomando precauciones, los peligros están casi totalmente descartados. Especificar que el retroceso de la varilla es inexistente porque en el momento de la deflagración, el sistema constituido por la mazetta-varilla se encuentra avanzando hacia el interior del agujero, de modo que sería necesario detenerlo y luego invertir el movimiento. Para realizarlo es necesaria una cantidad de energía enorme, cediendo primero la roca y fracturándose, provocando la salida de los gases hacia su interior.

Sin embargo fue necesaria una depuración de la técnica y del utillaje para poder realizar una desobstrucción intensiva, siendo relevante la creación de una varilla acoplable a un botador (menor volumen y posibilidad de desembozar). Todo ello unido a la labor constante en las desobstrucciones culminó con la consecución del objetivo: el 13 de mayo de 1995 se logra superar el "paso del reloj" teniendo por fin acceso a AM-3 y sus secretos celosamente guardados.

1.998. Adecuación del acceso. Para el estudio del yacimiento se hacía necesaria la ampliación de la totalidad del meandro a un mínimo de 80 cm, así como la adecuación del acceso a la cavidad (colocando tramadas de escaleras metálicas). Partiendo de la base de realizar un trabajo limpio se optó por el empleo combinado de un nuevo cemento expansivo denominado Crass y de los propulsores Hilti, todo ello acompañado de un martillo perforador Wacker y diferentes taladros (Hilti y Ryobi). El martillo perforador Wacker fue una valiosa herramienta al ser válido tanto para el cincelado con punteros y espátulas (solo percusión), como para la perforación con brocas helicoidales (rotación con percusión), pudiéndose realizar taladros directos de ø30 mm sin ningún problema.

Con estos elementos el método de trabajo durante las primeras jornadas consistió en el empleo de los propulsores Hilti y retirando los fragmentos fisurados con el Wacker y lograr así un espacio mínimo para el posterior empleo del cemento expansivo. Ésta primera fase fue de gran dureza debido a las escasas dimensiones del meandro. Una vez ampliado se realizaron taladros de ø30mm de diámetro para el uso del cemento denominado Crass (similar al Cimex), donde su utilización es más cómoda debido a que se presenta en forma de cartuchos (ø28mm) pudiendo ser introducidos en los orificios de cualquier inclinación.

Puede afirmarse que este método combinado es muy efectivo, lográndose un trabajo aceptable en cortos espacios de tiempo. Reseñar que la elección del producto en lo relativo a sus especificaciones de temperatura es importante de cara a la velocidad de efecto. Las tareas se completaron con la instalación de una sólida verja de acero inoxidable para proteger el acceso el yacimiento.

DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD

En líneas generales la sima desciende a una profundidad de -130 m y alcanza un desarrollo de 450 m. Se divide en 3 partes; zona de entrada, sala GES y la zona de verticales.

- *La zona de entrada* merece una descripción detallada ya que se tuvo que superar, mediante desobstrucción, un meandro de 0,25m de anchura que posteriormente ha sido ensanchado y dotado de una escalera metálica y un robusto cierre. Una gatera sucede a un resalte de 1 m para desembocar en una salita (5x1x5) generada a favor de una diaclasa. Un corto meandro desfondado de 6 m conduce al denominado «pasó del reloj», conectando con un estrato-laminador de un buzamiento 35° y una potencia aproximada de 2 m. Desde aquí puede accederse a dos niveles de galerías separadas por un pequeño resalte. Se trata del primer nivel formado a favor de la estratificación y agrandado por sucesivos derrumbamientos que han originado una amplia sala.

- *La sala GES* alberga el yacimiento de oso de las cavernas y su suelo ha sido balizado para impedir el pisoteo accidental de restos fósiles. Presenta una morfología alargada donde su eje mayor se alinea en dirección E-W y su superficie total es de unos 1400 m², aunque no todos ellos están ocupados por yacimiento paleontológico. Presenta unas alturas de 0.5 m en su parte más baja y 10 m en el cenit de su bóveda. La zona central está cubierta por sedimentos limoso arcillosos poco empapados de agua y tacto arenoso. El extremo occidental de la sala está ocupado por enormes bloques (tamaño métrico), con un pequeño sumidero en su borde N y el oriental por un cono de derrubios con clastos tamaño decimétrico, a cuyo pie S se abre otro sumidero limitado por grandes bloques. Este sumidero recoge la escorrentía superficial de la sala, marcada por pequeños regatos que han dejado su traza erosiva y cuyos cauces son netamente efímeros, como hoy



Boca de entrada

día se puede observar claramente. La sala está netamente controlada por la disposición de los estratos, aunque hay una traza de falla de dirección E-W marcada por una brecha de falla y que posiblemente constituye una zona de debilidad de la bóveda.

Un corredor conduce desde la sala hasta el segundo nivel, tratándose de un 2º laminador-galería con una altura de 2 m descendiendo hasta colocarse el techo en algunos puntos a 0.5 m del suelo. En algunos puntos la anchura se acerca a 30 m, siendo de morfología parecida al piso superior. Una zona de enormes bloques procedentes del techo forma una pequeña sala caótica tras un resalte, donde se encuentra el “paso del bloque” que conduce a la zona de las verticales. Para proseguir se habrá de descender por ellos, ya que la continuación horizontal termina por colmatarse por el barro.

- Bajo enormes clastos de tamaño métrico se accede a un vasto pozo circular de corrosión química de 45 m de desnivel y 8 de anchura, cuya cabecera hubo de ser desobstruida ya que tiene un acceso delicado, observándose el gran amontonamiento de bloques que ha taponado toda su sección. Una nueva vertical de 25 m se abre de formas similares al anterior. En su base se forma un pequeño conducto meandriforme con 11 m de altura y de reducidas dimensiones. A media altura un laminador bajo permite adentrarse unos metros pero finalmente impide la progresión. La fuerte corriente de aire se percibe con notable nitidez y de forma continuada al igual que en otros puntos de la cavidad.

ESPELEOGÉNESIS DE AM-3

Según la experiencia adquirida en el macizo, las cavidades abiertas en el contacto entre materiales permeables e impermeables, han tenido una mayor facilidad de infiltración, lo que permite la apertura de mayores oquedades y la posibilidad de continuidad. Tal es el caso de Amutxate-3 que está emplazada en el mismo con-

tacto entre arcillas arenosas y las subyacentes calizas de rudistas. Por ello la mayor captación de aguas infiltradas a favor de una pequeña falla, fue originando una sala espaciosa y unos conductos amplios bien definidos. Parte del sedimento depositado en la sala podría proceder del lavado y arrastre por el agua de infiltración procedente de los materiales arcillosos. La facies urgoniana del sinclinal central está compuesta por estratos calizos de diferentes características litológicas (DUVERNOIS CH., FLOQUET M., HUMBEL B. (1972). Ello puede observarse perfectamente en el desarrollo vertical de AM3 y que puede observarse gráficamente en la topografía, formándose varios pisos a modo de estratos.

En un comienzo fue excavando una primera capa de materiales más resistentes, dando lugar al primer nivel, donde se observan las huellas dejadas por la erosión, en forma de meandros estrechos y galerías a favor de la estratificación, hasta alcanzar una pequeña falla y una serie de materiales menos resistentes formando una sala amplia. El desmoronamiento del techo y la posterior disolución han dejado depósitos importantes de arcilla, arenas y limos, así como clastos sueltos de tamaño métrico. Posteriormente esta sala queda fuera de la circulación hídrica general, que ha perforado hacia un segundo nivel o estrato, nuevamente más resistente y con morfología de techos muy bajos y suelos inclinados. Llegó un momento en el que el agua encontró una fracturación vertical que le permitió la formación de dos grandes pozos de disolución que atraviesan rápidamente el paquete calizo hasta casi alcanzar las arcillas de base. El final de la cavidad se sitúa en un estrecho meandro-laminador, puesto que las arcillas han resistido mayormente a la erosión.

Formación de la sala

Toda la parte superior de la cueva (hasta los -67 m) está claramente desarrollada a favor de los planos de estratificación del pa-

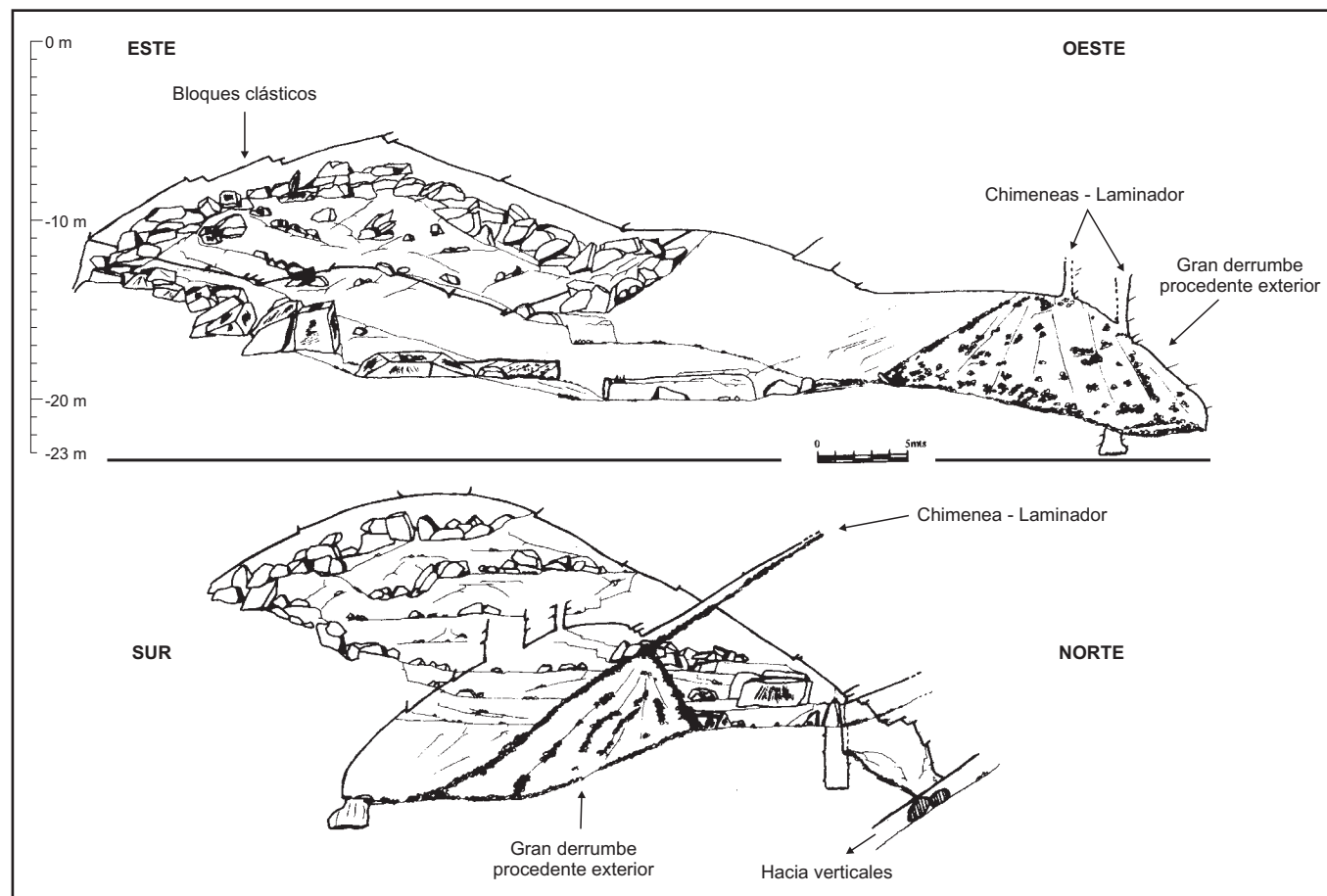


Fig. 5.- Cortes transversales en la sala de los osos (Artza gela)



Sala de los Osos (Artxa gela)

quete de calizas de rudistas. Los pozos están seguramente desarrollados a partir de procesos de disolución a través de planos de fractura. En la parte superior de la cueva, mayormente en la sala, los procesos de disolución no han sido muy importantes frente a los procesos graviclásticos. Es decir, esta zona de la cueva se ha desarrollado más por desprendimiento de bloques a favor de los planos de estratificación (en la sala del yacimiento este proceso se ve favorecido por la presencia de una fractura a lo largo de su eje mayor) que por los procesos de disolución que, como era evidente no habían desarrollado mucho los conductos de esta zona.

No obstante en algún momento existió otra entrada a la sala lo suficientemente amplia como para que entraran los osos. Esto significa que el sedimento autóctono que sería el residuo insoluble de las calizas (arcillas de descalcificación) es escaso en la cueva. La mayoría del sedimento sería alóctono, es decir vendría de fuera de la cueva y/o del paquete de arcillas arenosas. Las conclusiones del análisis granulométrico del sedimento demuestran que el porcentaje de arena se considera elevado, las muestras eran muy homogéneas y que el medio de transporte parecía ser muy poco energético y muy constante en el tiempo. Estas características pueden justificarse (teniendo en cuenta que gran parte del sedimento procede de la erosión externa y del lavado interno del paquete de arcillas arenosas) y explicar la homogeneidad del material al tener un mismo origen y ser el resultado de un segundo proceso de selección (el primer proceso de selección se produjo cuando se depositaron los materiales originales que dieron lugar al estrato actual).

En la actualidad la boca de la cavidad se encuentra desplazada con relación al contacto con las arcillas arenosas, producto de la erosión diferencial que ataca con mayor facilidad a las arcillas. Por ello actualmente la captación de caudal es mucho menor y esta circunstancia ya estuvo presente cuando la cavidad fue habitada por los mamíferos.

INTRODUCCIÓN A LA PALEONTOLOGÍA DEL YACIMIENTO DE *URSUS SPELAEUS* DE AMUTXATE.

La cueva de Amutxate contiene un excepcional yacimiento de oso de las cavernas (*Ursus spelaeus Rosenmüller-Heinroth*), cuyas excavaciones están siendo dirigidas por el profesor Trinidad de Torres Pérez Hidalgo de la Universidad Politécnica de Madrid, especialista de primer orden en úrsidos del Pleistoceno-Holoceno con treinta años de experiencia. El interés principal que le ha llevado a tomar esta investigación no es tanto la gran acumulación de restos que contiene sino las enormes posibilidades de estudio que ofrece, ya que se trata del primer yacimiento intacto con que se ha topado en su larga carrera.

Es un yacimiento superficial en el que el nivel fértil, de espesor de unos 10 cm, yace sobre una masa de bloques caídos del techo. Se ignora si habrá otro nivel de restos de oso más profundo, intercalado entre ellos. En el presente año se espera realizar una cata de sondeo en profundidad para averiguarlo. La cantidad de material extraído hasta ahora (más de cuatro mil restos) no es suficiente para caracterizar métrica y morfológicamente al oso de las cavernas de Amutxate, como ya se ha dicho anteriormente se deberán realizar al menos dos campañas más de trabajo.

Aunque es evidente que los yacimientos de oso de las cavernas no resultan especialmente interesantes en lo referente a la variedad de especies fósiles encontradas, la gran cantidad de material que contiene y sobre toda su excelente conservación, permitirá establecer interesantes parámetros paleobiológicos de la población de *U. spelaeus* como:

- Tasas de mortalidad según edad (machos y hembras) y edad (recién nacidos, oseznos, juveniles y adultos).
- Caracterización métrica del esqueleto y dentición de los osos, comparación con poblaciones de osos de las cavernas de la Península Ibérica.

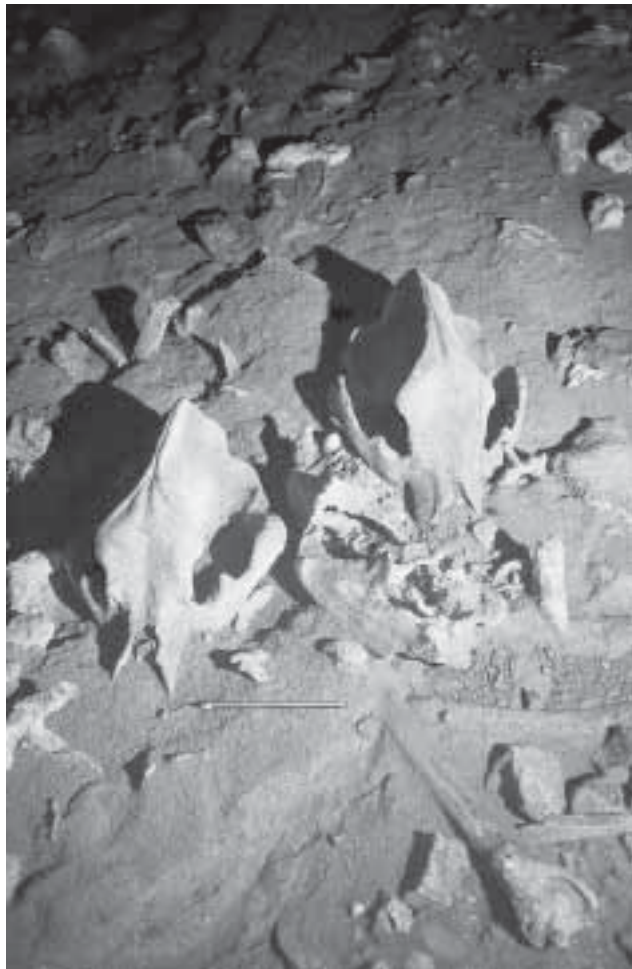
- Datación de los restos mediante el análisis de racemización de aminoácidos (ya en curso) del colágeno de la dentina.
- Datación de los restos mediante el método de ^{14}C .
- Análisis del clima existente en la Sierra de Aralar mediante el análisis isotópico ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$) de carbonatos y colágeno de la dentina.
- El análisis de la distribución espacial de los restos extraídos, su preservación diferencial, etc. (análisis tafonómico) se considera de gran importancia para su aplicación a otros yacimientos ibéricos.

La cueva debió servir de lugar de hibernación para los osos durante varios miles de años, cuando ésta tenía fácil acceso desde el exterior. Fue ocupada alternativamente bien por machos solitarios o por hembras para dar a luz, acompañadas de sus cachorros de primer año. Para ello era condición necesaria la presencia de agua abundante además de unas condiciones confortables. En las excavaciones aparecen abundantes restos juveniles, neonatos y no natos, junto a abundante material de individuos adultos. Además una característica interesante, ligada a la cercanía con el exterior es la presencia de micromamíferos en el sedimento, lo que permitirá realizar un estudio paleoambiental muy completo.

Como es habitual, los restos de otros vertebrados de gran talla son escasos representando aproximadamente el uno por mil del material recuperado, habiendo aparecido algunos restos de caprinos, sarrío y *bous primigenius*. Se trata de un yacimiento en vías de destrucción natural en un estado muy avanzado, el material aparece muy revuelto y fragmentado arrastrado por pequeñas corrientes de agua hacia un sumidero al fondo de la sala, donde se acumulan restos en un espesor considerable.

Importancia del yacimiento

El yacimiento de la cueva de Amutxate presenta numerosas peculiaridades que lo hacen extremadamente interesante:



Cráneos de *Ursus Spelaeus*

Karaitza (10) 2001 • 10

- Es un buen yacimiento intacto de oso de las cavernas, que permitirá la buena caracterización morfológica y métrica de la especie en Navarra, área de la que se tienen escasos conocimientos, puesto aunque existen numerosas citas sobre hallazgos puntuales, nunca se ha excavado un gran acúmulo de restos, como es el caso de la cueva de Amutxate.
- Los miembros del G. E. Satorrak, en una excelente labor de prospección durante la cual respetaron, sin pisar, la zona de yacimiento, han podido documentar la existencia de varias oseras en alguna de las cuales se ha preservado algún ejemplar más o menos completo. Ello constituye un hecho casi inédito en el estado; de hecho en su larga trayectoria excavando cuevas con yacimientos de oso de las cavernas, T. Torres nunca había localizado nada semejante.
- El resto del yacimiento, es decir la parte que no se conserva en su posición original por haber sufrido desplazamiento natural, se distribuye a lo largo y ancho de una amplia rampa cuya superficie ronda los 500 m².
- El grado de conservación del material es bueno, excelente incluso, aunque aquel que no ha estado cubierto por sedimentos presenta cierta desmineralización. En concreto la cueva de Amutxate presenta los siguientes aspectos que permiten atribuirle un importante interés científico:
 - Es el único representante de yacimientos de esta especie en Navarra, es rica en restos y está intacta. De forma sintética su estudio permitirá aportar datos sobre los siguientes aspectos: características de esta especie en la Sierra de Aralar, pautas de dispersión de restos, paleodemografía, estudio de mortalidad diferencial, paleodietas, etc.
 - Llegar a conocer estos aspectos científicos sería de importancia ya que permitiría conocer con total continuidad la población norteña de oso de las cavernas de la Península Ibérica que se inicia con el yacimiento gallego de Cueva Eirós (Triacastella, Lugo), los de Cantabria (La Pasada), sigue con los abundantes yacimientos de Euskadi (Ekain, Lezetxiki, Troskaeta, Arrikruz...) y, unidos con los yacimientos de Amutxate en Navarra y Coro Tracito en Huesca, forman una línea continua con los catalanes (El Toll).
 - Se trata de un yacimiento intacto en el que no ha habido acción humana (visitantes expoliadores) que haya afectado a los restos que el paso del tiempo ha respetado, de manera que se pueden analizar pautas de preservación diferencial, relaciones de machos / hembras, edades de mortalidad... sin que se pueda dudar que las conclusiones obtenidas estén desviadas de la realidad. Los datos obtenidos tendrán una importante aplicación en la interpretación de otros derivados de la excavación de yacimientos arqueológicos, por ser un yacimiento idóneo para un estudio tafonómico completo.
 - El estudio analítico del sedimento procedente de la excavación, rico en restos de roedores y osos neonatos, permitirá definir las características paleoambientales de la Sierra de Aralar en aquella época.

La población de oso de Amutxate.

La especie de oso presente en yacimiento presenta las características métricas y morfológicas de la especie y está absolutamente alejada de la especie ancestral *Ursus deningeri* von Reichenau, que es mucho más antigua, del Pleistoceno medio. Los restos se han datado por medio de la racemización de aminoácidos, resultando una edad alrededor de los 30.000 años. Además, para corroborarlo, se ha realizado el método de resonancia spin electrón a cargo de Rainer Grün, de la Australian National University de Canberra.

La población de *Ursus* sp. De Amutxate en el contexto ibérico de la especie.

Los yacimientos importantes de esta especie en la Península Ibérica se concentran en cuatro áreas geográficas:

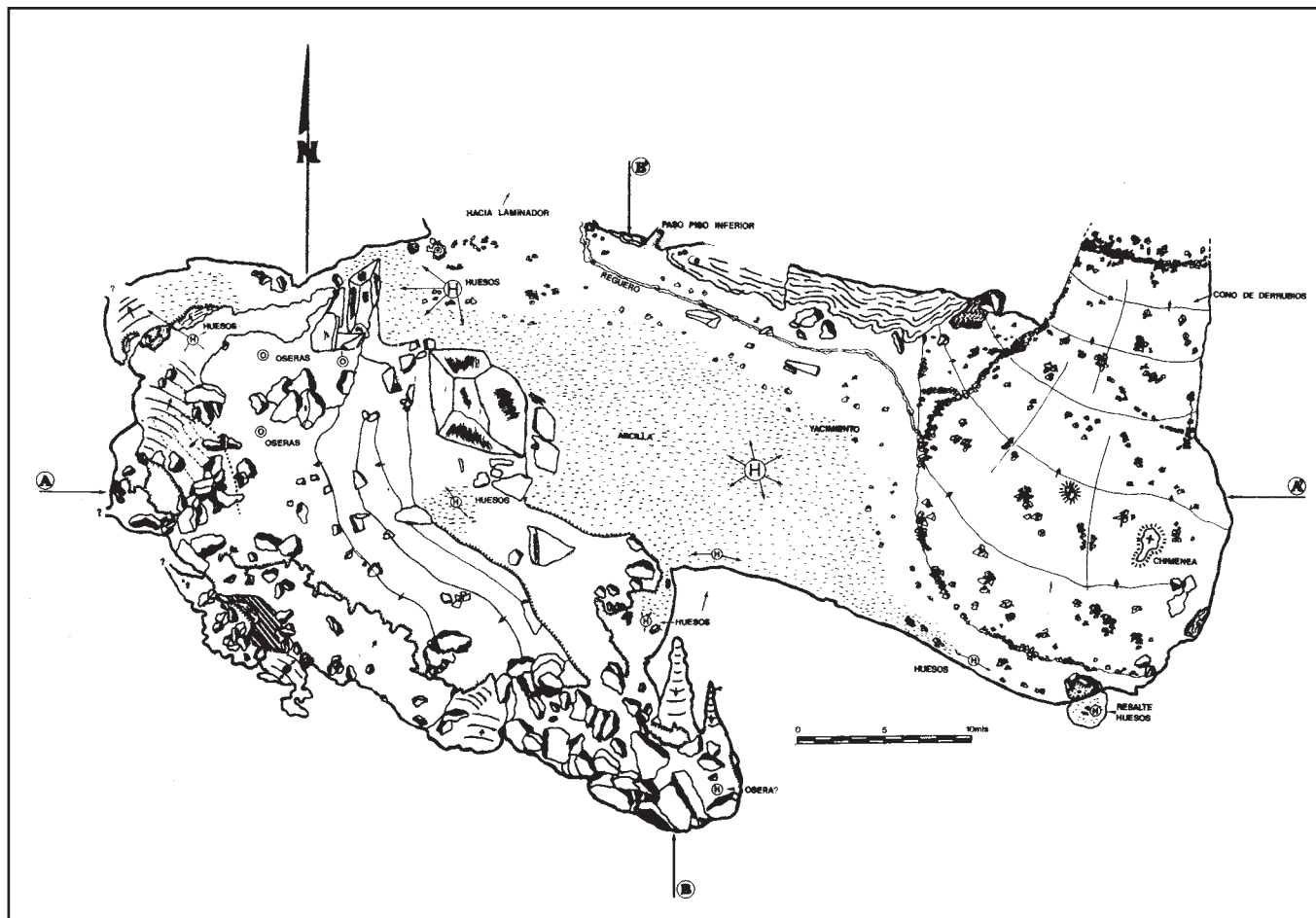


Fig. 6.- Planta de la sala de los osos con la localización de restos paleontológicos

- *Cantábrico*: Ekain (Deba, Gipuzkoa), Lezetxiki (Mondragón, Gipuzkoa), Arrikruz (Oñate, Gipuzkoa), Troskaeta (Ataun, Gipuzkoa), La Pasada (Guriezo, Cantabria), La Lucia (Quintanilla, Cantabria), Eirós (Triacastela, Lugo) y Amutxate (Aralar, Navarra)

- *Mediterránea*: el Tole (Moia, Barcelona).

- *Pirenaica*: Coro Tracito (Tella-Sin, Huesca).

- *Central*: El Reguerillo (Torrelaguna, Madrid).

En la referencia a la zona N (Cantábrica), se trata de la primera población de oso de las cavernas localizadas en Navarra y en la vertiente meridional de la Sierra de Aralar. La población más cercana se sitúa en la cueva de Troskaeta en Ataun, donde se ha localizado una población con características métricas y morfológicas peculiares, que han permitido la definición de una nueva subespecie: *Ursus spelaeus parvilatipedis* Torres. La comparación de las características de ambas poblaciones sin duda será de gran interés.

Aspectos tafonómicos previos del yacimiento de Amutxate.

Los yacimientos de oso de las cavernas, y obviamente cualquier yacimiento paleontológico y arqueológico, de acuerdo con su evolución tafonómica se califican en autóctonos, para-autóctonos y alóctonos.

Los yacimientos autóctonos son aquellos en los que se ha producido una preservación relativa de la distribución de restos desde el momento en que se generó. En el caso de yacimientos de oso de las cavernas implicaría una congelación del yacimiento en el momento en que el último oso abandonó la cueva o murió en ella. Obviamente estos restos pudieron quedar recubiertos por sedimentos y estratos culturales (prehistóricos) más recientes. Este carácter autóctono no implicaría que todos los restos encontrados estuvieran más o menos en conexión anatómica, ya que en el proceso habitual de coloniza-

ción de cuevas por osos implica períodos de habitación singulares. Esto significa que no formarían grupos y el máximo número de osos habitando conjuntamente la cavidad lo daría una osa acompañada de oseznos crecidos, nacidos un año o dos antes, junto con los diminutos neonatos que alumbrará durante la hibernación.

El relevo de animales dentro de la cueva producirá desorden de esqueletos de animales muertos en inviernos precedentes por barrido, pisoteo, caída de rocas desde el techo, etc. Solamente los restos de los habitantes más tardíos aparecerán en orden anatómico. De forma estereotipada se suele suponer que los niveles arqueológicos paleolíticos suelen corresponderse con este tipo tafonómico.

Los yacimientos paraautóctonos representan un grado de pérdida de ordenación inicial importante; hay un cierto transporte sobre una superficie seca, en una corriente fangosa donde el flujo de barro transporta en condiciones no newtonianas los restos y finalmente escorrentía difusa a lo largo de una pendiente. En estos casos una excavación amplia y cuidadosa puede recuperar material óseo y dentario que se puede adjudicar a individuos concretos. En el caso de desarrollo de escorrentía difusa se puede producir meteorización y erosión de los restos paleontológicos.

Los yacimientos alóctonos representan el caso final de evolución destructiva de un yacimiento: el agua transporta los restos óseos y dentarios una distancia importante, lo que produce la destrucción mayoritaria de los restos. Al tratarse de aguas corrientes de origen meteórico y posiblemente no saturadas por bicarbonato cálcico, serán agresivas, especialmente con los restos óseos, liberando finalmente los dientes que por su constitución mineralógica serán más resistentes. En estos casos será muy característica la erosión facetada de los huesos, creándose las facetas al atacarse la parte de hueso expuesta a la escorrentía, mientras que la parte enterrada se preservara mejor. Si el transporte se realiza mediante una corriente de barro la preservación de los restos será mejor.

Pues bien, desde un punto de vista tafonómico la cueva de Amutxate-3 parece configurarse como el paradigma de la evolución tafonómica de yacimientos en cuevas. Obviamente las conclusiones que se obtengan de este análisis no solamente se podrán aplicar a yacimientos de osos en cuevas sino también a otros, asociados o no a restos arqueológicos (Sima de los Huesos, Atapuerca).

Se pueden separar varias zonas con una historia tafonómica diferenciada muy nítidamente:

- *Zona de yacimiento autóctono.* Donde los restos no han sufrido transporte, de manera que su conservación es excelente. Al haber estado protegidos del agua muestran coloridos de baja alteración (acaramelado-marrón claro), y cuando las condiciones han sido favorables, se ha preservado el orden anatómico. Ello no es óbice para que gran parte del material conservado esté desordenado y aparezcan huesos similares de osos de distinto sexo mezclados sin orden ni concierto. La excavación del ejemplar conservado en orden anatómico, pese a las dificultades que va a presentar por encontrarse encostrado, permitirá ver pautas de desorden natural post mortem y potencial de preservación de restos. Esta zona de yacimiento autóctono está conectada con un sumidero natural entre bloques donde se han deslizado, sin mediar agua en su transporte, piezas de gran tamaño que están excelentemente conservadas. Aparecen varias oseras cuya excavación podría proporcionar restos de osos neonatos o juveniles. Esta zona del yacimiento está deficientemente preservada ya que se desprendieron bloques de la bóveda que taparon parte de esta zona del yacimiento.
- *Zona de yacimiento paraúctono.* Esta zona es la más amplia ya que cubre más de cien metros cuadrados sobre la rampa que desciende desde el rellano que contiene la parte autóctona del yacimiento. Se trata de la parte más espectacular de la cueva ya que en ella se acumulan, de forma visible, cientos de huesos y dientes. Todos estos materiales se disponen recubriendo homogéneamente

toda la rampa de la sala y proceden de la caída-barrido-limpieza desde la zona de hibernación con oseras del rellano superior. La escorrentía de aguas superficiales transportó todos los materiales pendientes debajo de forma que todos los huesos largos se disponen con sus ejes mayores orientados en dirección a la pendiente máxima, constituyendo el ejemplo de yacimiento paraúctono más espectacular conocido hasta ahora.

En esta zona los huesos presentan un aspecto alterado y es indudable que su preservación es regular, se observan facetas de erosión por la escorrentía superficial y en algunos puntos hay acumulación de sedimentos más recientes. Por la parte central N del yacimiento corre un regacho de agua. Ello fue una de las motivaciones para elegir una determinada zona para la cata de evaluación, preservando restos de la destrucción del agua.

- *Zona de yacimiento alóctono.* Esta zona está constituida por el sumidero hidrogeológico que aparece en el ángulo SE del yacimiento. Al fondo de este agujero van a parar dientes aislados y huesos rodados.

Trabajos paleontológicos realizados

El material obtenido en la excavación ha sido sometido al siguiente proceso:

- 1.- Lavado con agua para quitarle todo el sedimento adherido o depositado en el interior de las piezas (caso de los cráneos).
- 2.- Consolidado de todas las piezas con un consolidante soluble en agua. Este tratamiento es reversible en caso necesario.
- 3.- Restauración de las piezas deterioradas o rotas.
- 4.- Numerado de todas las piezas, incluidos fragmentos y material de criba.
- 5.- Realización del inventario de piezas.
- 6.- Obtención de datos osteométricos
- 7.- Análisis morfológico



Labores paleontológicas

Trabajos en proceso de realización

- 1.- Revisión de todo el sedimento de la excavación para recuperar la microfauna y las piezas que por su tamaño hayan pasado desapercibidas (restos óseos de fetos y neonatos).
- 2.- Tratamiento estadístico de los datos osteométricos.
- 3.- Datación de restos óseos a partir de aminoácidos.
- 4.- Datación de restos óseos con ¹⁴C
- 5.- Obtención de restos de DNA en cinco muestras óseas.

CONCLUSIONES

El interés de esta cavidad (AM-3) estriba en su especial situación hidrogeológica, sumado a ello el desconocimiento de otras cavidades de características similares. Está localizada sobre el eje del hipotético colector Ipuzmeaka-Oiarbide el cual drenaría hacia el nacedero de Aitzarreta. También pudiera dirigirse hacia el S a conectar con el colector de Guardetxeko zuloa por el que no se puede progresar desde la zona de Albi. De cualquier forma se encuentra sobre el sinclinal central de Aralar que drena una amplia cuenca, dirigiendo las aguas hacia el nacedero de Aitzarreta. Su supuesta conexión con el enrejado subterráneo y el acuífero se ven reforzadas con las fuertes corrientes de aire presentes tanto a la entrada de la cavidad como en el fondo del meandro final.

Paleontológicamente hablando, la cueva de Amutxate contiene un excepcional yacimiento de oso de las cavernas (*Ursus spelaeus* Rosenmüller-Heinroth). El interés principal de las excavaciones que se llevan a cabo, no es tanto la gran acumulación de restos (más de 4.000 catalogados) que contiene sino las enormes posibilidades de estudio que ofrece, ya que se trata del primer yacimiento intacto siendo un hecho casi inédito en el Estado. El grado de conservación del material es bueno, excelente incluso, aunque aquel que no ha estado cubierto por sedimentos presenta cierta desmineralización. En concreto la cueva de Amutxate presenta los siguientes aspectos que permiten atribuirle un importante interés científico: Es el único representante de yacimientos de esta especie en Navarra, es rica en restos y está intacta. Su estudio permitirá aportar datos sobre los siguientes aspectos: características de esta especie en la Sierra de Aralar, pautas de dispersión de restos, paleodemografía, estudio de mortalidad diferencial, paleodietas, etc. Llegar a conocer estos aspectos científicos sería de importancia ya que permitiría conocer con total continuidad la población norteña de oso de las cavernas de la Península Ibérica.

En la ejecución de las diferentes labores de desobstrucción en la cavidad AM3 ha tenido un factor primordial la evolución de las técnicas y sistemas de demolición (lo menos agresivos posibles al entorno) en las distintas etapas que se desarrollaron los trabajos. La utilización de métodos como cemento expansivo y la novedosa

técnica de micro-fulminantes facilita la posibilidad de nuevas y pendientes desobstrucciones en multitud de cavidades así como su uso en labores de espeleosocorro, etc.

AGRADECIMIENTOS

La consecución de los resultados obtenidos en esta cavidad no hubiera sido posible sin el formidable esfuerzo realizado por todos los miembros del G. E. Satorrak durante las diferentes fases del trabajo. Ha merecido la pena.

Queremos agradecer asimismo a Trinidad de Torres y Rafael Cobo, por haberse volcado con nosotros en esta empresa poniendo su tiempo y sus medios profesionales a nuestro alcance. A todos los participantes en las excavaciones e investigaciones diversas que se han realizado. Tanto las tareas de investigación espeleológica como las de desobstrucción, adecuación y cierre han sido financiadas por el Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra que además nos ha servido de gran ayuda por medio de Carlos Acaz. Además hemos contado con la colaboración de los técnicos del Museo de Navarra, Jesús Sesma e Inés Tabar. A todos aquellos que de un modo u otro han participado en esta aventura de tantos años (13) y que tal vez nos hayamos dejado en el tintero.

Por supuesto, nuevamente agradecer también a Javier Maeztu sus correcciones y apuntes siempre tan sutiles.

BIBLIOGRAFÍA

- DUVERNOIS CH., FLOQUET M., HUMBEL B. (1972): La Sierra d' Aralar. Tesis doctoral. Inst. Sci. Terre. Univ. Dijon, pp 264.
- DE TORRES T., COBO R (2000). Estudio del sedimento del yacimiento paleontológico de la cueva de Amutxate. Sin publicar.
- G. S. Aquilino Artículo italiano de desobstrucción. Grupo Sepa Aquilino.
- G. E. SATORRAK (1990). Investigación espeleológica en el Nacedero de Aitzarreta. Grupo de espeleología Satorrak. Conclusiones 1990.
- G. E. SATORRAK. Proyecto de excavaciones Amutxate 99.
- G. E. SATORRAK (2000) Basanberroko ziloa. El karst sur de Garralda. Grupo de Espeleológica Satorrak. Karaitza nº9 UEV, Donostia, pp:15-26.
- D.F.N. (1978). Mapa topográfico de Navarra 1: 5.000
- I.T.G.M. Huarte Araquil, hoja, 114-2. Mapa topográfico nacional. Cartografía digital de Navarra, 1: 25.000
- I.G.M.E (1987). Alsasua. hoja114/24-07. Mapa geológico de Navarra. 1: 50.000.

EL KARST DE ARANTZAZU (Gipuzkoa)

Joseba DORADO, Keltze ARRUE, Xabier AZKARATE, Xabier AZKOAGA, Ricardo ERAÑA, Carlos ERAÑA, Iñigo EZKIBEL, Aritz GALDOS, Josu LAKONTXA, Andoni OLALDE, Jon UGARTE, Santiago UGARTE.
ALOÑA MENDI E.T.

Atzeko Kale, 20 • 20560 Oñati (Gipuzkoa)
amet@euskalnet.net • www.euskalnet.net/amet

(Recibido en Octubre de 2001)

RESUMEN

El objetivo de este artículo es el de describir el karst de Arantzazu. Para ello, se investigan y analizan las morfoestructuras sujetas a esta área. Además, se pretende recopilar y organizar los datos recogidos durante años de trabajos en esta zona.

El área, a pesar de ser pequeña, alberga muchas cavidades en su interior. Se intenta con este artículo una explicación de conjunto de estos fenómenos.

LABURPENA

Artikulu honen helburua Arantzazuko karstaren deskribapena egitea da. Horretarako, alde honen barruan dauden morfostrukturak aztertu eta ikertu ditugu. Honetaz gain, alde honetan urteetan jasotako datuak biltzen eta antolatzen saiatu gara.

Alde honek, txikia izan arren, koba ugari ditu. Artikulu honetan, koba hauen azalpena beraien osotasunean ematen saiatu gara.

ABSTRACT

The aim of this article is to describe the karst of Arantzazu. In order to do that, the morphostructures of this area have been investigated and analysed. In addition to this, we have tried to compile and organise all the information we have gathered together during the last years.

The area, despite of being small, has got many caves. We have tried to give an explanation of all these caves as a whole.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo desarrolla la subunidad del macizo de Aizkorri, descrita en el trabajo “El karst de Aloña-Aizkorri-Aratz” (Aloña Mendi E.T., 1999), llamada Karst de Arantzazu. La investigación y recopilación de morfoestructuras, cuevas, simas y demás tipos del Karst de Arantzazu, nos transporta a un tipo de karst de montaña, conocido como “*pinnacle reef*” o pináculos arrecifales y localizado fuera del margen más potencial de la sierra de Aizkorri.

ANTECEDENTES

Entre las referencias bibliográficas que tratan sobre el karst de Arantzazu destacan:

1918. Fr. Mariano Ansotegui: Reseña sobre la cueva Aitzabal (probablemente Iritegi).

1950. Jesús Elósegi en compañía de P.M. Ruiz de Gaona y Reyes Corcostegui visitan y catalogan varias cuevas.

1953. Juan San Martín, Felix Ruiz de Arcaute y Jesus Elósegi catalogan una treintena de cavidades en los montes de Aitzabal y Bellotza. La gran mayoría de ellas solo son observadas con prismáticos.

1969-1970. El G.E. Aranzadi topografía varias cavidades de Bellotza y Aitzabal.

1968- 2001. El Grupo Espeleológico Aloña Mendi (A.M.E.T.) estudia la zona periódicamente.

1969. Aranzadi publica el Catalogo Espeleológico de Gipuzkoa.

1974. AMET. Publica el estudio “ Trabajos sobre el karst del SW de Gipuzkoa”, donde se incluye la relación de cavidades catalogadas en la zona del río Arantzazu.

1982. Felix Ugarte realiza su tesina sobre la geomorfología del valle de Oñati, en parte dándole gran importancia al valle de Arantzazu.

1996. Aloña Mendi E.T. escribe en “Gesaltza-Arrikutz Multzo Karstikoa” varios capítulos sobre el río hipogeo de Arantzazu.

1999. Aloña Mendi E.T. escribe en “El Karst de Aloña-Aizkorri-Aratz” una reseña sobre la zona de Arantzazu.

2000. AMET. Historia de la Espeleología en Oñati, 30 años de AMET.

CARACTERES GEOGRÁFICOS.

La zona de estudio se localiza al N de la Península Ibérica, en los Montes Vascos y en la Cordillera Cantábrica. Encuadrado al SW de la provincia de Gipuzkoa y al SE del valle del Alto Deba, perteneciente al término municipal de Oñati, barrio de Arantzazu, en uno de los parques naturales proyectados por la Comunidad Autónoma del País Vasco.

El karst de Arantzazu se sitúa en el macizo de Aizkorri, en la cuesta S de la sierra de Aloña. Ocupa una superficie de 2,2 km², entre las coordenadas siguientes (UTM):

XN: 4.759.175 YW: 548.055

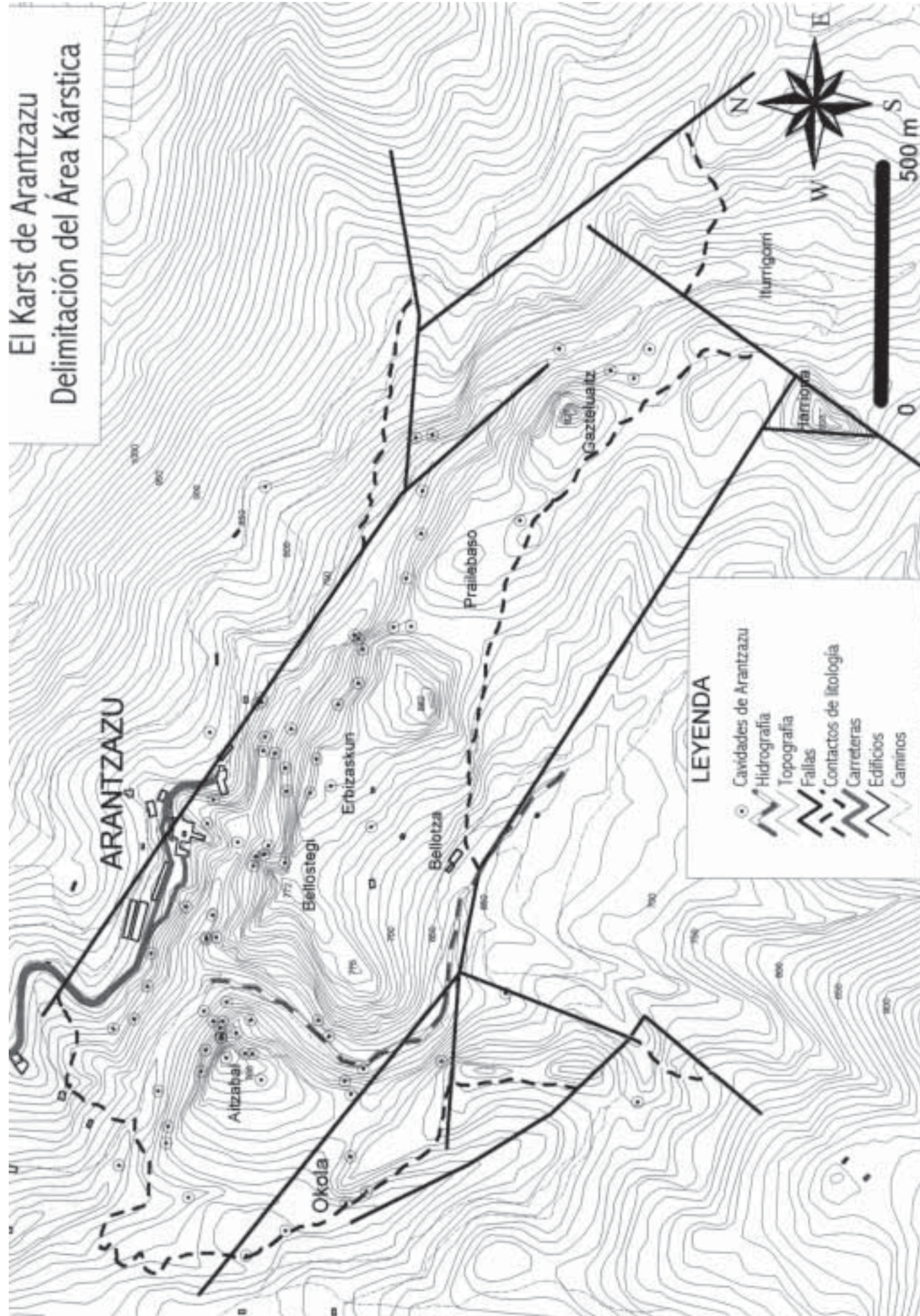
XS: 4.757.070 YE : 551.110

La delimitación de la zona que nos ocupa, está constituida por el monoclinal de Elgea-Urkila al sur, el anticlinal de Aloña-Aizkorri por el norte, el nacimiento del río Arantzazu por el este (Petrinaitz 1217 m) y la surgencia de Iritegi por el oeste.

Nos podemos aproximar a la zona a través de la carretera local Oñati-Arantzazu (Gi-3591). A unos seis kilómetros, se toma el camino cercano a la cantera que va dirección al caserío Bellotza. Este camino es el más cómodo, ya que es practicable con vehículo. También podemos adentrarnos al cañón de Arantzazu por el aparcamiento del Santuario de Arantzazu. Desde aquí bajan unos escalones hacia el camino antes mencionado que se dirige a Bellotza. Igualmente, desde el Santuario podemos dirigimos hacia Iturrigorri y adentrarnos por el norte de la zona de estudio.



Fig. 1.- Situación geográfica de la provincia de Gipuzkoa, Oñati y el Karst de Arantzazu.



Análisis topográfico

El relieve presenta una orografía bastante abrupta formada por relieves residuales: Aitzabal (766 m), Arriona (933 m), Bellostegi (792 m), Gazteluaitz (927 m), Katarreta (771 m) y Lopitzen Haitza (779 m). El área llega a una altura máxima de 933 metros y a una altura mínima de 585 metros. La zona comprende una longitud máxima de 1 Km NNE-SSW y de 2,5 Km WNW-ESE. En cambio las cotas más bajas se desarrollan en la zona del cauce del río Arantzazu y el río Bellotza.

Mientras que la zona de Urkila-Artia nos da un relieve regular y de formas suaves, este relieve kárstico aparece con relieves diferenciales de gran heterogeneidad.

Climatología

El estudio climático está basado en los datos de la estación meteorológica de Arantzazu localizada dentro de la zona examinada (X: 4.758.995; Y: 548.825; Z: 740 m). Esta estación está situada en la zona vasco-cantábrica, inmersa en el área afectada por la circulación general de W. y separada por 35 kilómetros del mar Cantábrico siguiendo la línea del meridiano.

Los elementos del clima que más directamente influyen en la karstificación son el balance hídrico, extremadamente favorable; la temperatura, la precipitación y la presión del CO₂ (GARCÍA CODRÓN, 1989). El papel de los demás factores climáticos se reduce a la potencialidad que tengan en ese mismo tiempo y espacio. La presencia de agua, vehículo y soporte, por definición, de los procesos de disolución, es también una de las más importantes.

Utilizando la clasificación de Köppen definiríamos la zona como clima Cfb, templado oceánico de verano fresco. (UGARTE, 1981). La precipitación media anual es de 1718,7 mm, la temperatura media de 10,2 °C con una oscilación térmica moderada de 12 °C.

Las diferencias que se producen en los totales de precipitación se ven acentuadas por el efecto de la evapotranspiración.

La media de los días de lluvia son 158,5 días, pero, generalmente de poca intensidad (1-10 mm/día). Las precipitaciones máximas mensuales, se dan en invierno (210 mm) y las mínimas mensuales de verano (70 mm). La irregularidad interanual de las precipitaciones es bastante acusada, variando entre 1500 y 2000 mm/año. Existe riesgo de heladas durante seis meses al año, durante invierno y primavera. La intensidad de las heladas no es grande, con valores máximos de -8° C.

La relación entre karstificación y pluviometría es un reflejo, en sus grandes líneas, de la solubilidad de los materiales. Cuando mayor es el caudal específico mayor es la disolución específica. La disolución en el endokarst también es importante, ello es debido al rápido ingreso de las aguas a través del lapiaz en ausencia de suelo. La temperatura media del agua subterránea es de 8,5 °C, poco mineralizadas, que al ingresar al endokarst, son capaces de tomar CO₂ de la atmósfera subterránea y aumentar su capacidad de disolución. Las grandes crecidas de las corrientes epígeas, con incidencia erosiva, sólo se dan cada ciertos años y las crecidas anuales (dos o tres).

La nieve resiste sin fundirse unos 30 días, en periodos invernales. Los ciclos de hielo / deshielo, es un dato muy válido ya que son ellos los que generan la crioclastia, alcanzan el valor de 30/40 a lo largo del año en Legazpia, siendo inferiores en Arantzazu, 3.

El viento no presenta características de agente erosivo importante; sin embargo, los tipos de tiempo que hacen posible el viento sur, sobre todo en los meses otoñales incrementan sensiblemente la posibilidad de desecamiento de la humedad del suelo, que puede tener más tarde consecuencias morfogenéticas.

Las aguas que escapan a la evapotranspiración, se infiltran en el suelo subterráneo formando parte de los acuíferos que se encuentran allí. Según el método de Thornthwaite, Arantzazu pre-



El cañón de Arantzazu, entre las barras arrecifales de Erbizkun-Bellotza-Aitzabal y los caseríos, hoteles y Santuario de Arantzazu.



El área kárstica vista desde las cercanías de Duru, al fondo se observa el frente del monoclinial de la sierra de Artia-Urkila-Elgea.

senta déficit en la humedad del suelo durante dos meses al año de 38 mm y 46 mm (julio-agosto)

Hidrografía

La zona se sitúa en la cabecera del río Oñati, afluente del río Deba, que drenan sus aguas en el Mar Cantábrico, en la misma divisoria de aguas Cantábrico-Mediterránea.

En la zona kárstica inciden dos ríos principales que derivan de las areniscas de la ladera Norte del monoclinial de Elgea-Artia-Urkila: río Arantzazu y río Bellotza.

El río Arantzazu entra en contacto con las calizas al término del valle de Iturigorri (flanco SE), bajo la peña de Gazteluaitz (pirámide residual calcárea). A partir de aquí la incisión ortoclinal divide en dos el flanco S del anticlinal Aloña-Aizkorri, originando una garganta; en la margen izquierda quedan las barras arrecifales de Gazteluaitz-Erbizkun-Bellotza y en la margen derecha sobresalen las demás calizas biostrómicadas, esta zona sur del anticlinal deja un relieve más tendido.

El río Bellotza conecta con las calizas al sur de la zona estudiada, cerca del caserío del mismo nombre. Este río se mueve entre las peñas de Bellotza y Aitzabal dando lugar a la entalladura o ruz del mismo nombre.

El río Arantzazu y el río Bellotza se encuentran dentro de la zona de calizas biostrómicadas y dentro del término de Arantzazu. Hay que decir que al ser una zona de calizas muy infiltrables, las regatas funcionan cuando hay una precipitación suficiente que pueda ganar a la capacidad de infiltración que se da en el talweg de los dos ríos. El río Bellotza es el único de los dos que aflora un poco dentro del espacio estudiado debido a que se hallan dos zonas de gran parecido a unas "cuñas" con aparición de las calizas impuras. El cañón de Arantzazu y la ruz de Bellotza, son los vestigios que han dejado la fuerza del agua. La erosión y la infiltración del agua en estas dos morfologías destacan lo karstificables que pueden ser las calizas de esta región. En el momento de juntarse

los dos ríos siguen canalizados hasta su salida al NW de la zona.

El río Arantzazu recorre 2,4 kilómetros en 160 metros de desnivel de terreno calizo, hasta encontrarse con el río Bellotza, que atraviesa el paisaje kárstico durante 1,1 kilómetros en 50 metros de desnivel. Desde que se encañonan hasta que salen llegan a tallar la barra caliza 0,4 kilómetros en 10 metros de desnivel. El

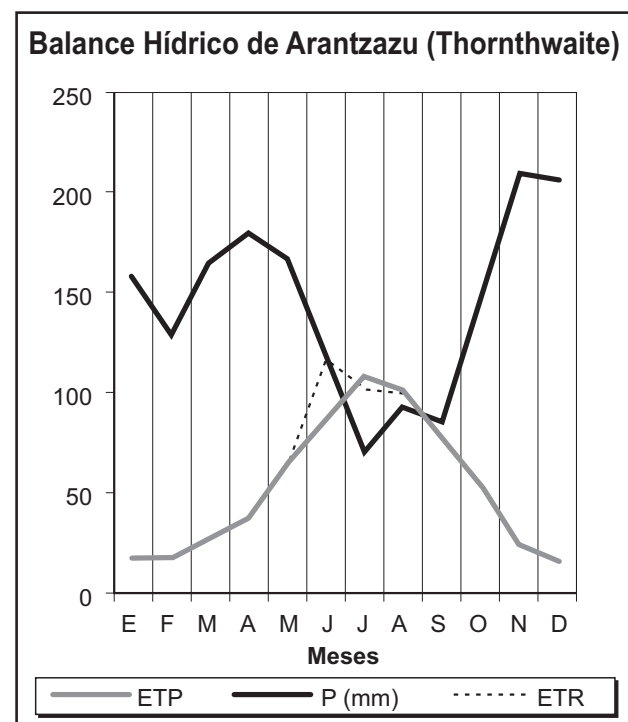


Fig. 3.- Balance hídrico de Arantzazu entre los años 1966 y 1996. (Thornthwaite)

poder erosionador que contienen estos dos ríos ha sido recurrente para encontrar cortes en la frágil caliza en donde ahora forman sumideros por donde escapa y se infiltra el agua.

Así mismo, el agua que cae a los lapiaces de los montes y a las laderas, es encauzada por las diaclasas y juntas de estratificación para llegar a salir por varias surgencias a pie de talweg. Durante este viaje, van formando galerías estrechas y pozos estrechos donde se crean formaciones carbonáticas, para llegar a salir por más de una surgencia y resurgencia que se encuentran en la franja de Arantzazu. Mas del 90%, van a dar a la cavidad más larga de la zona, es la que denominamos como complejo de Iritegi (Iritegi-Aixen koba-Tortuga).

Vegetación

La vegetación en esta zona está delimitada por el piso del haya, *Fagus sylvatica L.* El límite de este piso depende sobre todo de la exposición de las laderas, pero puede fijarse entre los 600 metros en adelante. En una cliserie, la localización de este piso quedaría entre el *Quercus robur L.* (roble) que va desde el punto mas bajo del municipio hasta los 400-600 metros, y el piso sub-alpino, 1200-1400 metros en adelante. El haya existe en abundancia, en las laderas más llanas y en zonas donde se forma un suelo bastante potente como para albergar vegetación forestal.

En la zona de cañón y cerca del río existen los bosques de alisos, fresnos y avellanos, con una potencia suficiente de suelo para albergarlos. Es una agrupación de extensión reducida, formada en las zonas aluviales de deposición. En las orillas de los barrancos, se desarrollan elementos vemorales propios de ambientes más húmedos y sombríos; *Chrysosplenium oppositifolium*, *Oxalis acetosella L.*, *Hypericum androseumum L.*, *Cardamine hirsuta L.*, *Saxifraga hirsuta L.*, etc.

La situación de Arantzazu, entre el clima atlántico y el clima mediterráneo de la Llanada Alavesa. Produce que se hallen en

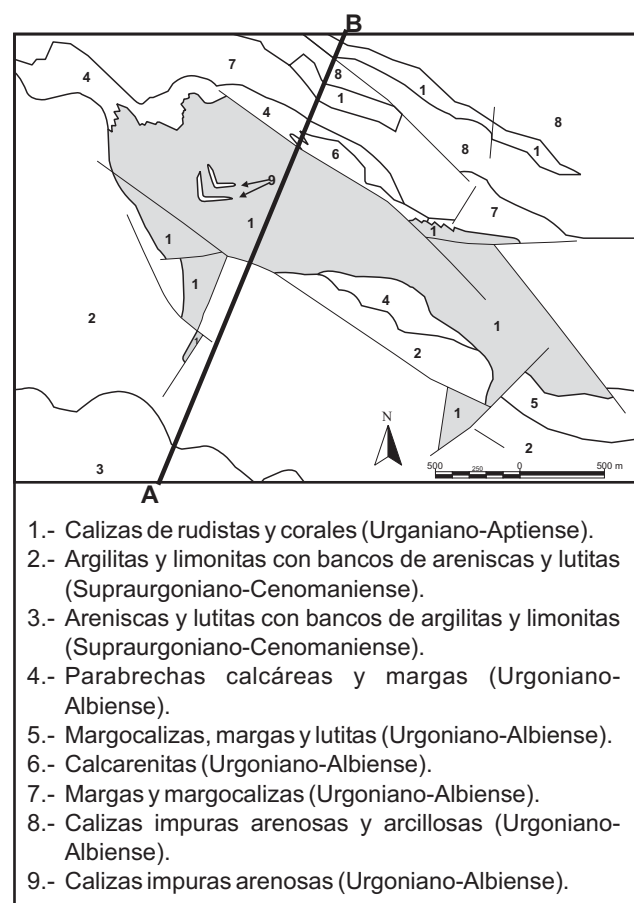


Fig. 4.- Mapa geológico del área de estudio.

Arantzazu y al norte del monoclinal áreas con una vegetación de Quejigal-Robledal calcícola. En el lapiaz desnudo existen unidades de Majuelo "*Crataegus monogyna*", Aulaga "*Genista scorpius*", *Genista hispánica*, *Festuca ovina L.*, etc.

En zonas de vegetación la evapotranspiración producida determinará la cantidad de agua de infiltración que intervenga en el proceso kárstico. En el lapiaz desnudo se dará una menor disolución debido a la existencia de menores cantidades de CO₂. Estas cantidades de CO₂ en fracturas y grietas crean un desarrollo de abundantes formaciones carbonáticas en las cavidades subterráneas. (MAEZTU, 1998)

Impacto Humano

Dado lo escabroso que es el paisaje kárstico de Arantzazu, encontramos pocos realces humanos que se puedan examinar. Dentro de este territorio no se da mucha relación entre la actividad humana y la caliza.

Existe solamente un caserío llamado Begiolatza (Bellotza), el cual es el único que lleva a practicar la actividad económica de la ganadería en esta área. Esta actividad conlleva la creación de pastos en los alrededores del karst, aún así, es mínimo el impacto que dan estos prados, localizados al norte y al sur del caserío. La actividad más frecuentada es la de la explotación forestal. Se da más o menos un 20% sobre la zona, de plantaciones de *Pinus insignis* para luego talarlos con un futuro maderero.

El mayor impacto que se puede dar en la zona kárstica es la afluencia de vertidos líquidos y sólidos en el río de Arantzazu y en algunas simas de los alrededores. El vertido líquido es aportado por la zona de caseríos, restaurantes, hoteles y santuario de Arantzazu. Este vertido va directo al río de Arantzazu, esto viene a proporcionar la alta tasa de coliformes en los manantiales del área de Arantzazu. El sólido lo encontramos en las simas de los alrededores de los caseríos, donde estas cavidades se hallan llenas de bolsas de basura.

Podemos encontrar en las inmediaciones de los caseríos, caleras que representan a la antigua actividad de uso propio generalmente, que se daba cerca de los paisajes calizos.

EL MARCO GEOLÓGICO

Este apartado se ha elaborado, básicamente, de la memoria de la hoja 113 I, correspondiente al Santuario de Arantzazu, del Mapa Geológico del País Vasco. (EVE-Esc: 1/25.000)

El área se sitúa en la sierra de Aizkorri, formando parte del gran anticlinorio de Bilbao. Se compone fundamentalmente de calizas de facies urgoniana de edad Aptiense-Albiense.

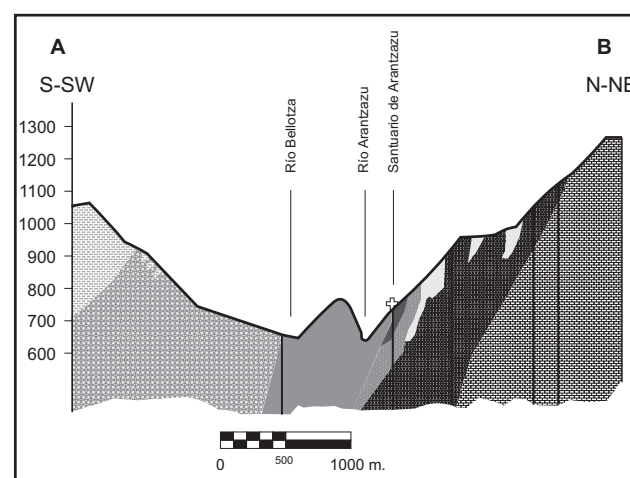


Fig. 5.- Corte topográfico y geológico de la cuenca del río Arantzazu.

Estratigrafía

El macizo de Aizkorri está compuesto fundamentalmente por materiales de edades comprendidas entre el Neocomiense-Barremiense (Cretácico inferior) y el Cenomaniense (Cretácico superior), además de la delgada barra de material del Keuper inyectados por el cabalgamiento en la zona de cresterío de Aloña-Aizkorri.

El área caliza se localiza en la litología de "Calizas de rudistas y corales, masivas o en bancos métricos-decamétricos". Se formaron en la edad del cretácico inferior, para ser más exactos en el Albiense. Cerca de esta masa caliza existen otras dos del mismo tipo, que sobresalen a una mayor altura: Zabalaitz y Enaitz, que se componen de montículos de micrita con un probable origen autóctono. El Complejo Urgoniano fue definido por RAT (1959) y reunió un conjunto de rocas sedimentarias con facies arrecifales o pararecifales y sus detríticos asociados (EVE). Se considera como complejo urgoniano toda la sucesión de materiales del Cretácico inferior con facies mayoritariamente marinas.

Este complejo representa un conjunto sedimentario potente. Contiene calizas sublitográficas a microcristalinas, arrecifales compactas y muy fracturadas, que aparecen en bancos o masas de estratificación irregular. Pueden presentar tonos blancos que a veces se pasan a negros. Aparecen desperdigados ciertas venas rellenas de calcita, algunas pocas y con un mínimo valor, en el área de estudio, concretamente en el cañón de Arantzazu. Estas venas también son visibles en algunas cuevas del valle.

La potencia de este núcleo calizo es difícil de afirmar pero según el EVE la máxima potencia superaría los 400 metros. El tipo de litología que albergan los pináculos arrecifales, desaparecen por el oeste pasando a ortobrechas y a parobrechas y margas con bloques olistolíticos. Hacia el este se enmarca también con las parobrechas y margas con grandes bloques olistolíticos y entre ellas se intercalan algunos pequeños y aislados montículos arrecifales. En el sur y casi en la mitad del área aparecen parobrechas calcáreas y margas que se unen a las argilitas y limolitas para crear la pared sur de estos pinnacle-reef. Por el norte, en cambio, existen muchas litologías en las que las margas y margo calizas son las más progresivas de la zona.

Estructura y tectónica

Pliegues

Los estratos en la zona arrecifal de Arantzazu tienen una dirección predominante de N-S, con buzamiento generalizado hacia el W de 20-30°. Sus juntas de estratificación son visibles en algunas cuevas de la zona y sus cortes de falla en la entrada al aparcamiento de Arantzazu.

Fallas

La zona de Arantzazu aparece fracturada en toda su largura por fallas con una dirección NW-SE, que limitan el cretácico inferior con el cretácico superior. Las cavidades de mayor longitud están asociadas a este tipo de fallas (Gomistegi; Arantzazu Erreka 1). Arantzazu Erreka, con 740 metros de desarrollo, tiene la entrada ubicada casi en la misma falla que va desde Iturrigorri hasta el Santuario de Arantzazu, tanto que su dirección es poco más o menos paralela a la falla.

Junto a las fallas de gran longitud se superponen otras con diferentes direcciones que cortan las de mayor longitud. La zona de Arantzazu se presenta intensamente fracturada por fallas de desgarre que recorren los lados de este litósomo con una dirección de NE-SW.

Diaclasas

La importancia de la fracturación por diaclasas se da tanto en el exokarst como en el endokarst. A nivel exokárstico, tiene gran importancia debido a que son responsables de las alineaciones de las dolinas y de la orientación de los campos de lapiaz. En el endokarst, marcan la dirección de las galerías y de multitud de

pequeñas cavidades (ejemplo que se da en esta zona). Las diaclasas, fracturas y juntas de estratificación, orientan y controlan la instalación de la red subterránea. Las galerías se abren, fundamentalmente, aprovechando las facilidades ofrecidas por las juntas de estratificación y diaclasas (son visibles los buzamientos de los estratos en la dirección de las galerías), con líneas directrices que siguen, en gran parte, los controles tectónicos.

El difícil avistamiento por fotografía aérea que tiene la zona hace que salgamos al campo a analizar las propias líneas de diaclasas.

Las direcciones observadas fueron:

- NE-SW; a favor de las juntas de estratificación. Se aprecian direcciones entre 40° y 65° y forman el mayor número de diaclasas.
- NW-SE; dirección perpendicular a los estratos, entre 290° y 340°.

En el endokarst se vuelven a apreciar el mismo tipo de direcciones, siendo las de NE-SW las más observadas en los datos de las direcciones principales de las cavidades.

HIDROLOGÍA

Características hidrológicas

Primeramente hay que decir que el karst que tenemos en estudio se debe a un tipo morfológico que es el "Fluviokarst". El proceso fluviokárstico conjuga varios factores, como una erosión fluvial puramente mecánica, una erosión química por corrosión y una absorción kárstica. Estas categorías son típicas de las estructuras plegadas.

El macizo de Aizkorri constituye una unidad hidrogeológica de la que se posee muchos datos a lo largo de los trabajos que se han ido realizando por diversos autores (A.M.E.T., 1974). En la década de los 70 se realizaron por parte de A.M.E.T. un inventario de puntos de agua relativamente exhaustivo donde se hicieron campañas de coloraciones en varios cursos de agua.

<La cuenca de alimentación mixta del manantial de Iritegi (manantial más importante en la zona de estudio con un caudal de 374 l/sg ubicado en la subunidad de Iritegi) está constituida por los afloramientos calizos situados en la zona de estudio y los situados en la zona de Aloña que suponen 6 km². Además de éstas se incluyen las zonas de calizas impuras con 1,2 km² y las areniscas de la sierra de Elgea-Artia-Urkila con 9,3 km². Todas ellas suman 16,5 km² de cuenca que alimentan el acuífero del sur de Arantzazu. Los aportes de estas dos laderas se infiltran en el karst de Arantzazu a partir de Iturrigorri, Bellotza y Arantzazu. Toda agua pasa a alimentar el acuífero de Jaturabe situado aguas abajo. El agua es conducida hasta la central hidroeléctrica de Olate mediante un azud y un canal.

En cuanto a los datos del balance hídrico: La evapotranspiración potencial dada por la estación de Arantzazu es de una máxima en julio de 108 y una máxima de evapotranspiración real de 116 en junio. Ello nos lleva a tener un déficit en los meses de julio y agosto, lo cual se deberá de arrebatar agua de la reserva del subsuelo. El agua de recarga accede desde la zona impermeable a la permeable, donde entra dentro de la capa para circular hacia los manantiales que se ubican más abajo.

Surgencias

La surgencia más significativa de esta zona, debido al caudal que aporta es la surgencia de Iritegi con sus 374 l/sg de aporte. Este manantial recibe parte de las aguas de las estribaciones N. de la sierra de Urkila-Artia, zona de Zabalaitz y parte de la ladera S de la sierra de Aloña-Artzanburu. El agua pasa por el complejo de Iritegi (cavidad formada por dos bocas en el río Arantzazu, colgadas a 5-7 m sobre el talweg actual y otra en la regata de Bellotza). En épocas de sequía, el nivel de talweg hipogeo se suele ubicar a unos 10-13 metros más abajo que el nivel de entrada de Iritegi. Este dato nos lo da el sifón que se halla cerca de la entrada de Iritegi.



Sima de Aitzbakar 2, situada en el valle de Okola y localizada en una dolina de contacto entre las argilitas y limonitas con calizas de rudistas y corales.

El régimen de los manantiales de la zona de Arantzazu tiene grandes oscilaciones de caudal, con respuestas rápidas a las precipitaciones y con agotamientos que se inician poco tiempo después finalizada la recarga. Iritegi nos da una aportación total anual de 11,8 Hm³/año con una infiltración en el acuífero de 7,2 Hm³/año. O igualmente, obtiene un caudal medio de 800 l/sg de media, 20 l/sg de mínima y 188 l/sg de mediana con un máximo de 5000 l/sg, dada por los datos de los aforos realizados entre agosto del 86 y mayo del 87 (E.V.E., 1987). Esta surgencia llega a tener la mayor tasa de coliformes entre todos los manantiales de la sierra de Aizkorri, con un total de 460 coliformes totales en 100 ml. Estas mismas aguas con presencia de contaminación bacteriológica van a dar al manantial de Jaturabe, el cual alcanza los 240 coliformes totales en 100 ml. Los aportes de los ríos de alrededor (Aldaola) son la causa de la dilución de la tasa de coliformes en Jaturabe. Respecto a la temperatura del manantial de Iritegi debemos de decir que se halla entre las menores de Aizkorri con una media de 8,5° C.

Las surgencias de Iritegi parecen estar relacionadas con la construcción de un cierre en la antigua surgencia, para la canalización de aguas a un antiguo molino. Esto, trajo consigo la elevación del nivel freático y la salida de agua a presión por diferentes grietas y antiguas surgencias, y la creación de un embalse subterráneo en el complejo Iritegi (Tortuga-Aixen koba-Iritegi).

Existen otras surgencias de caudal mínimo, varias de éstas se ubican en la zona de Goiko Benta, formando fuentes para abastecimiento de la vecindad. Son fuentes con un caudal menor que 2 litros por segundo, mientras que Iritegi obtiene un caudal de casi 400 litros por segundo. Al igual que existen pérdidas en el río de Arantzazu y Bellotza en el contacto de las calizas con las areniscas, también existen surgencias de agua en zonas del talweg donde afloran calizas impuras y areniscas.

Sumideros

Existen 5 sumideros en el área de estudio:

- Arantzazu Erreka 1
- Basaerreko Lezia.
- Gazteluaitzeko Urzuloa 01.
- Lopitzeko Urzuloa.
- Okola 01.

Todas ellas se sitúan en el contacto de calizas arrecifales con areniscas, menos Lopitzeko Urzuloa y Arantzazu Erreka 1. Basaerreko Lezia, Gazteluaitzeko Urzuloa 01 y Okola 01, los encontramos en dolinas de contacto mientras que Arantzazu Erreka 1 y Lopitzeko Urzuloa están creadas por medio de fallas y diaclasas. En Okola, existen dolinas colmatadas a base del sedimento erosionado y transportado por los riachuelos provenientes de la cuesta del monoclinial de Artia. Estos taponamientos impiden la entrada del espeleólogo pero no la del agua, formando sumideros impenetrables pero de poco interés.

Arantzazu Erreka 1 es la sima de mayor desnivel con 97 metros y con un desarrollo de 740 metros, localizado en la orilla izquierda del río. Por medio de una prueba hidrológica se pudo comprobar que al sumidero entraba una constante de 33 l/sg. Gazteluaitzeko Urzuloa 1 y Lopitzeko Urzuloa, ambas terminan en un caos de bloques parecido al de Okola 01 y Arantzazu Erreka 1, en cambio Basaerreko Lezia finaliza por sedimentos detríticos.

GEOMORFOLOGÍA KÁRSTICA

La zona está rodeada por fallas en su totalidad. Las partes no fracturadas por fallas, son intervenidas por los contactos entre la caliza del karst y la litología que las compete. Las laderas presentan una pendiente muy acusada. Los lentejones de caliza están

erosionados ortoclinalmente por el río Arantzazu formando el cañón de Arantzazu y anaclinalmente por el río Bellotza formando la ruz de Bellotza. Estos dos cañones forman a través de las calizas unas enormes paredes, las cuales son un impedimento grande para la formación del exokarst.

Las zonas altas de cresterío son afectadas por procesos crioclásticos y los clastos aristados producto de la gelifracción son visibles en todo el lapiaz, vertientes y talweg del río. Nos encontramos con múltiples zonas de canchales, donde se hallan restos de anteriores cuevas y simas (restos de formaciones carbonáticas). Estos cresteríos incluyen llanadas pequeñas en las que se forman dolinas y diferentes tipos de lapiaz. Estas zonas serán las más examinadas por su alta infiltración.

El Exokarst

La karstificación superficial está integrada por las formas más básicas que se pueden encontrar en un karst. Por muy pequeña que sea la zona podemos encontrarnos desde pequeños lapiaces hasta cañones o una ruz.

Lapiaz

Microformas (microkarren)

Se hallan en laderas del S del cañón de Arantzazu y Bellostegi, y en las zonas con pendientes de 0 a 5°. La más aparente en esta zona son las kamenitzas y tinajitas, de diámetros menores que 15 cm y hendiduras que pueden llegar hasta los 50 cm.

Karren

La superficie de lapiaz desnudo y semidesnudo se encuentra en las zonas de gran pendiente, laderas del cañón de Arantzazu, los últimos 25 metros de la parte sur de Aitzabal, toda la cresta desde Bellostegi hasta Erbizkun y en los pináculos que afloran como pi-

cos. En cambio, el lapiaz cubierto se halla en el valle de Okola, parte sur de Aitzabakar y al norte de Iturrigorri.

El lapiaz en surcos (*Rillenkarren*) se localiza en las laderas sur de Aitzabal y Bellostegi-Erbizkun. Este tipo se desarrolla en pendientes medias de 30-35° y se suele establecer en formas de microcanales entre 1 y 2,5 cm de ancho. En este tipo de lapiaz se desarrolla el ejemplar de vegetación de roquedos calizos.

El lapiaz redondeado (*Rouunkarren*), se dan en la ladera sur de Bellostegi, cerca del caserío Bellotza. Son lapiaces de origen subedáfico que se forman en suelos de poca pendiente.

El lapiaz de diaclasas (*Kluftkarren*), se halla en la zona de cresterío, entre el cresterío de Prailebaso y Bellostegi. Estas diaclasas tienen una anchura de 0,5 metros a 1 metro y un desnivel de 0,5 metros. En esta zona es donde se localizan la mayoría de diaclasas que se hallan en Arantzazu.

El lapiaz de gelivación donde más evidencia tiene es en la zona de Bellostegi-Prailebaso. Formado debido a la gelifracción que se da por el hielo/deshielo, ha formado clastos y piedras en todo el cresterío de estos macizos. También encontramos clastos surgidos por gelifracción en las laderas de los talwegs de los ríos Arantzazu y Bellotza

Depresiones kársticas

Dolinas

Estas depresiones circulares o elípticas no se dan tanto en esta zona como en otras de la sierra de Aizkorri. Este modelado es más vistoso en la zona de Urbía, las sierras de Aloña-Aizkorri-Aratz y en la zona de Degurixa. Solo en una zona (valle de Okola) aparecen bastante agrupadas debido al contacto existente entre las calizas y las areniscas.

Las hay de dos tipos: dolinas de contacto y de artesa.

Las dolinas de contacto, se ubican en el flanco sur, rodeando Katarreta y detrás de Aitzabal. Son generalmente activas, debido a



Formaciones estalagmíticas en las galerías fósiles de la cueva de Iritegi, dentro del complejo Iritegi (Iritegi-Aixen koba-Tortuga)

la entrada de un curso pequeño de agua. Estas suelen ser de mayor profundidad que diámetro, con paredes verticales. Algunas son penetrables (Aitzbakar 02, Okolako lezia 03) debido al contacto en calizas masivas. Este contacto obtiene una dirección de 320°. Esta dirección es también la principal en el endokarst de estas simas. Han sido localizadas 15 dolinas de este tipo en la zona de Okola con diámetros menores que 15 metros.

Las dolinas en artesa, están localizadas en las zonas de lapiaz cubierto, en los prados entre Bellostegi y el caserío de Bellotza. Tienen una suave pendiente, una anchura superior a su profundidad y su interior está ocupado por arcillas de descalcificación. Resultan diámetros de hasta más de 20 metros y profundidades que no sobrepasan los 10 metros.

Uvalas

Como consecuencia de la evolución de la dolina, más rápida en superficie que en profundidad se originan las uvalas. Las uvalas aumentan considerablemente la capacidad de absorción, actuando como verdaderas zonas colectoras de agua en mayor escala que las dolinas.

Se han localizado 4 uvalas, dos en la zona de contacto de Okola y otras dos entre Bellostegi y Gazteluaitz.

Las de Okola albergan 3 dolinas cada una. Una de las uvalas tiene una dolina de 20-25 metros por 10 metros y dos dolinas de pequeñas dimensiones (4 metros de diámetro). En cambio la otra tiene tres dolinas de 2 metros de diámetro.

En la zona de Gazteluaitz y Bellostegi, encontramos otras dos, una de ellas con dos dolinas de 2 metros de diámetro y la otra, localizada en Bellostegi, incluye otras dos dolinas, una de ellas de 22 metros de diámetro y la otra de 4 metros de diámetro.

Valles secos

El valle está localizado entre Erbizkun y Gazteluaitz. Es una depresión de 150 x 80 m, donde se localiza una dolina de 50 x 60 m y otras 6 dolinas de diámetro inferior a 10. Estos valles sin drenaje superficial, constituyen un importante punto de infiltración difusa. Son cursos de agua epigeos.

Valles ciegos

Son arroyos procedentes de sustratos de arenisca que al llegar a la zona caliza desaparecen en su interior por un sumidero ubicado en la dolina. Tras desaparecer, suelen tomar la dirección de la falla o junta de estratificación. En Okola las aguas toman una dirección NNW-SSE. Dentro del valle se hallan el sumidero de Okolako Urzuloa 1 y otros pequeños sumideros al sur de Aitzbakar. El valle ciego de Okolako Urzuloa mide unos 600x300 metros. Estos sumideros están colmatados por cantos de caliza, arenisca y otros materiales de tipo detrítico

Ruz de Bellotza

El río Bellotza que nace de las regatas de la sierra de Artia, ha cortado anaclinalmente las barras arrecifales de Aitzabal-Bellostegi para dar lugar a una ruz. Sus formas resultantes son de menor valor que las del cañón de Arantzazu, dando lugar a un talweg más horizontal.

Cañón de Arantzazu

El río Arantzazu entra en contacto con las calizas en el valle de Iturigorri. Allí es donde corta ortoclinalmente y divide en dos el flanco sur del anticlinal de Aloña-Aizkorri. En la margen izquierda deja las barras arrecifales de Gazteluaitz-Bellostegi-Aitzabal y en la margen derecha la vertiente sur de la sierra de Aloña donde está apoyado el Santuario de Arantzazu. Esta incisión se pasea por toda la zona de estudio formando este majestuoso cañón. Dentro del cañón, encontramos bloques caídos (uno de ellos 4x5 metros) y bastantes cavidades (Gaztiasoro, Bellotza, etc.) formadas a presión por las aguas de un río que está activo pocos meses al año.

EL KARST DE ARANTZAZU

Extensión de la zona (km²)	2,2
Altura mínima de la zona (m)	585
Altura máxima de la zona (m)	933
Cavidades catalogadas	93
Fenómenos /km²	33,18
% de Cuevas	78,5
% de Simas	15
% de Sumideros	5,4
% de Surgencias	1,1
% por rango de desarrollo	
< 25 m	73,1
25 - 50 m	15
50 - 100 m	5,4
> 100 m	6,6
Cavidad con mayor desarrollo	Complejo de Iritegi: 1.880 m
Cavidad con mayor desnivel	Arantzazu Erreka 1: -97 m.

El Endokarst

En lo que concierne a la geomorfología endokárstica de Arantzazu, la morfología de sus cuevas es típica de cavidades que han sufrido una amplia evolución. Así, el aspecto de las galerías se relaciona con las peculiaridades tectónicas de cada tramo, con el tipo de dinámica endokárstica al que han estado sujetas y finalmente, con los procesos de incisión que han podido afectar a los conductos (UGARTE, 1986).

En el karst de Aizkorri, con una superficie de unos 55 km², se han catalogado 632 cavidades lo que supone una densidad media de 12 fenómenos/km². En el karst de Arantzazu se han catalogado 93 cavidades repartidas en 73 cuevas, 14 simas, 1 surgencias y 5 sumideros:

De las 73 cuevas sólo hay seis que pasan los 100 metros de desarrollo 5 entre 50 y 100 metros, 14 entre 25 y 50 metros y 68 cavidades con un desarrollo menor a 25 metros. De ellas la más grande es la que integra el complejo de Iritegi (Iritegi-Aixen koba-Tortuga), que forman una cavidad de más de 1,5 kilómetros de desarrollo. En cambio el desnivel de las simas es pequeño, solo 2 de ellas obtienen un desnivel entre 50 y 100 metros (Erroiti Leizea y Arantzazu erreka 1). Arantzazu Erreka 1 acaba por un sifonamiento producido por el nivel del río Arantzazu y del río Bellotza.

Vistos estos datos, se puede añadir que las cavidades localizadas en el área de estudio son mayoritariamente pequeñas. Pero en ninguna zona de Aizkorri hay tanta densidad de cavidades.

De los tipos de cavidades, se encuentran mayoritariamente las de origen fluvial. Pueden ser activas o fósiles. Las activas están situadas en los contactos, valles ciegos y cabecera de antiguos valles fluviales, hoy karstificadas. Se localizan en las laderas del cañón de Arantzazu y la ruz de Bellotza. Casi todas ellas tienen unas formas

redondeadas y sus galerías poseen una dirección de NE-SW. Estas galerías obtienen el mayor porcentaje con el 50% en la determinación de las principales direcciones de las galerías. Terminan en una zona colmatada por sedimento detrítico, proveniente de las areniscas de Urkila-Artia. Los sedimentos son visibles en algunas cavidades. Se aprecian cantos rodados cementados en el techo de las galerías, debidas posiblemente a una primera fase de reactivación hídrica, seguramente debido a un cambio en el nivel de base de la surgencia. Destacan: Complejo Iritegi, Okola, Aitzabal...

Las cavidades formadas por el agua de infiltración, el agua va ensanchando las fisuras. Tienen galerías de sección redondeada pero de menor tamaño que las anteriores y presentan pequeños cantos rodados de caliza. Acogen las galerías con una dirección SE-NW.

Cavidades de Arantzazu

Complejo de Iritegi

Coordenadas U.T.M.:

- Iritegi X: 548.498 Y: 4.758.915 Z: 600
- Aixen koba X: 548.730 Y: 4.758.700 Z: 610
- Tortuga X: 548.719 Y: 4.758.750 Z: 600

El complejo de Iritegi está formado por tres cavidades, dos cuevas (Iritegi y Tortuga), y una sima (Aixen koba). Se localizan debajo de la pirámide arrecifal de Aitzabal. Las entradas de Iritegi y Aixen koba están a unos 5-10 metros de altura del talweg del río Arantzazu. En cambio, la entrada de Tortuga se sitúa a unos 3 metros por encima del talweg del río Bellotza. Iritegi tiene casi 2 kilómetros de longitud formadas por 2 pisos: El piso inferior está originado por el río hipogeo que acoge todas las aguas del valle exokárstico y de las dos sierras de al lado. A este piso se puede

acceder por varios sitios pero no se puede recorrer en toda su longitud. El piso superior es el que está topografiado en toda su extensión. Abarca galerías de dirección N-S y galerías de dirección NNW-SSE con bastantes concreciones: estalagmitas, estalagmitas, gours, pozos, chimeneas...

La entrada a Aixen koba se localiza 10 metros más arriba del puente donde se da la unión del río Arantzazu con el río Bellotza. Es una boca de gran sección, con una rampa de gran pendiente formada a favor de las juntas de estratificación que accede al colector. Esta cavidad acoge salas de gran potencial para este tipo de cueva con dimensiones de 30 metros x 30 metros con bloques de 20x7 metros.

La cueva Tortuga, localizada a un par de metros de altura del río Bellotza, presenta galerías de pequeña dimensión y una sala de dimensiones 20x13 metros con un bloque de 6x5 metros. Esta cueva parece haber sido el antiguo sumidero del río Bellotza. Tiene una galería de unos 20 metros llena de cantos rodados, restos del antiguo río hipogeo. En épocas de pocas precipitaciones se puede atravesar desde la cueva Tortuga hasta la cueva de Iritegi.

La mayoría de las galerías del complejo Iritegi presentan unas formas redondeadas debido a la fuerza del agua. Estas formas acogen unas diaclasas de dirección de 130° y 185°. El kilómetro y medio que tiene Iritegi y los 442 metros que tienen entre Tortuga y Aixen koba suponen casi 2 kilómetros de galerías.

Aitzabal 33

Coordenadas UTM.:

- X: 584.525
- Y: 4.758.461
- Z: 660

La cavidad está ubicada en la ladera norte de Aitzabal a 630 metros sobre el nivel del mar y 50 metros por encima del talweg actual. Se abre a favor de una junta de estratificación con un buza-

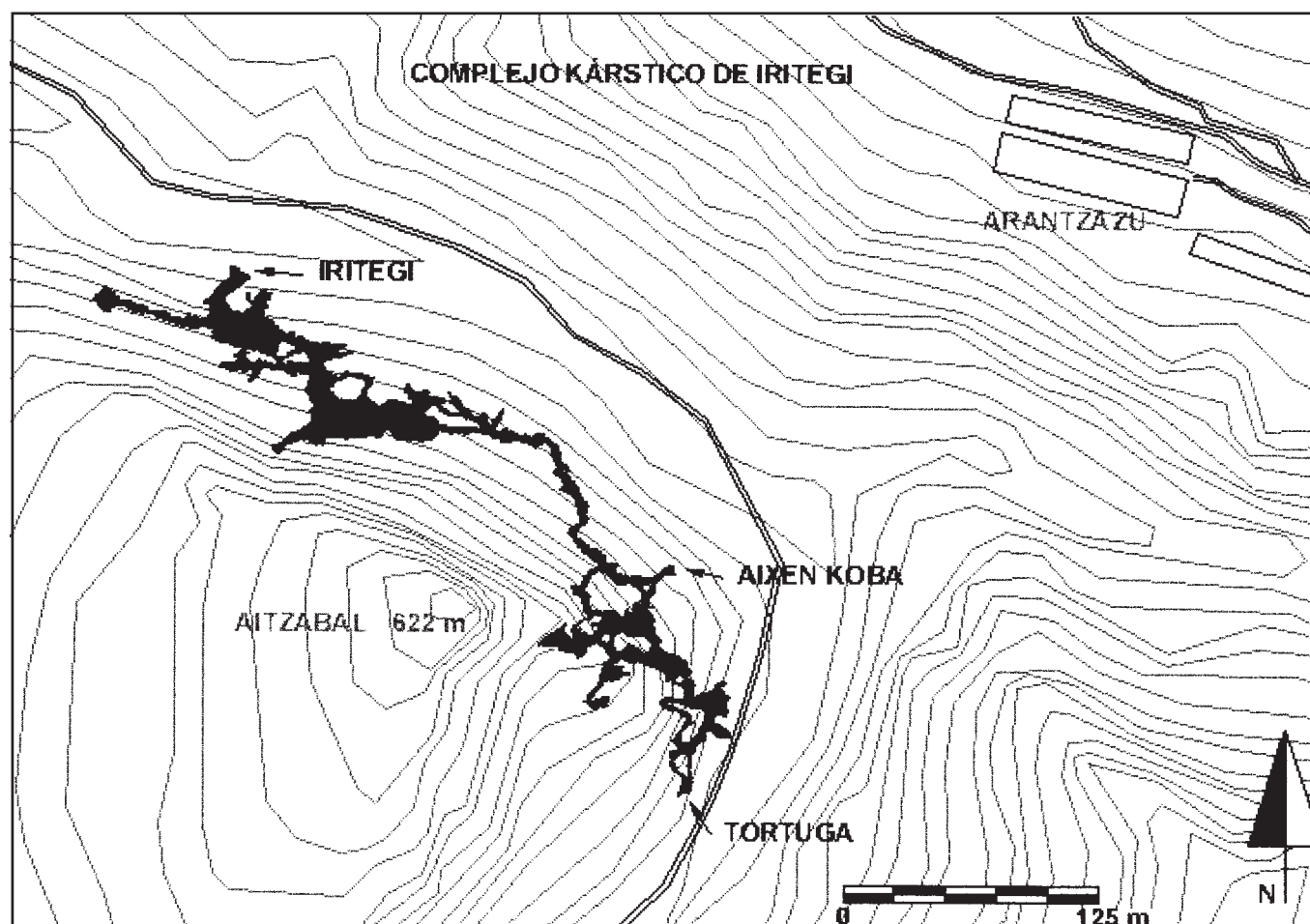


Fig. 6.- Complejo Iritegi (Iritegi-Aixen koba-Tortuga). Topografía superpuesta en el mapa.

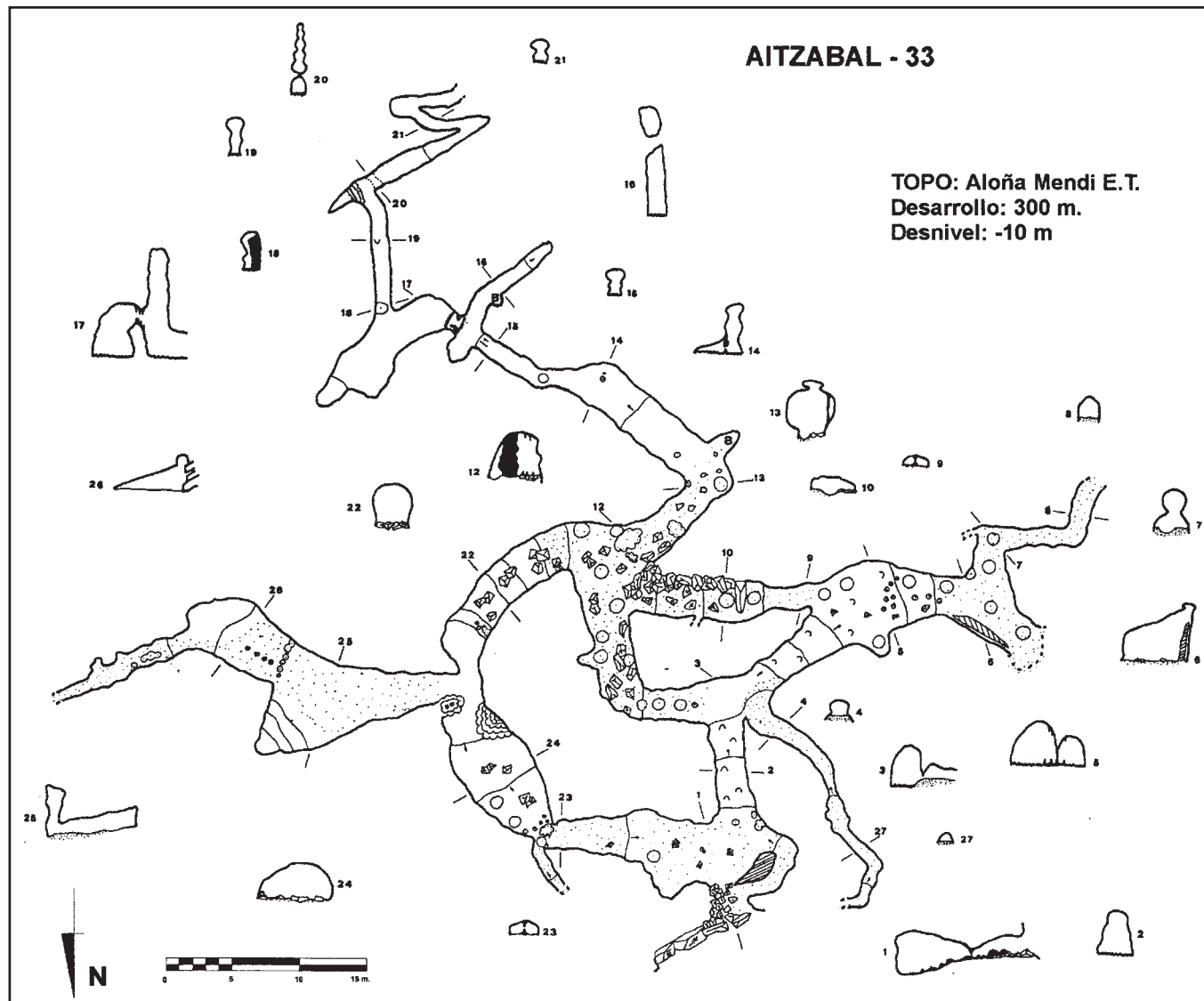


Fig. 7.- Aitzabal 33. Topografía

miento de 30° S. Esta junta mantiene una dirección de 251° (SW-NE). Dentro de la cueva se hallan unas diaclasas con la misma dirección que la junta de estratificación. Esta cueva laberíntica tiene en el sector norte unas galerías anchas y sin revestimiento alguno debido a los procesos de erosión. En el techo se encuentran canales de agua o estrías y existen también galerías a presión.

En la zona sur, se encuentran galerías estrechas y gravitacionales. La mayoría de los depósitos son litoquímicos, debido al lapiaz con vegetación situado en el exterior de la cueva. Los depósitos clásticos, los forman los cantos rodados localizados en la galería este. Esta galería podría haber funcionado como un sumidero, hoy en día está colmatada por clastos.

Arantzazu Erreka 1

Coordenadas U.T.M.:

- X: 549.975
- Y: 4.758.283
- Z: 710

Sima y sumidero fósil, localizada a 0,50 metros por encima del talweg del río Arantzazu. Tiene 97 metros de desnivel y 740 metros de desarrollo, siendo la segunda cavidad mas larga de ésta área.

Abierta a favor de diaclasas y juntas de estratificación, en épocas de grandes lluvias funciona como sumidero. Cavidad formada a favor de una diaclasa de 300° de dirección, con diaclasas transversales de dirección N; y juntas de estratificación con un buzamiento de $45-50^{\circ}$ S.

En época de lluvias, el agua que circula por el cauce epigeo, se filtra en pequeñas cantidades por las diaclasas que están debajo del río transportándola hasta la galería Nagusia, donde desaparece por infiltración entre el material clástico del cauce temporal. En la galería Nagusia, se aprecian las crecidas por los restos de hojas y arcillas encontrados en las paredes, superando los 2 metros de altura. En esa galería, se suele formar un pequeño lago temporal (2 a 3 veces al año). El nivel de base del complejo Iritegi, se encuentra a 25 metros más abajo que el fondo de esta cavidad.

Al principio la cavidad inicia su conducción por unas galerías meandriformes. A mitad de recorrido nos encontramos con la diaclasa que abre la puerta de la sima, en este lado la galería sigue a favor de los estratos. La galería final, a la cual se le unen transversalmente otras dos diaclasas, se tapona por bloques caídos del techo. En la galería Erbizkun, encontramos microformas, canales de bóveda, a lo largo de todo el techo y en la galería Nagusia se aprecia un canto de arenisca de 80×50 cm, dando a entender que tenía comunicación con el exterior. A lo largo de esta galería se halla un depósito alóctono con un pequeño aterramiento, marcando los niveles del río.

Miembros del grupo A.M.E.T en el año 1969, mediante un pequeño cauce lograron conducir el agua al sumidero de Arantzazu Erreka, obteniendo una constante de 33 l/sg. Esta cavidad es de gran interés debido a la posición que tiene, bajo el mismo cauce del río Arantzazu y cerca de la falla Iturrigorri-Santuario de Arantzazu.



Pozo en la sima Aitzabal 3. Pozo de 20 metros localizado cerca del pozo de entrada

Auntz Koba

Coordenadas U.T.M.:
 - X: 548.556
 - Y: 4.758.415
 - Z: 620

Cavidad situada a unos 750 metros al SW de Arantzazu, en la margen izquierda de la regata de Bellotza. La entrada se encuentra, a unos 15 metros por encima del talweg del río. Tiene un desnivel de 30 metros y un desarrollo de 187 metros. La entrada se compone por una abertura de 2,1x4,5 metros de ancho y formada por dos galerías descendentes. Una de ellas, la de mayor amplitud (galería A), desciende con un desnivel de 24-25° y la segunda formada por una gatera con gours y formas pavimentarias, (galería B), desemboca en una estrecha diaclasa meandriforme (galería C). Esta última acaba en una sala sinuosa. Debajo de ella, se encuentra una galería con la misma dirección que la colectora, llegando hasta una galería colmatada de arcillas y arenas. A ésta se accede por un pequeño pozo o rampa de barro, finalizando la sima.

Erroití Lezia 1

Coordenadas U.T.M.:
 - X: 549.983
 - Y: 4.758.665
 - Z: 830

La cavidad es una sima con un gran pozo de 52 metros de desnivel y 35 metros de desarrollo, el cual acaba en una sala compuesta por bloques caídos. Este pozo tiene una dirección de 25° (NNE-SSW). En cambio, la pequeña galería final de 10 metros, que se colmata en un tapón de pequeños bloques, tiene una dirección de 300° (NW-SE).

Basaerreko Lezia

Coordenadas U.T.M.:
 - X: 548.744
 - Y: 4.758.070
 - Z: 660

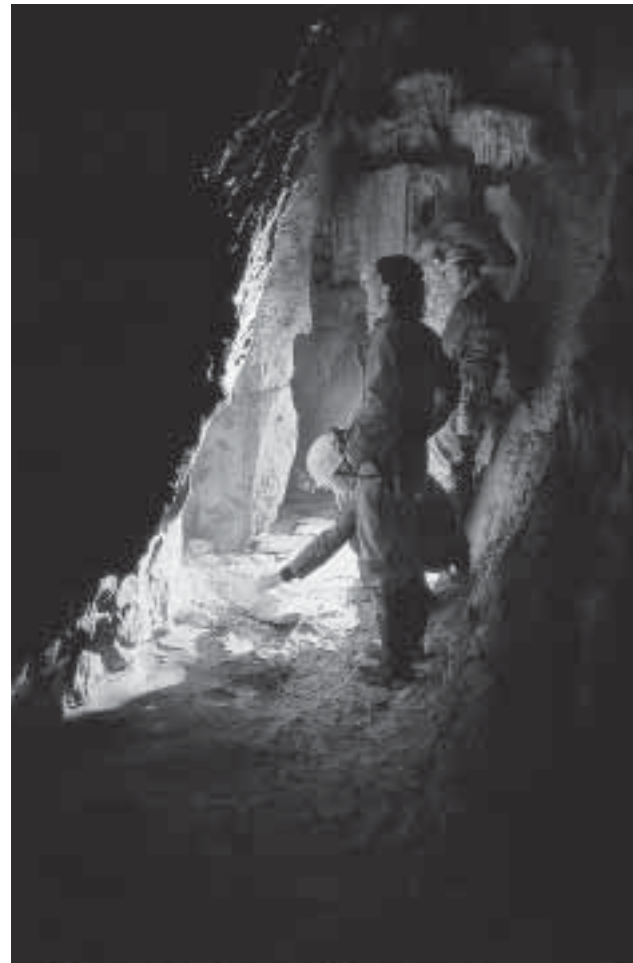
Este sumidero se abre a unos 70 metros de la regata de Bellotza, en el contacto de las calizas urgonianas con las areniscas, en el SW de Aitzabal. La sima tiene 92 metros de desarrollo y 41 metros de desnivel. La dolina de entrada es de unos 15 metros de diámetro. Se accede a su interior a través de 3 pozos. La anchura del pozo principal es de unos 8 metros.

Estos pozos nos conducen a un desnivel de -29 metros donde el agua sigue por un laminador lleno de acanaladuras y en el techo se ven canales de dirección descendente que han creado pendants. Existe otra galería fósil donde se hallan concreciones al final de la misma. La sima termina en una sala llena de materiales detríticos por donde el agua se sume e impide el paso del espeleólogo.

Aitzbakar 03

Coordenadas U.T.M.:
 - X: 548.237
 - Y: 4.758.840
 - Z: 627

Cavidad situada en el contacto de las calizas con las areniscas. Está localizada en una dolina de contacto cubierta de alerces. Tiene una longitud de 72 metros con un desnivel de unos 30 metros. Puede que sea el antiguo sumidero del actual río Okola. Hoy en día el río se sume valle arriba en el sumidero de Okola. La boca de la cavidad se abre en la base de un escarpe calizo de unos 20 metros de desnivel.



Galería fósil de Aitzabal 33.

Está compuesta por un pozo de entrada de 4,5 metros abiertos a favor de una dolina con una dirección NNW. Dentro encontramos un pozo de 20 metros con dos la galería colectora con una dirección de 90°-340°. Esta galería meandriforme alberga en su parte final una terraza colgada de un metro de alto con una capa de sedimentos de 10 centímetros. El río hipogeo que podría venir por la galería, puede que sea el mismo que entra en el sumidero de Okola (debido a la dirección del valle fósil). La dirección predominante de esta cavidad es de NW-SE, la misma que la falla que se localiza cerca de la sima.

CONCLUSIONES

- Localizadas 93 cavidades: 73 cuevas, 14 simas, 5 sumideros y 1 surgencia. Casi todas, han sido nuevamente localizadas, catalogadas y topografiadas por Aloña Mendi E.T.
- En la sierra de Aizkorri existen 632 cavidades en 55 km², por lo tanto suponen una densidad media de 12 fenómenos/km². En Arantzazu se hallan 93 cavidades en 2,2 km², por lo tanto suponen una densidad media de 33,18 fenómenos/km². Se localizaron 38 dolinas, 4 uvalas, 1 valle ciego y otro valle seco.
- El elevado número de cavidades se relaciona con:
 - Una intensa precipitación con una actitud favorable.
 - Por la pureza de la caliza hallada en el karst de Arantzazu (pureza de más del 95%).
 - El área está intensamente fallada y obtiene una estratificación favorable.

Este trabajo dará la información necesaria para que se continúe un estudio detallado de la sierra de Aizkorri y un trabajo geográfico-etnográfico de la zona de Arantzazu.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la base de datos obtenida por todos los espeleólogos de Aloña Mendi Espeleologia Taldea durante más de 30 años. Todos ellos han colaborado en catalogar, topografiar, fotografiar... las cavidades halladas en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO OTERO, F. 1989. Publicaciones sobre modelado kárstico en España. El karst en España. Monografía 4, S.E.G. Pp. 39-44.
- ALONSO, F. Y UGARTE, F.M. 1981. Algunos aspectos geomorfológicos del Karst de Katabera (Sierra de Aitzkorri). Lurralde, 49-63.
- ALOÑA MENDI, G.E. 1974. Trabajos sobre el karst del SW de Gipuzkoa. Oñate. Ed. Biblioteca Municipal, pp. 101.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA, 1981-1998. Aportaciones al Catálogo Espeleológico de Gipuzkoa.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1989. Trabajos sobre el karst de Katabera. (Inédito).
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1994. Gesarribe Multzo Karstikoa, pp. 51
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1996. Gesaltza-Arrikruz Multzo Karstikoa. Karraitza nº 5. U.E.V./E.E.E. San Sebastián-Donostia, pp.19-33.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1997. Macizo de Aizkorri. El Mundo Subterráneo en Euskalherria. Etor-Ostoa. Lasarte, pp 206-229.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1997. El karst de Andarto - Kurtzeberri-Orkatzategi. Karraitza nº 6. U.E.V./E.E.E. San Sebastián-Donostia, pp. 21-33.



Galería fósil de Aitzabal 33.



Sala grande de la cueva de Iritegi. Sala fósil con formaciones de colada en todo el suelo. (Foto Espeleomagen)

- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1999. El karst de Aloña-Aizkorri-Aratz. Karaitza nº 8. U.E.V./E.E.E. San Sebastián-Donostia, pp. 17-33.
- AZKOAGA, J. 1997. Oñatiri buruz bibliografía. (Inédito).
- CUSTODIO, E. Y BAYÓ, A. 1989. Procesos físico-químicos de disolución-precipitación de carbonatos. Algunos resultados en acuíferos carbonatados españoles. El karst en España. Monografía 4, S.E.G. Pp. 13-28.
- DORADO, J. 1995. Arantzazu bailarako harana. (Inédito).
- DORADO, J. 1998. Oñati udalerriko landa eremuaren azterketa geografikoa. (Inédito).
- ERASO, A., UGARTE, F.M., et al. 1982. Reunión monográfica sobre el Karst-Larra 82. Diputación Foral de Navarra.
- EVE. 1996. Mapa hidrogeológico del País Vasco. Esc 1:100.000. Pp 163-172
- FORD, D Y WILLIAMS, P. 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. Unwyn Hyman Ltd. Pp 601.
- GARCÍA CODRÓN, J.C. 1989. La influencia del clima. El Karst en España. Monografías 4, S.E.G. Pp 73-82.
- GONZALEZ, J.A, LOPEZ-AZCONA, C. Y UGARTE, F.M. 1986. Evaluación geomorfológica de los depósitos aluviales de las cuevas de Iritegi y Artzen-koba (Valle del río Arantzazu. Oñati. Guipúzcoa). Munibe, 38. Pp. 15-39.
- GRACIA PRIETO, F.J. 1991. Criterios de clasificación morfométrica de campos de dolinas. Cuaternario y Geomorfología, 5 1991. Pp. 65-76.
- LLOPIS LLADO, N. 1970. Fundamentos de hidrogeología kárstica (Introducción a la geoespeleología).
- MAEZTU, J. 1998. Los karst en Álava, morfología y diversidad. Tesis. (Inédita).
- MAEZTU, J. 1994. Modelo para la descripción de cavidades y del karst. Karaitza 3. U.E.V./E.E.E. San Sebastián-Donostia. Pp. 1-3.
- UGARTE, F.M. 1982. La geomorfología del valle de Oñate (Guipúzcoa). Memoria de Licenciatura. (Inédita). U.A.M. Dep. De Geo. Cartografía
- DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA. Mapa topográfico. 113-11, 113-12, 112-03 y 112-04. 1/5.000.
- DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA. Fotos Aéreas. Nº 3206-3207-3208. 1/18.000.
- EVE. Mapa Geológico del País Vasco. 113-1. 1/25.000.
- GOBIERNO VASCO. Planeamiento Municipal. Mapas cartográficos digitales a escala 1/25.000.
- GOIKOETXEA, I. Mapa de Aizkorri. 1/25.000.

EL EPIKARST: UNA PARTE ESENCIAL DEL ACUÍFERO KÁRSTICO

Epikarstaren ikerketa Salubita sistema karstikoan

Antigüedad I.⁽¹⁾, Mugerza, I.

Hidrogeología Ikertaldea. Geodinamika Saila. Euskal Herriko Unibertsitatea. • 48940 Leioa (Bizkaia)

(1) gopanai@lg.ehu.es (2) imugerza@euve.org

(Recibido en Octubre 2001)

LABURPENA

Idazlan honen helburua bikoitza da. Alde batetik, epikarsta zer den eta zer funtzio hidrologiko garrantzitsu betetzen duen agerian uztea gura da; izan ere, nahiko ezezaguna da epikarsta eta are ezezagunagoa bere jokabide hidrologikoa, ubegiaren erantzun arina neurri handian baldintzatuz. Beste alde bestetik, Gipuzkoako Salubita sistema karstikoan burutu berri den ikerketa sakonaren alde batzuk ageri dira hemen, epikarstarekin zerikusirik dutenak nagusiro. Honekin batera ere, ikerketa horren ikuspegi metodologikoa landu da, urratsez urratseko bidea seinalatuz, beti ere karstaren inguruan murgiltzen direnentzat interesgarri izango delakoan.

RESUMEN

Este trabajo pretende un doble objetivo. Por un lado, presentar el epikarst, su caracterización y su hidrología. De hecho, el epikarst es un desconocido entre muchos usuarios del karst, y más aún su función hidrológica, influenciando de manera notable la respuesta de la surgencia, sobre todo la respuesta rápida. Por otro lado, presentar algunos aspectos de interés, en relación con el epikarst, derivados de un estudio de detalle realizado recientemente en el sistema kárstico de Salubita (Gipuzkoa). Además, se pone también el énfasis en la metodología de investigación del karst, en la idea de que ello pueda resultar novedoso para quienes se sumergen en ese mundo.

ABSTRACT

This work has a double aim. On one hand, to present the epikarst, its special characteristics and hydrology. In fact, the epikarst and its hydrologic function are not well known by many karst users. This hydrologic function affects notably the answer of the spring, specially the quick answer. On the other hand, to present some interesting answers in relation with the epikarst, obtained from a detailed study carried out recently in the Salubita Karstic System (Gipuzkoa). Furthermore, the research methodology is emphasized with to give a new knowledge to karst users.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas han sido numerosos los investigadores del medio carbonatado kárstico (Mangin, 1973; Bonacci, 1987;

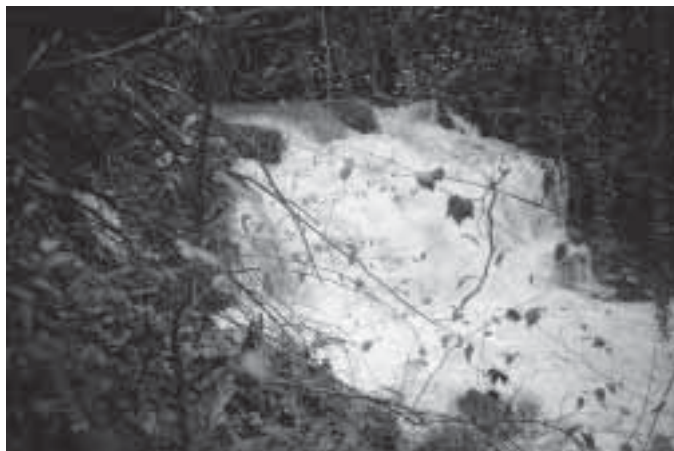
Ford y Williams, 1989; Klimchouk, 1995, 1997; por citar algunos) que han puesto en evidencia la enorme importancia del epikarst (o "zona subcutánea"). El epikarst puede ser definido como la zona superior de un conjunto de rocas carbonatadas karstificadas, en la cual la permeabilidad debida a la fisuración y a la karstificación difusa es sustancialmente mayor (fig. 1), y mas uniformemente distribuida, que la del cuerpo rocoso carbonatado subyacente. Es precisamente este contraste de permeabilidad en el medio rocoso el que determina la peculiar función hidrológica que el epikarst cumple en el *acuifero kárstico*, además de determinar también su papel en la karstificación y en la espeleogénesis (Klimchouk, 1995, 1997), aspectos estos últimos marginales en el presente artículo, centrado sobre todo en las funciones hidrológicas del epikarst: el *almacenamiento* y la *concentración del flujo* hacia el cuerpo rocoso subyacente.

En la base del epikarst el flujo de agua se concentra a través de las fisuras más grandes favoreciendo así el desarrollo espeleogenético. El preferencial ensanchamiento de esas fisuras por efecto de la karstificación ocurre a partir de la misma base del epikarst hacia abajo, en profundidad, lo que resulta en la formación de simas verticales "escondidas", no siempre visibles desde la superficie. Estas simas drenan el agua almacenada en la zona epikárstica hacia la zona saturada del cuerpo rocoso carbonatado inferior a través de la red de conductos kársticos que el propio drenaje ayuda a desarrollar.

La apertura de esas simas hacia la superficie del terreno por colapsos y subsidencias, con el consiguiente suavizamiento de la morfología, parece ser el principal mecanismo de formación de dolinas en el karst expuesto (Klimchouk, op. cit.). Según esto, la aparición en superficie de ciertas formas kársticas localizadas estaría más relacionada con procesos de concentración del flujo en la base del epikarst que con procesos de hidrología puramente superficial.

ASPECTOS IMPORTANTES DE LA HIDROLOGÍA DEL EPIKARST

Almacenamiento. La infiltración de las aguas a través del epikarst se hace más dificultosa en profundidad debido a la progresiva disminución del número de fracturas, y de su anchura, de manera que el flujo va adquiriendo una considerable componente lateral convergiendo hacia las zonas con presencia de fracturas mayores, penetrantes en el medio rocoso profundo y de alta conductividad hidráulica (fig. 1). De esta forma, y en función de la relación entre las aguas entrantes al epikarst y las drenadas por



Tropplein de Salubita

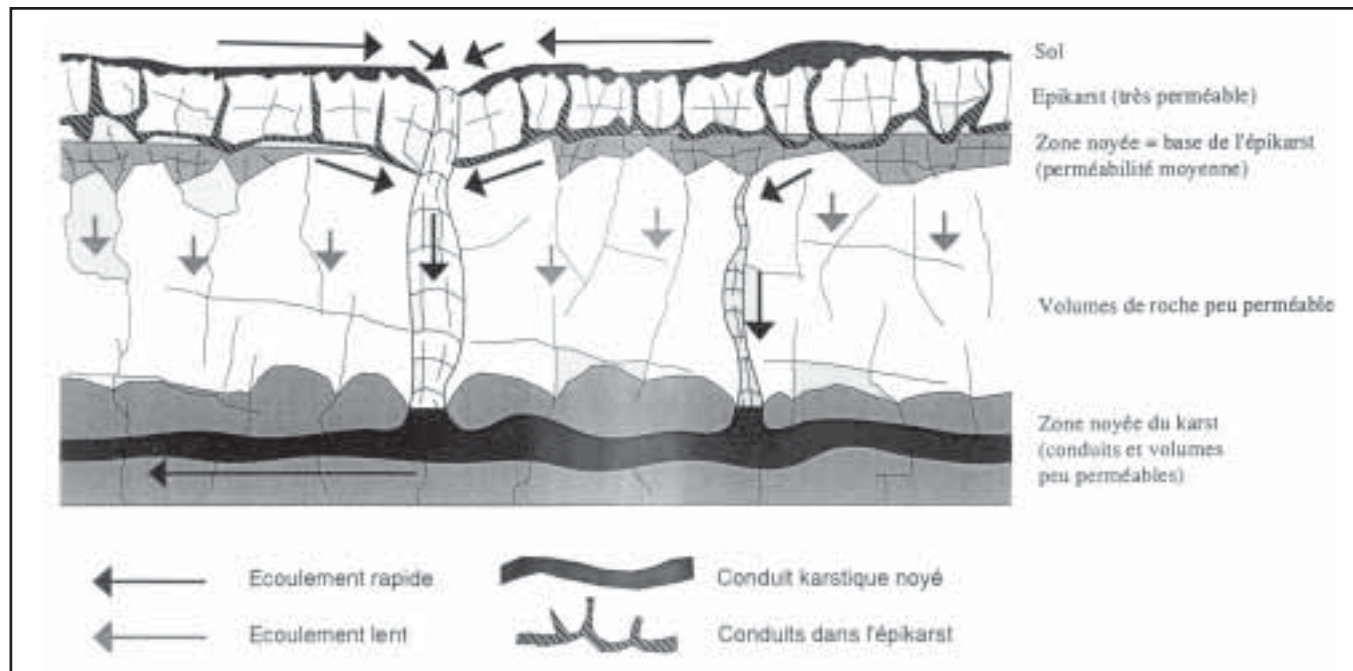


Fig. 1. Esquema de funcionamiento del epikarst (según Smart y Friederich, 1986). En aguas altas el epikarst, muy permeable, absorbe rápidamente las aguas de infiltración, transfiriendo una parte hacia los mayores conductos de la red kárstica y acumulando el resto en la base del epikarst (acuífero epikárstico). En aguas bajas el agua ahí acumulada es drenada lentamente, a través de los volúmenes de roca poco permeable del medio carbonatado, hacia el acuífero principal.

esas fracturas mayores, el epikarst permite una cierta acumulación, temporal o permanente, de agua dando origen a un acuífero (acuífero epikárstico) colgado sobre el acuífero principal, subyacente, al cual alimenta, incluso durante largos períodos sin lluvias, a través de esas grandes fracturas. Aun siendo éste el camino principal de descarga de las aguas del epikarst un camino secundario, más lento, es a través de las pequeñas fisuras-fracturas del propio cuerpo rocoso por donde el agua percola a modo de rezume.

La capacidad del epikarst para almacenar agua va a depender de su espesor, su porosidad, y en buena medida del contraste de permeabilidades entre esa zona y el cuerpo rocoso subyacente, y es, por tanto, variable según sea la evolución de la karstificación: en un karst muy evolucionado en todo su conjunto la capacidad reguladora del epikarst puede ser prácticamente nula en la medida que la ausencia de contraste de permeabilidades hace que no se pueda hablar incluso de la existencia del epikarst; las aguas de infiltración percolarían rápidamente hacia el acuífero principal.

La respuesta hidráulica del epikarst, es decir, la forma en la que se va a producir su drenaje hacia el acuífero principal ante episodios de precipitaciones va a depender, precisamente, de su capacidad de almacenamiento y de las condiciones antecedentes. Así, si esa capacidad es grande pero el epikarst almacena poco agua en el momento anterior a las precipitaciones la mayor parte del agua infiltrada va a quedar acumulada en el epikarst suavizando así la respuesta observada en la surgencia. Sin embargo, si en el momento de las lluvias el epikarst está bastante "lleno" lo más probable es que se produzca un efecto de empuje, o pistón, de manera que las aguas ahora infiltradas van a empujar a las aguas previas del epikarst hacia las zonas de drenaje, fracturas mayores, además de su propio tránsito rápido a causa de los altos gradientes del momento, con lo que ello conlleva en la forma del hidrograma de la surgencia: el típico pico esbelto de las crecidas en los manantiales kársticos (fig. 2).

Por otra parte, la acumulación de agua en el epikarst implica un cierto retardo en el movimiento del agua que se filtra lo que, a su vez, genera cambios importantes en las características físico-químicas e isotópicas de las aguas drenadas hacia zonas más profundas. Por esta razón, el seguimiento hidroquímico temporal de las aguas en los puntos de surgencia resulta ser una herramienta de

investigación muy propicia para determinar la función que el epikarst cumple en un acuífero kárstico.

Concentración del flujo. Incluso en los terrenos kársticos en los que abundan las formas exokársticas (dolinas, sumideros) la concentración del flujo en superficie tras un evento lluvioso importante suele ser bastante limitada. Normalmente, suele ser más importante, en comparación, una infiltración más o menos difusa y homogénea a lo largo y ancho del terreno kárstico aflorante. Sin embargo, la respuesta típica de la surgencia kárstica a un evento de ese tipo suele ser rápida y contundente: pico esbelto e inmediato (fig. 2). Esto significa, necesariamente, que el medio rocoso posibilite la concentración rápida de parte, al menos, del agua infiltrada en superficie durante el evento. Si esa concentración rápida del flujo no se da, en lo fundamental, en superficie ¿dónde se produce?

En el epikarst (fig. 1). Es precisamente la componente lateral del flujo, antes citada, en el epikarst la que favorece su concentración en las fracturas mayores y su tránsito rápido hacia la red de drenaje más profundo en conexión con las surgencias. Por tanto, la existencia del epikarst es algo necesario (Király et al., 1995), imprescindible, para explicar la rapidez y contundencia de la respuesta en las surgencias de un karst en el que la concentración del flujo en los sumideros, si los hubiera, no basta para justificar los notables volúmenes drenados durante la crecida (Mugerza, 2001). Y ello a pesar de que la existencia del epikarst no es, ni con mucho, fácil de observar en el terreno, ya que el contraste de permeabilidades se da a una cierta profundidad, unos pocos metros, pudiendo sólo ser observado en buenos cortes del terreno (taludes, canteras...).

Este esquema de concentración puntual, localizada, del flujo en la base del epikarst sirve también para explicar la aparente contradicción entre la forma habitualmente dispersa de infiltración de las aguas de lluvia en un terreno kárstico y la aparición localizada de notables formas endokársticas verticales (simas) en la zona vadosa del medio, es decir, por encima de la zona saturada principal. Como afirma Klimchouk (op. cit.) la aparición de dolinas en superficie parece ser más el resultado de la concentración del flujo y de la espeleogénesis en puntos localizados de la base del epikarst que el resultado de la concentración del flujo superficial.

Pero, como se ha mencionado con anterioridad, no todo el drenaje del acuífero epikárstico se produce por esas fracturas mayores, o simas. Una parte, de importancia variable según los casos, se va a producir a través de la red de pequeñas fisuras-fracturas existentes en la base del epikarst (fig. 1): es el flujo de percolación lenta, cuya influencia en el hidrograma de la surgencia es muy secundaria a corto plazo pero que puede ser notable a más largo plazo. La importancia relativa que a escala de una crecida en una surgencia pueda tener el flujo rápido y el flujo retardado va a depender del grado de organización de la porosidad eficaz (fracturas, fisuras, karstificación) que es propia de cada medio kárstico concreto.

INFLUENCIA DEL EPIKARST EN EL HIDROGRAMA DE LA SURGENCIA KÁRSTICA

La mayor parte de los problemas, teóricos o prácticos, de la hidrogeología del karst están relacionados con la heterogeneidad organizada del acuífero kárstico. Este acuífero puede ser esquematizado por una red ramificada de conductos muy permeables, inmersa en un volumen de rocas carbonatadas fisuradas de, en conjunto, baja permeabilidad, y bien relacionada con el punto de descarga: el manantial kárstico. La *dualidad* que presenta el acuífero kárstico es una consecuencia directa de esa estructura: dualidad en la infiltración (difusa a través del medio de baja permeabilidad, y concentrada a través de la red kárstica), dualidad en los flujos (lentos en la roca fisurada y rápidos en los conductos).

Conviene aquí dar algunas definiciones sobre términos de amplio uso en el dominio del karst (Jeannin, 1996), y a veces causa de interpretaciones erróneas. *Red kárstica* es el conjunto de conductos existentes, considerando como *conducto* los espacios ensanchados por disolución y con anchura superior a 1 cm; un conducto puede ser activo (recorrido por el agua) o fósil (sin presencia de flujo de agua). La *red espeleológica* es el conjunto de conductos explorables, es decir, es una parte, normalmente ínfima, de la red kárstica. La *red de flujo*, por su lado, es la parte de la red kárstica utilizada por el agua en su movimiento y es ésta red la que, en esencia, más interesa al hidrogeólogo del karst.

El comportamiento del manantial kárstico representa la respuesta global del acuífero kárstico ante un episodio de recarga; de ahí el enorme interés del control del manantial (caudal, hidroquímica) para inferir la dinámica del acuífero (Antigüedad, 2000). La variación rápida del caudal, y la disminución de la mineralización de las aguas,

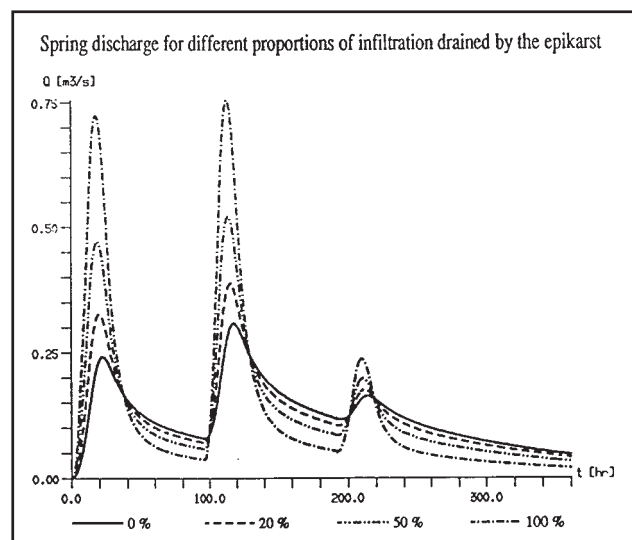


Fig. 2. Hidrogramas de una surgencia kárstica simulados mediante modelo matemático para diferentes proporciones de agua de infiltración drenada de forma concentrada y rápida por el epikarst (Király et al., 1995)



Conducto vertical (*vertical shaft*) visible bajo el epikarst.

generalmente observada en el manantial en momentos de fuertes lluvias hacen suponer que las aguas infiltradas son drenadas rápidamente hacia la red de conductos en conexión con el manantial. Ahora bien, la forma en la que se produce mayoritariamente el drenaje de las aguas infiltradas es sujeto de una cierta controversia: ¿es una infiltración de tipo difuso a través de la caliza fisurada de baja permeabilidad o hay que admitir la existencia de una zona cutánea (epikarst), mucho más permeable que conduciría rápidamente las aguas infiltradas hacia la red transmisiva kárstica?

Király et al (1995), mediante simulación matemática, y por comparación con observaciones reales en manantiales kársticos, concluyen que el epikarst influencia no solamente la forma del hidrograma del manantial sino también las variaciones de carga hidráulica que ocurren en el tiempo entre la red de conductos kársticos y los volúmenes de roca caliza poco permeable. Esto es tanto como decir que el epikarst, cuando existe, influencia la forma en la que se produce la recarga al acuífero. Estos autores muestran la necesidad de considerar una alta proporción de infiltración concentrada, en el epikarst, para poder generar el típico hidrograma de crecida del manantial kárstico (fig. 2).

A la vista de la figura 2 parece evidente que sin algún tipo de concentración de la infiltración no es posible simular la reacción típica del manantial. Sugieren los autores que razonablemente debería admitirse para los acuíferos kársticos abiertos que al menos un 40% de la infiltración originada en un evento lluvioso debe ser drenada rápidamente hacia el manantial. En el sistema kárstico de Milandrine (Suiza), estudiado con gran detalle por Jeannin (1996), se encuentra un 50% de agua rápidamente concentrada hacia la surgencia principal, sin que exista sumidero alguno en superficie. El autor justifica cómo el epikarst absorbe de forma rápida la totalidad de la infiltración eficaz, impidiendo la formación de escorrentía superficial, y conduciendo la mitad de las aguas infiltradas directamente hacia la

red kárstica activa en conexión con la surgencia; la otra mitad se almacena en el epikarst y es drenada de forma diferida en el tiempo (durante incluso varios meses) a través de los bloques de roca menos permeables. Concluye Jeannin afirmando que el epikarst "fait le rôle de répartiteur des infiltrations entre l'écoulement rapide (quick flow) et le flot de base (base flow)".

En el caso del manantial kárstico de Salubita (Unidad Hidrogeológica Albiztur, Gipuzkoa) el porcentaje anual de la componente del flujo rápido oscila entre 42 y 59%, según los años, pero en crecidas concretas, con altos caudales descargados rápidamente, esa componente puede llegar a ser de 80-90%. El sistema kárstico vertiente a esta importante surgencia (caudal medio anual de 500-750 l/s) ha sido objeto de un estudio detallado (Mugerza, 2001) de notable interés metodológico para la investigación hidrogeológica de los terrenos kársticos. La parte del estudio concerniente a la puesta en evidencia de la función hidrológica del epikarst se presenta, de manera resumida, en la segunda parte de este artículo.

De todas formas, como se observa en el esquema de la figura 3, la zona epikárstica no siempre existe. Y cuando existe, su grado de conexión con la red kárstica de flujo rápido, relacionada con la surgencia, puede ser muy diverso, conexión buena o mala dependiendo del desarrollo de la karstificación. Así se explica ese papel repartidor de las aguas de infiltración que, como decía Jeannin (op. cit.), tiene el epikarst, desde el flujo más rápido y concentrado hasta el más lento y difuso pasando por las situaciones intermedias. El adecuado control de la respuesta de la surgencia (caudal e hidroquímica) permite inferir este diferente comportamiento.

¿CÓMO EVIDENCIAR LA EXISTENCIA DEL EPIKARST?

La existencia del epikarst, como se ha comentado, es algo necesario para explicar la típica rápida respuesta ante los eventos lluviosos de entidad de buena parte de las surgencias en terrenos kársticos,

más, si cabe, en aquellos terrenos en los que no hay sumideros o habiéndolos no pueden justificar, por sí mismos, los grandes caudales drenados en esos momentos por los manantiales. Pero ¿cómo saber si en el terreno kárstico investigado hay o no hay una zona epikárstica?

En la Acción Europea COST 620 (Vulnerability and risk mapping for the protection of the carbonate -karst- aquifers), actualmente en curso, se ha dado una notable importancia a la consideración del epikarst, ya que su función reguladora de las aguas de infiltración tiene una incidencia directa en la vulnerabilidad de las aguas del acuífero kárstico ante posibles focos contaminantes. Una zona epikárstica muy bien relacionada con la red de drenaje rápido garantiza la inminente presencia del contaminante en la surgencia (fig. 3). Una zona epikárstica muy mal relacionada mantiene el contaminante durante un mayor periodo de tiempo en el medio kárstico, y eso independientemente de otros procesos a los que el contaminante pueda estar sometido en ese tiempo.

Hay varios métodos, directos e indirectos, a considerar en la puesta en evidencia del epikarst. Entre los indirectos señalamos los litológicos y los geomorfológicos. Así, cuanto más pura, masiva y fracturada sea la roca carbonatada mayor posibilidad de desarrollo de karstificación, de existencia de epikarst, cabe esperar aunque ello no siempre sea visible en superficie. La presencia de zonas de lapiaz (karren field), más aún si en ellas se encuentran simas verticales subsuperficiales (observables, a veces, en canteras o cortes de carretera), de zonas de dolinas, o hundimientos abundantes, de zonas de escaso o nulo drenaje superficial pueden también ser indicativas de un epikarst hidrológicamente activo.

Entre los métodos directos están los espeleológicos, en el caso de que existan simas verticales subsuperficiales (vertical shafts) activas y visibles, lo cual pocas veces ocurre. En esos casos los ensayos con trazador, inyectando directamente en la superficie del terreno, podrían poner de manifiesto la concentración del flujo, propia del epikarst.

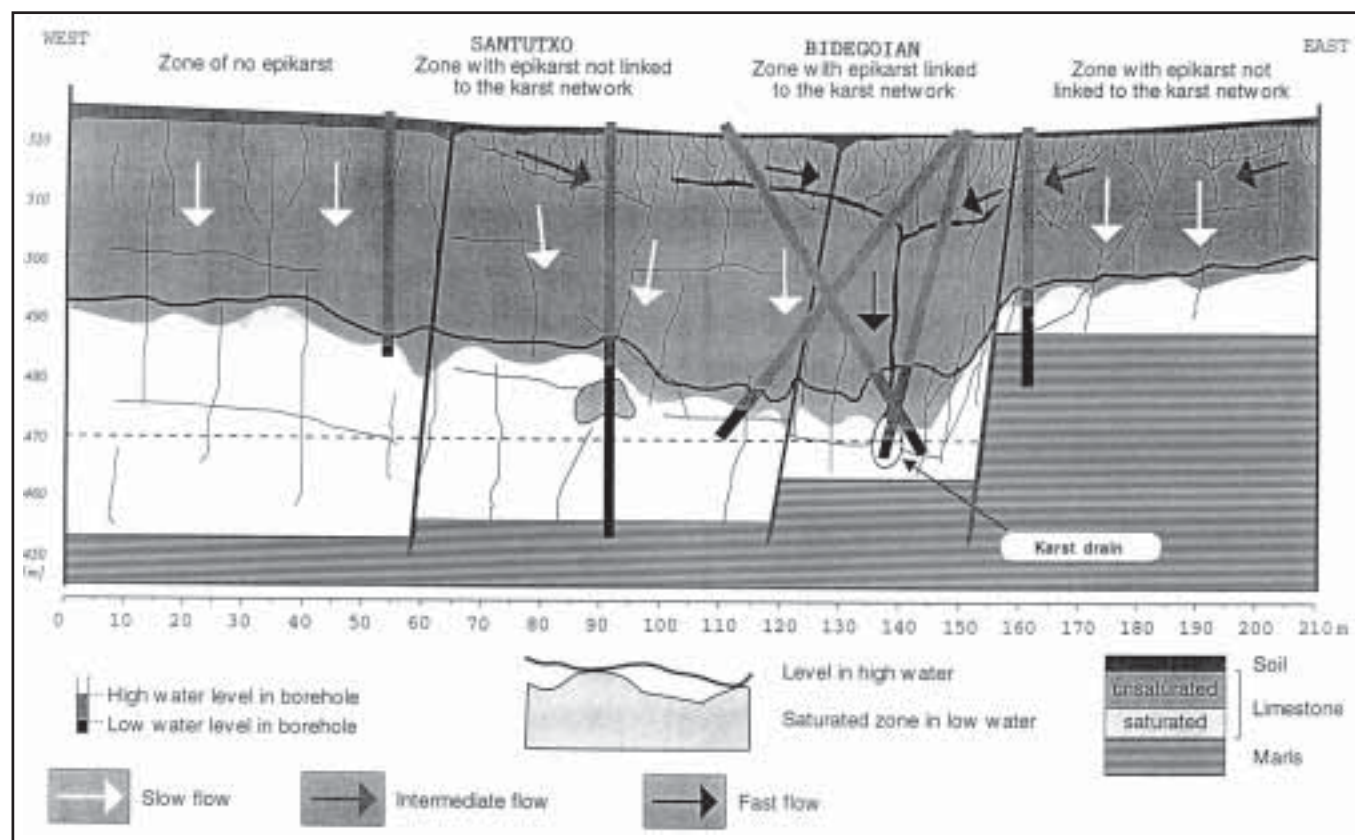
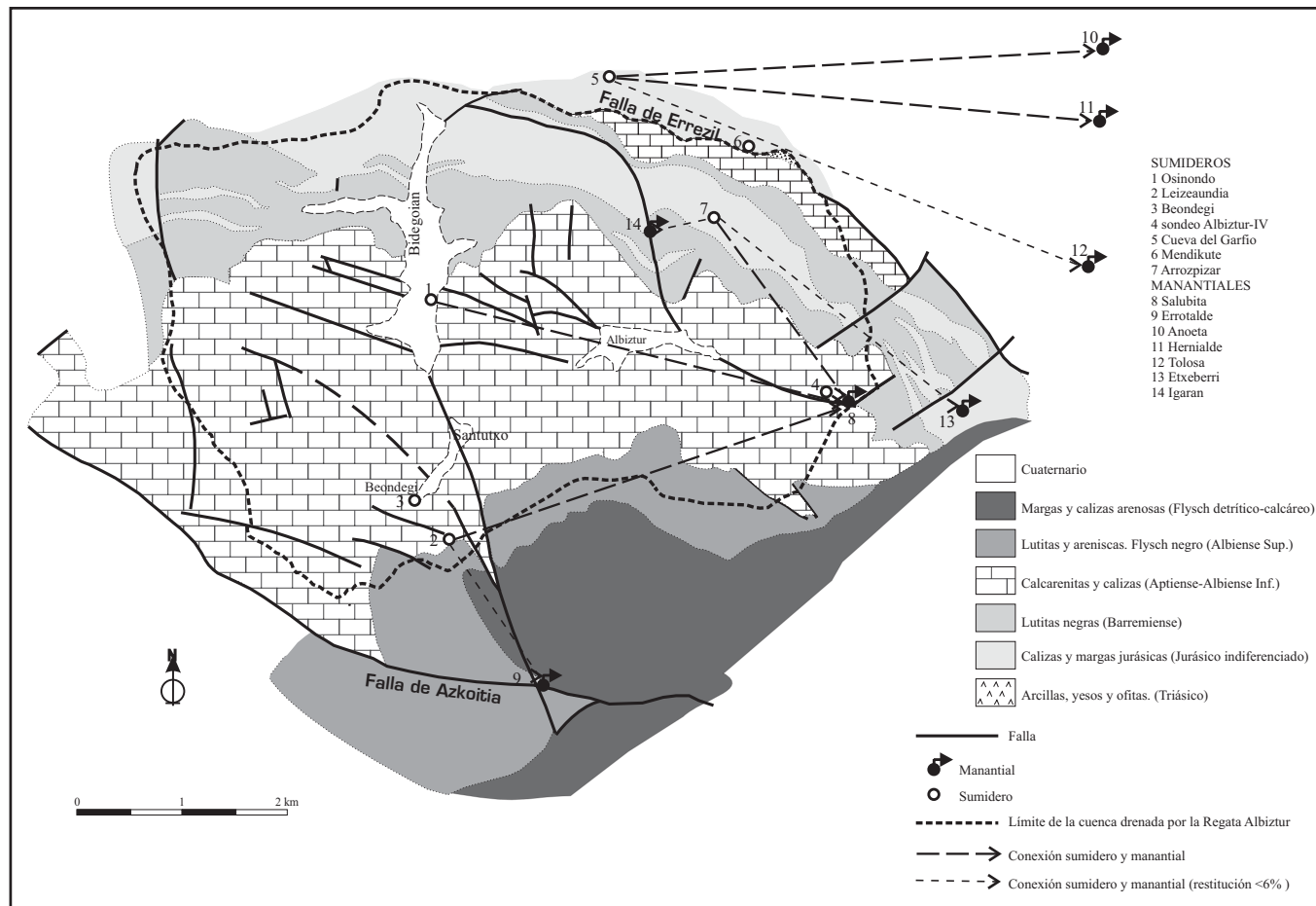


Fig. 3. Perfil esquemático ilustrando diferentes tipos de epikarst y, por tanto, de flujo de las aguas desde la superficie hacia la red de conductos kársticos y el acuífero profundo (Jeannin, 1996).



4. Ir. Albiztur Unitate Hidrogeologikoaren mapa geologiko sinpletua. Ubegi eta isurbegi inportanteenak. Markaketa-saiok egiaztatutako isurbegi-ubegi loturak (Mugerza, 2001)

Aunque no estrictamente directo un método a considerar es, como se ha comentado con anterioridad, el estudio del hidrograma de crecida de la surgencia kárstica, es decir de la respuesta del conjunto del medio ante las lluvias. La descomposición del hidrograma en sus diferentes componentes, flujo rápido y flujo lento, permite establecer, y cuantificar, la importancia de la concentración del flujo, flujo rápido, e incluso permite también estimar la superficie (km²) a la que esa concentración afecta, es decir, la del epikarst activo. La consideración de los otros criterios (karren field, zonas de dolinas, etc) puede ayudar en la delimitación espacial de esa superficie del epikarst. Es éste el procedimiento seguido en el estudio de la cuenca vertiente de Salubita (Albiztur, Gipuzkoa) y que ha permitido evidenciar cómo y dónde actúa el epikarst sobre la respuesta hidrológica del sistema. Es lo que se expone a continuación.

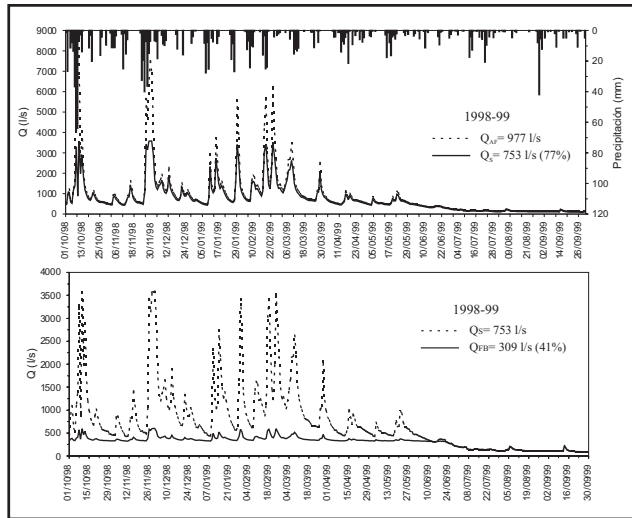
EPIKARSTAREN IKERKETA ALBIZTURREKO UNITATE HIDROGEOLOGIKOAN

Gipuzkoako Albiztur Unitate Hidrogeologikoak 27 km²-ko azalera du (Mugerza, 2001) horren alderik zabalena konplexu urgondarrek kararriez osatutako Salubita Sistema Karstikoak (21 km²) hartzen duela. Izan ere, Salubita dugu herrialde osoko ubegi karstikorik emaritsuenetakoa, urteko batezbesteko emaria 500-750 l/s tartean egonda. Kararriak nagusi izanda ere badira beste material batzuk azalera txikiagoan agertzen direnak (4. irudia), hala nola flysch detrítico-karetsua eta flysch beltza hegoaldean, Jurasikoko kararri eta margak iparraldean, eta Koaternarioko metakinak Bidegoian, Santutxo eta Albizturreko sakonune handietan.

Ikerketa sakona burutu berri da Unitate horretan, Salubita ubegiak drainatzen duen sistema karstikoan nagusiro. Ubegi hau Albiztur errekararen bazter-bazterrean kokatzen da eta bertara husten ditu bere urak. Izan ere, inguruan den aforaleku bakarra (Gipuzkoako Foru Aldundiaren sarekoa) erreka horretantxe dago, ubegia baino apur bat beherago. Beraz, eskuragarri den datu-iturri bakarra aforalekuko da, bertako hidrogramak Salubita ubegiko urak ezezik errekararen berarenak ere biltzen dituela. Hau honela, eta oraingo helburua epikarstaren eragina zehaztea izanik, eman den lehendabiziko urratsa ubegiaren hidrograma ondorioztatzea izan da, horretarako errekararen hidrograma abiapuntu hartuta.

Euritasun desberdineko urteak ikertu badira ere urte hidrológico bakarra (1998-99) dugu hemen erakusten, adibide moduan. Urte hori nahiko euritsua suertatu zen, guztira 1488 mm euri jaso baitzen. Abiapuntuko hidrograma, errekararena, eta ondorengoa, ubegiarena, 5. irudiak agertzen ditu. Jatorrizko hidrograma deskonposatzeko, hau da bere osagaietan aletzeko, bai informazio hidrometrikoa (uneko emariak errekan zehar ubegian gora eta behera) bai informazio hidrokimikoa (sulfatoen masa-balantzea eginez) hartu da kontuan (Antiguedad eta Mugerza, 2001). Era horretan, errekararen batezbesteko emaria 977 l/s-koa izan bazen ere ubegiak emandako emaria 753 l/s-koa izan zen, hau da, haren emariaren %77a. Portzentaje hau, lurpeko uren ekarpena errekararen, handiagoa izan da (%80-85a) urte lehorragoetan, Salubitako sistema karstikoak errekan duen eragin nabarmenaren seinalea.

Ubegiaren hidrograma ondorioztatu ondoren hurrengo urratsa hidrograma hau beratu aletzea izan da, hau da, ubegira doazen fluxu arin eta fluxu geldia osagaietan deskonposatzea hain zuzen ere. Horretarako informazio hidrokimikoa izan da erabilia, uretan diren sulfatoen masa-balantzea eginez, berriro ere. Izan ere, fluxu arineko uren izaera kimikoa nahiko bestelakoa da fluxu geldikoen (baseko



5. Ir. Goian 1998-99 urte hidrologikoan Albiztur errekan erregistratutako hidrograma (Q_{AF}) eta Salubita ubegirako ondorioztatua (Q_S). Behean Salubitako hidrograma (Q_S) eta akuiferoaren baseko fluxuari (Q_{FB}) dagokiona (Mugerza, 2001).

fluxua berau) izaerarekin alderatuta. Desberdintasun hori nabariagoa gertatzen da sulfatoen kasuan, horra hor elementu hori markatzaile moduan hartzearen kasua.

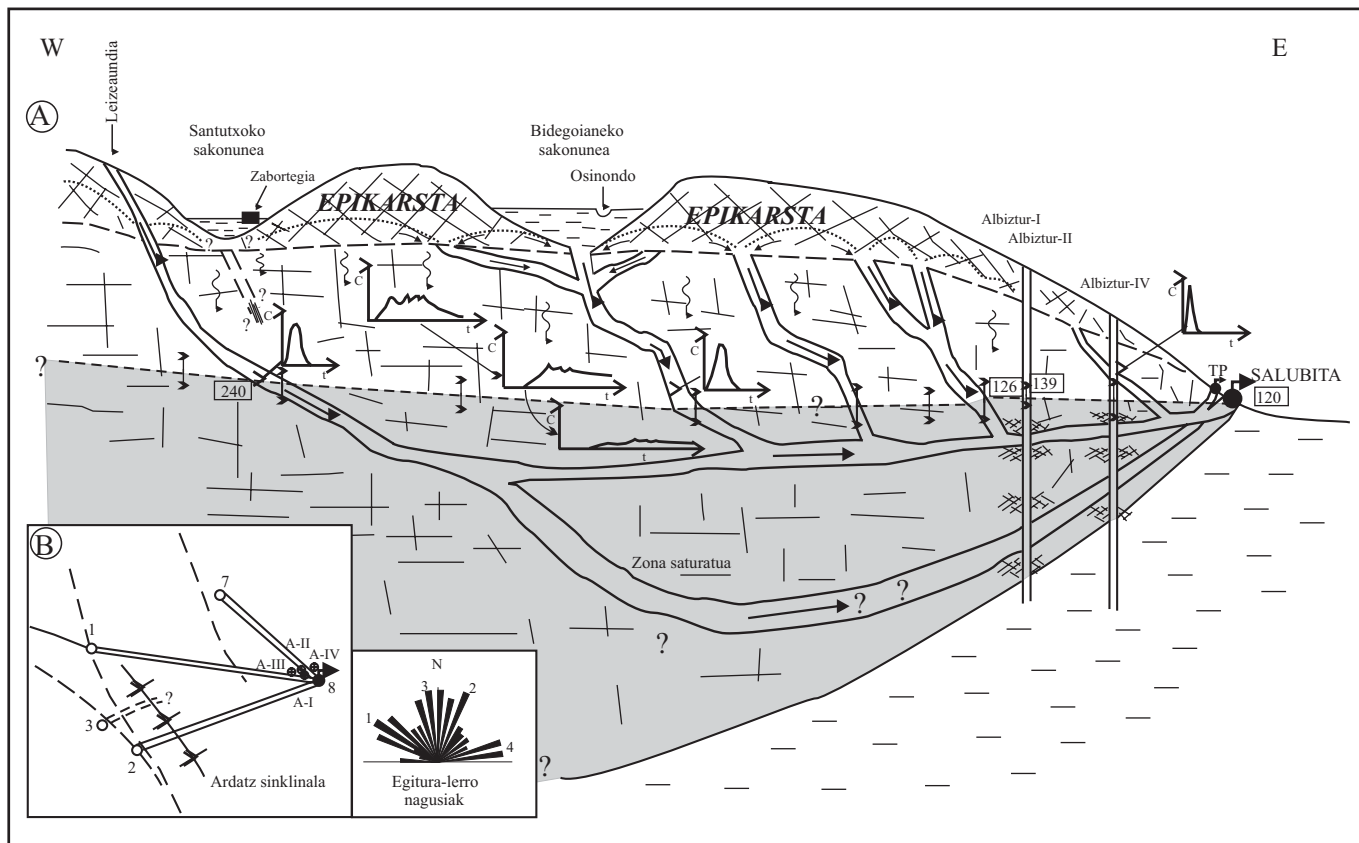
Egin den banaketa 5. irudiak du ageri: hidrograma osoa eta baseko fluxuarena; baseko fluxua nahikoa iraunkor suertatzen da urtean zehar akuifero honetan, berari dagokion batezbesteko emaria 309 l/s-koa izanik, hau da ubegiak drainatzen duen urteko emariaren %41a, gainerakoa (%59a) fluxu arinari dagokiola. Portzentajeok aldatu egiten dira urte hidrologikoaren arabera eta, kasurako, 1997-98 urte lehorrean (1268 mm) baseko fluxuak %58 jarri zuen

ubegian, fluxu arinak baino gehiago, eurtasun gutxiagoko urteetan baseko fluxuaren garrantzia handiagoaren seinale. Irudian agerienez fluxu arina eurtasun gertatzen da nagusi ubegian.

Behin fluxu arineko hidrograma zehaztuta ur-goraldi konkretu batzuren azterketari heldu zaio. Izan ere, isurbegi (sumidero) iraunkor bakarra dago Salubitako sistema karstikoa: Osinondo, Bidegoianeko sakonunean (4. irudian), eta eurtasun horren isur-emaria kontrolatuta argi baino argiago dago emari horrek ezin duela, inondik inora ere ez, ubegitik hustutzen den emaria justifikatu: nondik datoz beraz hain arin eta hain bapatean ubegira ailegatzen diren urok?. Erantzuna zera da, aurrekoan azaldu moduan: epikarsta egon behar da nonbait euri urok agudo hartu, agudo bildu eta agudo ere sare karstikoa barrena ubegirantz bideratzeko (fig. 3). Isurbegien ezintasun hori inguru karstiko askotan gertatzen da gurean (Mugerza et al., 1999), hots, beren ekarpena uretan akuiferoara ezin ubegiko momentuko emari handiak justifikatu, hortik epikarstaren beharra.

Baina non eta zein zabalerakoa da Salubita sistemako epikarsta? Hauxe hurrengo urratsaren helburua. Ubegian izandako hainbat ur-goraldi nabarmen aukeratu dira eta bakoitzean ubegitik hustutako ur-bolumena (hm^3) zenbatu ere. Bestalde, goraldiok sortu dituzten eurtasunak (mm) ere zenbatuak izan dira. Aukeratu ur-hazialdiak ez dira nolana hikoak izan egoera hidrologiko zehatzean gertatuak baino: negu gorriaren erdialdean. Zergatik hori? Une horretan epikarsta, dagoen lekuan egonda ere, nahikoa bete egotea espero da eta, hortaz, euri-jasan horra sartutako urak oso arin ubegiratu dira, gradiente hidrauliko handiaren poderioz. Gainera, negu gorrian ebapotranspirazioa gutxienezkoa izatea espero da ere. Arrazoi biak bat eginda une horietan da aukera handiena euri-ur gehien-gehiena (%100a edo) fluxu arina izateko: euriaren zenbatekoa (mm) eta hustutako bolumena (hm^3) jakinda zein azalerratan (km^2) jausi behar izan diren fluxu arineko urak ondoriozta daiteke, eta horixe, hain zuzen, epikarstaren zabalera.

Salubitako sistema karstikoa 12.5 km^2 -ko zabalera aterata da epikarstarentzat. Non da baina zehatzean eremu hori? honetarako bestelako informazioaren beharra dago, geomorfologikoa



6. irudia.- Salubita sistema karstikoaren eskema kontzeptuala. Epikarsta-sare karstikoa-ubegia lotura markaketa-saiok ezagutzera eman moduan (Mugerza, 2001).

esaterako. Izan ere, karren field modukoak esparru zabala hartzen du Albizturren, 14 km²-koa hain justu. Beraz, sinestekoa da karren field hori epikarst aktiboa dela, hau da epikarstaren funtzio hidrologikoa (euri-uren ubegiratzeko arina) betetzen duela. Honek ez du esan nahi karren field guztiak berez direla epikarsta, hori kasu bakoitzean aztertu behar da, baina gure sistema honetan, behinik behin, bai esan daiteke epikarsta karren fieldeko eremuari dagokiola, ubegiko hidrogramaren azterketatik ondorioztatu bezala.

Azkenean, Albiztur errekarren hidrogratik abiatutako ikerketaren argibidea, alde batetik, eta, beste alde batetik, sistemako hainbat lekutan (isurbegiak, kobazuloak, piezometroak) burututako markaketa-saioek emandako argibidea bera ere kontuan izanik 6. irudiko eskema kontzeptualak biltzen duena atera dugu ondorio. Hortxe da agerian epikarstaren garrantzia, urak ubide bertikaletara arin bideratuz. Hortxe ere sakonuek ubegiarekin duten lotura-gradua (4. irudia): Bidegoianekoa oso ondo lotuta dago Salubitarekin (isurbegian botatako markagaia ubegitik lasterreen atera) baina Santutxokoa ez (horko momentuko isurbegietan botatako markagaia ezin ubegian igarri, denboran luze kontrolatuta egon arren). Lotura-gradu hori han-hemengo karstifikazio eraginkorrekarekin lotu behar da (fig. 3): oso karstifikazio aktiboa Bidegoian-Salubita pasabidean (*zone with epikarst linked to the karst network*) eta oso eskasa Santutxo-Salubita (*epikarst not linked to the karst network*). Hau inportantea da oso akuifero baten bulnerabilitateari begira, baina honetaz beste batean arituko gara.

Idazlan honen helburua bikoitza izan da: batetik, epikarsta zer den eta zer funtzio hidrologikoa garrantzitsu betetzen duen agerian uztea, eta bestetik, Salubita sistema karstikoan burutu den ikerketa sakonaren hainbat alde agertzea ere, epikarstarekin zerikusirik dutenak batez ere, aldi berean karstaren ikerketaren ikuspegi metodologikoa emanez. Espero dezagun lantxo hau interesekoa izatea espeleologian aritzen direnentzat, eta ikerketa berrien abiapuntu. Hala bedi.

CONCLUSIONES

- El epikarst permite una cierta **acumulación** de agua sobre el acuífero principal al cual alimenta. Esa acumulación, temporal o permanente, da origen a un acuífero colgado (acuifero epikárstico).
- La rápida respuesta de la surgencia kárstica a un evento lluvioso suele producir un pico esbelto e inmediato, para lo cual el medio rocoso debe posibilitar la **concentración rápida** de, al menos, parte del agua infiltrada en superficie. Esa concentración rápida del flujo se produce en el epikarst, a favor de los conductos verticales (*vertical shafts*) presentes en la base del mismo.
- Cuando el epikarst existe, éste influye notablemente la recarga del acuífero. Así, en el manantial kárstico de Salubita, el porcentaje anual de la componente del **flujo rápido** oscila entre 42-59%, aunque en crecidas concretas puede llegar a ser de 80-80%.
- El epikarst influye directamente en la **vulnerabilidad** de las aguas del acuífero kárstico ante posibles focos de contaminación. Una zona epikárstica muy bien relacionada con la red de drenaje rápido garantiza la inminente presencia del contaminante en la surgencia. En cambio, una zona epikárstica muy mal relacionada mantiene el contaminante durante un mayor periodo de tiempo en el medio kárstico.



BIBLIOGRAFÍA

- ANTIGÜEDAD I. (2000).- El acuífero kárstico: metodología de investigación y protección de sus recursos. *Boletín Sedek* 1. 16-22. Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst.
- ANTIGÜEDAD I., MUGERZA I. (2001).- Use of SO₄²⁻ as a natural tracer for the separation of a karstic spring hydrograph (Albiztur Unit, Basque Country). Proc. of the 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media. 9-12. Besançon.
- BONACCI O. (1987).- Karst hydrology with special reference to the Dinaric Karst. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg. 184 p.
- FORD D.C., WILLIAMS P.W. (1989).- Karst geomorphology and hydrology. London. Unwin Hyman. 601 p.
- JEANNIN P-I. (1996).- Structure et comportement hydraulique des aquifères karstiques. Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel. 237 p.
- KIRALY L., PERROCHET P., ROSSIER Y. (1995).- Effect of the epikarst on the hydrograph of karst springs: a numerical approach. *Buletin d'Hydrogéologie* 14. 199-220. Université de Neuchâtel.
- KLIMCHOUK A. (1995).- Karst morphogenesis in the epikarstic zone. *Cave and Karst Science* 21, 45-50.
- KLIMCHOUK A. (1997).- The nature and principal characteristics of epikarst. *Proc. of the 12th Intern. Congress. of Speleol.*, La Chaux-de-Fonds, Switzerland, v.1.
- MANGIN A. (1973).- Sur la dynamique des transferts en aquifer karstique. *Proc. of the 6th Intern. CONGRES. OF SPELEOL.*, Olomouc, v.4, 157-162.
- MUGERZAI, MORALES T., ANTIGÜEDAD I., URIARTE J.A., FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA I., GONZALO J.M., BEZARES P. (1999).- Trazados en la Unidad Hidrogeológica Izarraitz (País Vasco): consideraciones sobre la complejidad estructural y dinámica del medio kárstico. *Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico* (B. Andreo, F. Carrasco, J.J. Duran, Eds). 451-463. Patronato de la Cueva de Nerja. Málaga.
- MUGERZA I. (2001).- Estudio hidrogeológico de la Unidad Hidrogeológica Kárstica de Albiztur (Gipuzkoa). *Doktorego-Tesia*. Euskal Herriko Unibertsitatea. 406 p.
- SMART P.L., FRIEDERICH H. (1986).- Water movement and storage in the unsaturated zone of a maturely karstified carbonate aquifer, Mendip Hills, England. *Proc. Conf. Env. Problems of Karst terranes and their solutions*. Dublin, Ohio, 59-87.

Aspecto del lapiaz de Albiztur.

EL KARST DE LAS CABECERAS DEL BAIAS-PADROBASO EN EL MACIZO DE GORBEIA (Bizkaia - Araba)

Iñaki LATASA

GAES de Bilbao

Iparragirre, 46 - 7° • 48001 Bilbao

(Recibido en Octubre de 2001)

RESUMEN

Se aborda un trabajo espeleológico de síntesis de un área kárstica que supone la cabecera del río Baias-Padrobaso, en la zona central de Gorbeia.

Incluye una visión general, tanto del karst interno como externo, deteniéndonos, principalmente, en la explicación de sus cavidades más importantes y en el papel que estas juegan en las estructuras de drenaje.

LABURPENA

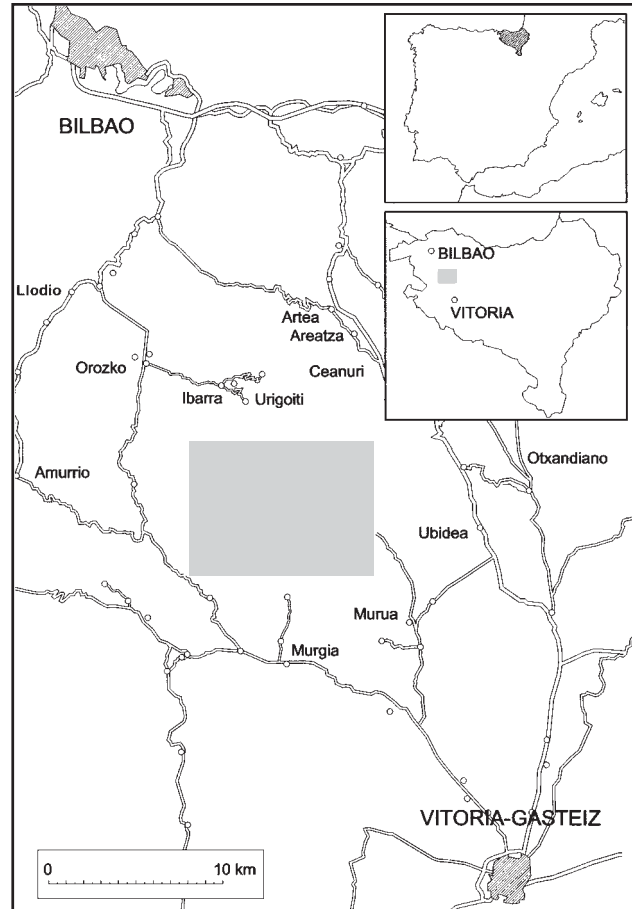
Hurrengo lerroetan, Baias-Padrobaso ibaiaren iturburuan kokatzen den karst sistemaren lan espeleologiko laburtzeari ekiten zaio, Gorbeia-ko eremu zentrallean.

Lanaren barnean bai exokarst eta baita endokarstaren jokaera orokorra aztertzen da, nagusiki sargune garrantzitsuen sorrera azalduz eta drenai-egituren garrantzia ahintzat hartuz.

ABSTRACT

In this work we make a Karstic zone study synthesis of Baias River Hihg part in Gorbea mountain.

We make a general vision of karst (inside-outside) and we related the most important caves and their role in drainage structures.



Mapa de situación

INTRODUCCIÓN

Esta zona, situada en el NO del Monte Gorbea o Gorbeia, supone las cabeceras del río Baias, a cuyo nacimiento da lugar mediante el drenaje endokárstico que surge en el lugar de Ubegi.

Abarca desde el límite superior de las calizas urgonianas en la vertiente NO del macizo (collado de Aldamin), hasta el límite inferior en la zona de Azoleta, valle abajo del río Baias.

En esta zona se produjeron los primeros escarceos del GAES en Gorbeia (al margen de esporádicas incursiones en Otxabide), con exploraciones en Arranbaltz y Basatxi (en el año 1983), que precedieron a lo que fue, propiamente, el comienzo, en toda regla, de nuestro estudio espeleológico del macizo; cosa que se produjo en el año 86 y que supuso, de alguna manera, el relevo del GEV, iniciador de las exploraciones en esta parte del Gorbeia.

Las cavidades más importantes de la zona son: Arranbaltz, Azoleta, Basatxi, Elorrea, Gatxarrieta II y Urratxa y, si bien todas ellas eran conocidas con anterioridad a nuestras exploraciones, nuestro trabajo ha permitido aumentar sensiblemente el desarrollo conocido de gran parte de ellas y, también, localizar varios cauces que contribuyen a explicar el drenaje hipogeo del área.

ANTECEDENTES

Como ya hemos dicho, el GAES inicio en cavidades de esta zona sus actividades en Gorbeia, continuando así con una labor iniciada por el GEV, que exploró muchas de las cuevas y simas que existen en ella. Incluimos también entre los grupos que nos antecedieron en este sector a los alaveses GEA y GEMI, a quienes se deben las primeras exploraciones en Azoleta.

MARCO GEOGRÁFICO

El área que abordamos en este trabajo es parte de la sub-unidad del Baias (su margen izquierda), que es una de las zonas en que subdividimos la importante unidad kárstica de Gorbeia.

El monte Gorbeia es uno de los Montes Vascocantábricos, se sitúa entre Araba y Bizkaia, 30 km al SE de Bilbao, y forma parte de la divisoria de las vertientes cantábrica y mediterránea.

El área tratada en este trabajo se sitúa en el NO de Gorbeia y es, pese a la orientación atlántica de la zona, perteneciente a la cuenca mediterránea, en virtud de su drenaje recolectado por el río Baias, siendo precisamente esta zona la cabecera de la cuenca hidrográfica de ese río.

Comprende terrenos de los municipios vizcaínos de Orozko y Zeanuri y una pequeña porción del municipio alavés de Zuia. Toda la zona está incluida dentro de los límites del Parque Natural de Gorbeia, estando sometida a regulación en ella la práctica de la espeleología (B.O.P.V., 1998).

Delimitación del ámbito del trabajo

Por el Norte los límites del área son el cordal de Artelarra, que forma un cresterío entre las cumbres de Gatxarrieta (1176 m s m) e Ipergorta (1236 m s m), que la separan de las Campas de Arraba. Por el Sur son la cúspide de Gorbeigane (1482 m s m), cumbre cimera de los territorios de Araba y Bizkaia y que forma con el Aldamin (1378 m s m) el collado que limita la sub-unidad por el Este, separándolo de la de Zubialde. Por el Oeste el cauce del Baias-Padrobaso separa esta zona de la vecina de Austingarmín-Obarreta, cabecera también de la cuenca del río Baias.

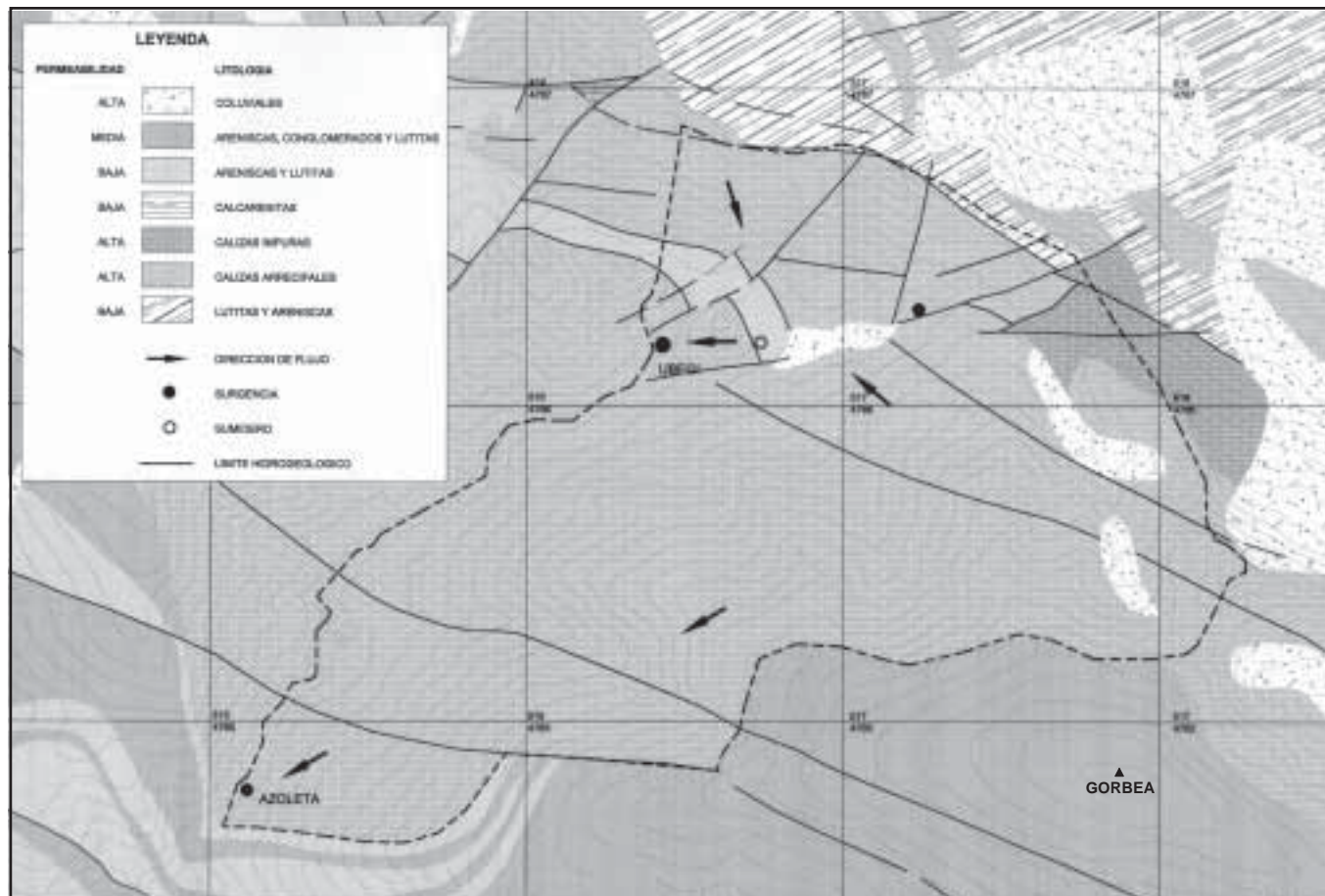


Figura 2.- Mapa de unidades hidrogeológicas de la Cabecera del Baias.

El relieve

La zona se dispone a lo largo de la ladera NO del Gorbeia, abarcando desde el collado que forma este monte con el Aldamin, a la cota de 1322 m, hasta el final del afloramiento calcáreo aguas abajo, en la zona de Azoleta, ya en territorio alavés (cota 825 m).

Incluimos la parte más próxima a la cumbre, pues, pese a tratarse de terrenos impermeables, aportan sus aguas de escorrentía, que discurren por la ladera hasta alcanzar el área caliza, en donde pasan al dominio hipogeo.

A partir de la cumbre descienden radialmente varios valles o vaguadas, que se abren en abanico hacia el río Baias y, en sus cabeceras, hacia el valle de Zastegi, fragmentando superficialmente el bloque calizo.

La ladera es por lo general de una pendiente acusada, en torno al 30 %, suavizándose al llegar a las zonas de valle.

En la zona de la cumbre, formada por materiales detríticos, se produce una suavización del relieve, anulándose prácticamente la pendiente en su punto culminante, coronado por una gran cruz metálica.

Forma de acceso

Existen tres formas de acceso a la zona. La primera es desde Pagomakurre, a donde llegamos a través de la pista que parte desde Areatza-Villaro, junto a la carretera N-130 de Bilbao a Vitoria; desde ese lugar llegamos a la zona atravesando las campas de Arraba y cruzando el collado de Artelarra por Mandobide o rodeándolo por Aldape. Otra opción es ascender desde Austingarmin en Orozko, a donde llegamos por la pista que sube desde Usabel, por ella podemos llegar hasta Zastegi y Egiriñao, tras remontar una fuerte pendiente, una vez abandonados los vehículos a una hora de la majada de Austingarmin.

La tercera opción es por la parte alavesa, partiendo de Sarria (en Murgia), hasta el enclave de Arkarai, en donde tenemos dos opciones, remontando el río Baias o por la senda que conduce hacia Basatxi por las bordas de Menollo y Justiniano.

La presencia humana

Al igual que en otras zonas de Gorbeia, la presencia humana en esta parte del macizo es muy antigua, existiendo vestigios en la cueva de Urratxa, situada en el valle de Zastegi, que indican que fue utilizada por cazadores nómadas entre el IX y V milenio a.d.n.e., posteriormente se produjo un uso de los pastizales de altura en las majadas de Zastegi, que se remonta a la edad de bronce. De esa época han quedado restos como un menhir, cerca de Egiriñao, y en la propia cueva de Urratxa, cavidad que ha sido empleada por el hombre desde el pasado remoto hasta prácticamente nuestros días, bien como necrópolis, como cobijo o como almacén de aperos.

También se han localizado restos de ocupación o enterramiento en otras cavidades situadas en la parte Oeste de Urratxa y en Lasarrekoatxa.

La explotación de las majadas de Egiriñao y Zastegi continua realizándose hoy en día en unas condiciones muy similares a las de los albores de la colonización de esos espacios para la ganadería de montaña; otras actividades, sin embargo, han desaparecido de la zona, aunque han dejado huella en el paisaje, tales como el carboneo, del que quedan numerosas "txondorras" o carboneras, repartidas por todo el hayedo e incluso en zonas ganadas actualmente para pastizales. Otra actividad ya abandonada ha sido el uso de simas como neveras, como en el caso de Neberakoatxa.

Las cavidades de la zona han sido usadas también como refugio. Durante la guerra civil fueron utilizados con este fin las cuevas de Elorrea y Lasarrekoatxa, situadas a uno y otro lado del cordal de



Menhir en la majada de Zastegi

Artelarra; la primera fue usada además como hospital de campaña y polvorín.

Vegetación

Prácticamente todo el área está ocupada por hayedos, que es la vegetación potencial entre los 700 y 1.200 m de altitud, que forman bosques de distinto aspecto y densidad, según que la superficie sea de lapiaz, con ejemplares retorcidos y de poca talla, propios del hayedo calcícola, o que ocupen laderas donde el afloramiento calizo no sea tan evidente, como por ejemplo en la zona de Basatxi, en donde la posición en la ladera, de fuerte pendiente, y la competencia por la luz han favorecido la existencia de ejemplares de gran porte. Otro factor que ha influido, tanto en el aspecto como en la extensión que ocupan actualmente los hayedos, ha sido el hacha del carbonero, que ha causado la tala y desmoche de numerosos ejemplares, sobre todo, en las zonas más próximas a los asentamientos pastoriles.

Aparte del hayedo, la presencia arbórea se limita a algunos tejos dispersos en la zona Sur del Artelarra, junto a la majada de Zastegi.

La vegetación bajo el dosel del bosque no es muy abundante, limitándose a algunas comunidades herbáceas rupícolas y a musgos, muy comunes en las zonas de umbría.

En la zona existen zonas de pradera montana, resultado en muchos casos de la regresión del hayedo, y de pastos petranos que sustentan distintos rebaños, principalmente de oveja latxa.

Aspectos climáticos

Se puede decir que el clima de este área es de tipo templado oceánico, con precipitaciones bien distribuidas a lo largo del año y con temperaturas templadas (EVE, 1996), existiendo, sin embargo, diferencias importantes, tanto en las temperaturas como en el

volumen de precipitaciones, entre las vertientes N y S debido al efecto de barreta orográfica que produce el propio relieve del macizo. La temperatura media es de 9°C y las precipitaciones rondan los 2000 mm, siendo a menudo en forma de nieve durante el invierno, resultando un porcentaje de lluvia útil para infiltración del 68%.

MARCO GEOLÓGICO

Este apartado se ha elaborado, básicamente, a partir de la memoria de la hoja 87 III, correspondiente a Gorbeia, del Mapa geológico del País Vasco (EVE-INGEMISA, 1992).

El área se sitúa en la Cuenca Vasco-Cantábrica y está compuesta por materiales del Cretácico inferior en serie monoclinas.

La zona se trata de un afloramiento de calizas arrecifales, que se dispone monoclinamente con suave buzamiento hacia el Sur.

Estratigrafía

Los materiales que afloran pertenecen al Cretácico Inferior; entre ellos se diferencian tres grandes complejos: Complejo Purbeck-Weald, Complejo Urganiano y Complejo Supraurgoniano.

Complejo Purbeck-Weald:

Aunque en el sector del que tratamos en este estudio no aflora, es la base sobre la que se eleva el edificio arrecifal.

Está formado por areniscas y lutitas en bancos decimétricos de potencia constante y continuidad kilométrica.

Complejo Urganiano:

Constituyen la litología dominante en el sector,

Fue definido por RAT (1959) y posteriormente ampliado por GARCIA MONDEJAR (1979). en él se agrupa un conjunto, con

cierta heterogeneidad litológica, que abarca sedimentos con facies marinas y sus detríticos asociados.

Abarcan un intervalo temporal Aptiense-Albiense superior, con sedimentación en diferentes secuencias estratigráficas.

En general, la sedimentación urgoniana fue en la región esencialmente carbonatada, donde las calizas de rudistas se dispusieron en áreas a cubierto de la invasión terrígena. Este afloramiento, de una extensión de 2,90 km², ha sufrido un proceso de karstificación, generando formas subterráneas que son objeto de este estudio espeleológico.

Ciclo Supraurgoniano:

Son sedimentos terrígenos que cierran el ciclo marino arrecifal urgoniano y lo separan de la sedimentación carbonatada del Cretácico superior.

En el área de la que trata este trabajo, esta litología rodea el edificio arrecifal delimitando su extensión por el N y O.

Cuaternario:

Encontramos dos tipos de depósitos cuaternarios: arcillas de decalcificación y depósitos periglaciares. Los primeros son producto de decalcificación, por disolución de las litologías calizas. Son visibles en el Valle de Zastegi, junto a la peña de Urratxa. El otro tipo de depósitos, los periglaciares, constituyen un conjunto formado por materiales heterogéneos, principalmente de litología arenisca, procedentes de la cobertera supraurgoniana. Son similares a los de carácter glacial, aunque no están ligados a formas glaciares reconocibles. En el área tratada se localizan en el Valle de Zastegi.

Geología estructural:

La Unidad de Gorbeia constituye una serie monoclinal buzante hacia el Suroeste, dispuesta en el flanco S del Anticlinorio Vizcaí-

no y caracterizada por una tectónica relativamente suave y sencilla.

El sistema de fallas N 120° E constituye el rasgo tectónico más notable en esta unidad. Forman una red extensa de fracturas de gran continuidad, de régimen distensivo, bastante verticalizadas y de poco salto en general. Localmente llevan asociadas brechificaciones y arrastres. Al parecer se trata del reflejo de fallas sinsedimentarias (EVE- INGEMISA, 1992).

En conjunto definen una geometría estructural que condiciona una intensa fracturación a la que está supeditada la evolución kárstica.

HIDROGEOLOGÍA

Este karst se enclava en el Dominio Hidrogeológico Anticlinorio Sur, más concretamente en la unidad de Gorbeia, llamada también unidad de Itxina en EVE, 1996. Se trata de una sub-unidad de esta que abarca la extensión comprendida entre Artelarra, la ladera de Gorbeigane (con el collado del Aldamin como límite) y el cauce del río Baias, no obstante, esta delimitación es aproximada al existir continuación litológica entre esta sub-unidad hidrogeológica y las de Itxina y Zubialde, relacionando aquí la supuesta línea divisoria con el relieve. Esta zona está separada por el río Baias-Padrobaso del área kárstica Austingarmin-Obarreta, pudiendo decirse, en un sentido más amplio, que ambas son una misma sub-unidad de la unidad de Gorbeia.

La recarga es principalmente autóctona, debida a las precipitaciones sobre el propio afloramiento calizo, aunque existe también captación de cauces esporádicos que forman las escorrentías procedentes de pequeñas superficies impermeables o de baja permeabilidad, como son las que proceden de las areniscas que forman la cumbre de Gorbeia y de terrenos de baja permeabilidad en Egiriñao y Zastegi (formados por depósitos periglaciares y de arcillas de decalcificación).



Río Baias-Padrobaso



El cordal de Artelarra

La descarga se produce, principalmente, a través de la surgencia de Ubegi (980 m s m), nacimiento del Baias-Padrobaso, con caudales medios muy variables que oscilan entre 10 y 100 l/s.

Esta surgencia es receptora de distintos flujos subterráneos, como son los procedentes de la Cueva de Elorrea y de la Sima de Gatzarrieta, situadas ambas en el cordal de Artelarra, y de la Sima de Arranbaltz en el otro lado del valle. Todas estas corrientes son colectadas por un río, que puede ser observado en la Cueva de Urratxa y que dista tan solo 100 m de Arranbaltz, separada de ella por un tramo sifonado. Estas corrientes subterráneas han sido determinadas por observación directa mediante la práctica espeleológica. Al Este de la peña de Urratxa existe un sumidero relacionado también con el colector señalado.

El sector muestra una rápida respuesta ante las lluvias ya que, tal y como ha podido ser observado en varios puntos, el drenaje se realiza a través de conductos preferenciales, con un grado importante de evolución kárstica. Este drenaje, que se realiza en circulación libre durante gran parte del trayecto, caracteriza la unidad como acuífero kárstico "*sensu stricto*" (BAYO et al. 1986).

Entre el nacedero de Ubegi y la zona de Azoleta, límite del afloramiento calizo río abajo, se producen descargas directas al río Baias en varios puntos, aunque ninguna de ellas reviste especial importancia. Más abajo, en la zona de Azoleta, surge el cauce hipogeo que surca la sima homónima y que aporta un caudal considerable, que drena la parte más occidental de la unidad.

Según EVE (1996), aforos realizados aguas abajo de la estación de Azoleta, fuera ya de los afloramientos carbonatados, muestran importantes incrementos del caudal, considerando también aportaciones de surgencias situadas en la margen derecha como Lapurzulo y otras e incluso las escorrentías procedentes del área no carbonatada. Para ellos, esta situación pone en evidencia la existencia de flujos subterráneos desde las calizas hacia la formación detrítica suprayacente; así, una zona semiconfinada, que aprovecha la continuidad de los estratos calizos bajo las areniscas

supraurgonianas, alimentaría esos flujos a los que estiman unos valores de 1,5 Hm³; en realidad, si consideramos la surgencia de Azoleta, de caudal considerable, esa cifra sería mucho menor.

Las aguas del río Baias son captadas para su consumo e incorporadas al sistema Urkabustaiz de la Diputación Foral de Álava (CGS, 1997)

En el vértice N de la sub-unidad encontramos, en la vertiente que mira sobre el valle de Arratia, una surgencia cuya alimentación es difícil de precisar y difícil determinar, por lo tanto, como contribuye al drenaje del sector. Esta surgencia alumbra un caudal que es muy visible por debajo de Gatzarrieta en época de lluvias.

EL EXOKARST

Las formas de modelado externo que se pueden ver en la zona no son muy variadas, siendo las más comunes los lapiaces de gelifracción.

Lapiaces

Los lapiaces de gelifracción ocupan grandes extensiones y pueden ser vistos prácticamente en todo el área kárstica. Otras variedades de lapiaz están poco representadas; no obstante, con cierta frecuencia, las ruinas del lapiaz aparecen con groseros modelados fluvio-nivales, dando lugar a incipientes lapiaces de acanaladuras "*rinnenkarren*", por ejemplo en la zona de Azoleta.

En la zona de Neberakoatxa encontramos lapiaces en forma de placas, de tamaño métrico, que se han fragmentado a favor del buzamiento de los estratos, coincidente con la superficie topográfica, y cuya cara superior está surcada por canales de disolución. Lenares de formas similares se localizan en la zona aledaña de Obarreta, en la margen derecha del río Baias (LATASA y SOTA, 1999).

Dolinas

La fuerte pendiente de la ladera en que se enclava este karst, que ronda el 30 %, no favorece la formación de dolinas, existiendo ejemplares diseminados, que no suelen ser de dimensiones importantes. Podemos encontrar alguna en la zona de contacto entre las areniscas de la cobertura supraurgoniana y las calizas. También existen en la zona de Arranbaltz y Neberakoatxa, en donde ocasionalmente constituyen puntos de acceso al endokarst. A menudo se trata de dolinas de colapso, formadas por la existencia de cavernamientos próximos a la superficie.

En la zona de Lapurzulo, por debajo de Basatxi, se produce una suavización de la pendiente de la ladera que favorece el establecimiento de dolinas, aunque sus dimensiones no son tampoco de gran tamaño.

EL ENDOKARST. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La zona no es especialmente abundante en cavidades, sobre todo si la comparamos con las zonas próximas de Itxina y Austingarmín-Obarreta, sub-unidades pertenecientes también a la unidad de Gorbea; no obstante, el desarrollo interno de conductos es considerable, dando lugar a cavidades de gran recorrido; así, vemos como se produce una gran concentración de conductos, de forma que las cavidades kilométricas que existen, contienen la mayoría de las galerías que forman la trama subterránea del karst.

Fijándonos en estas cavidades de mayor desarrollo, que son también aquellas en las que su proceso evolutivo resulta más evidente, podemos obtener datos que son extrapolables al conjunto del karst.

Señalaremos en primer lugar una serie de conductos, de tipo paragenético (RENAULT, P. 1970), formados por galerías en las



El arroyo de Zastegi se sume al llegar a Peña Urratxa

que se ha producido una importante disolución cenital. En estos conductos, el agua, confinada por los sedimentos en la parte superior del conducto, da lugar a techos extremadamente planos.

Este tipo de morfologías se han formado con niveles de base muy estables y duraderos (BAUER, J. 1993). Se pueden ver en Azoleta, Arranbaltz y Elorrea; las dos últimas están relacionadas por la altitud a la que se localizan (1100 m. s. m.) y relacionadas a su vez con conductos similares existentes en cavidades de la zona contigua de Obarreta (LATASA y SOTA, 1999). Aparentemente, todos estos conductos se corresponden con un mismo paleonivel, formado con una importante estabilización del nivel de base, muy antiguo y situado a gran altitud, y que afectó a una gran parte del macizo.

Estas morfologías van asociadas a otras, como entalladuras de corrosión (GINES y GINES, 1977), que se relacionan con la disolución diferencial producida por la lamina superficial de agua, y que, al igual que las anteriores formas, tienen que ver con largas estabilizaciones del nivel piezométrico.

Posteriormente al establecimiento de estas formas de conducción, se ha producido una profundización de los valles que ha provocado el hundimiento de los niveles de base y la aparición de conductos más encajados, situados a cotas más profundas y, también, conductos de invasión que transmiten las captaciones más superficiales a los niveles más profundos. Podemos ver este tipo de galerías en Arranbaltz, Basatxi y Gatzarrieta, además de otras simas de menor importancia.

Por lo general la fisonomía de los conductos ha sido poco alterada. Las formas originales, frecuentemente freáticas, han dado lugar al encajamiento de conductos en condiciones de circulación en régimen vadoso pero, estas formas, permanecen generalmente visibles, al ser muy escasos los procesos clásticos que las modifican; siendo también prácticamente de carácter testimonial los depósitos litogenéticos. De esta forma, las sedimentaciones que se han producido en las distintas cavidades son, por lo general, las

CABECERA BAIAS - PADROBASO (GORBEA) DATOS ESPELEOMÉTRICOS

Extensión de la zona (km ²)	3,61
Nº total de cavidades	36
Nº de cavidades /km ²	10
% de cuevas	66
% de simas	33
% por rango de dimensiones	
>1000 m	14
<1000 m	86
Suma total de conductos (m)	11.590
Km de conductos/km ²	3,213

CUADRO COMPARATIVO CON OTRAS ZONAS PRÓXIMAS

Sub-unidad	Cavidades/km ²	m conductos/km ²
Margen izq. Baias	10	3.213
Austingarmín-Obarreta	56	6.716
Itxina	25	>6.000

GAES 2001

propias del arrastre fluvial. Estos depósitos están presentes, sobre todo, en los niveles más antiguos y han tenido gran importancia en la forma en la que se ha producido la disolución, propiciando, como ya hemos dicho, morfologías de tipo paragenético. Suelen ser de pequeña granulometría, depositados por cauces de poca energía, aunque, a veces, podemos ver tamaños mayores en lugares en donde aumenta el gradiente hidráulico.

CAVIDADES MÁS IMPORTANTES

A continuación se describen las cavidades más destacadas de entre las exploradas en el sector.

G-145 ARRANBALTZ

Se sitúa en la ladera de Arranbaltz, cerca del valle de Zastegi.

Esta cavidad está relacionada con una falla N 110° E, cuya dirección determina el rumbo de gran parte de sus galerías.

Posee tres accesos que se sitúan en un nivel superior de galerías formado, principalmente, por antiguos conductos que funcionaron bajo circulación forzada. El suelo de éstas, está ocupado por acumulaciones de arcillas de decalcificación.

Sus dos bocas más orientales, están unidas por una galería de disolución, creando un cavernamiento que ha favorecido la formación de la boca central, al derrumbarse el techo de la galería en una zona de fractura. Este conducto ha profundizado posteriormente, creándose una zona deprimida entre las dos bocas, en cuyo fondo encontramos varios pozos y meandros que nos llevan hacia cotas más bajas; en ellos, se aprecia la profunda incisión que ha producido el encajamiento de la corriente de agua que ha formado la galería.

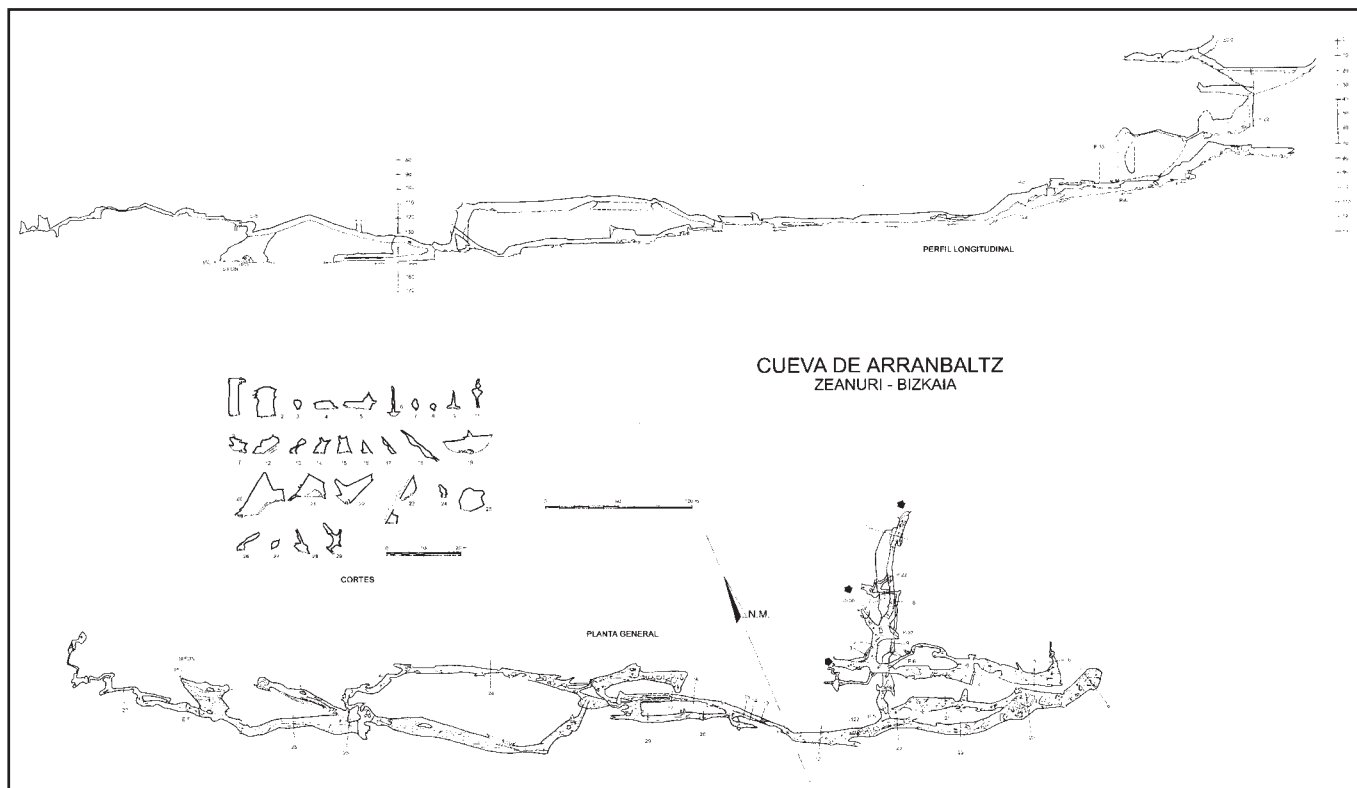
Este sector finaliza al llegar a una galería perpendicular a ella, más amplia, y por la que circula el río principal de la cavidad.

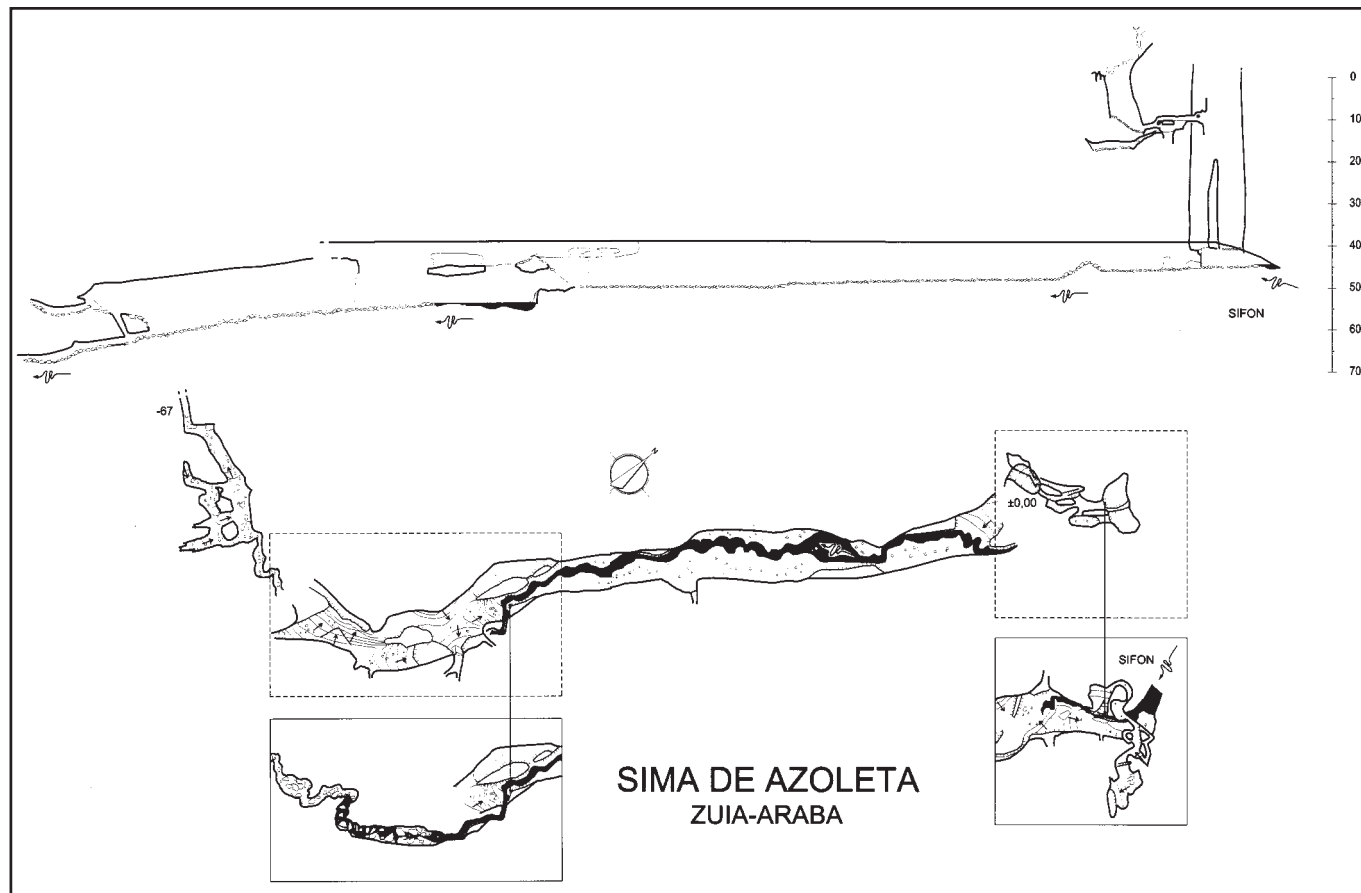
Río arriba, seguimos por una galería inclinada en donde aparecen depósitos estalagmíticos que consolidan sedimentaciones de otro tipo, ocasionalmente bloques de gran tamaño. Son también visibles estratos de margas, que sirven de base al lecho del cauce. Esta galería llega hasta un punto en donde el material de las paredes, por inconsistente, ha impedido efectuar una escalada que permitiría la continuación de la exploración.



Incisión de encajamiento en la sima de Arranbaltz

Río abajo encontramos dos niveles de galerías; tenemos un nivel inferior por el que circula el agua y otro, inactivo y más elevado, con frecuentes cambios de pendiente, como consecuencia de su formación con una circulación de tipo freático, y que se comu-





nica con el inferior en diferentes puntos, por medio de un plano inclinado que se relaciona, probablemente, con la falla anteriormente citada.

A nivel del río, encontramos sedimentación de canto rodado, entre los que abundan los procedentes de la destrucción mecánica de los finos estratos de margas. En las galerías elevadas, se pueden ver sedimentaciones de arcillas de decalcificación.

Su recorrido es de 2.720 m, con un desnivel total de 150 m.

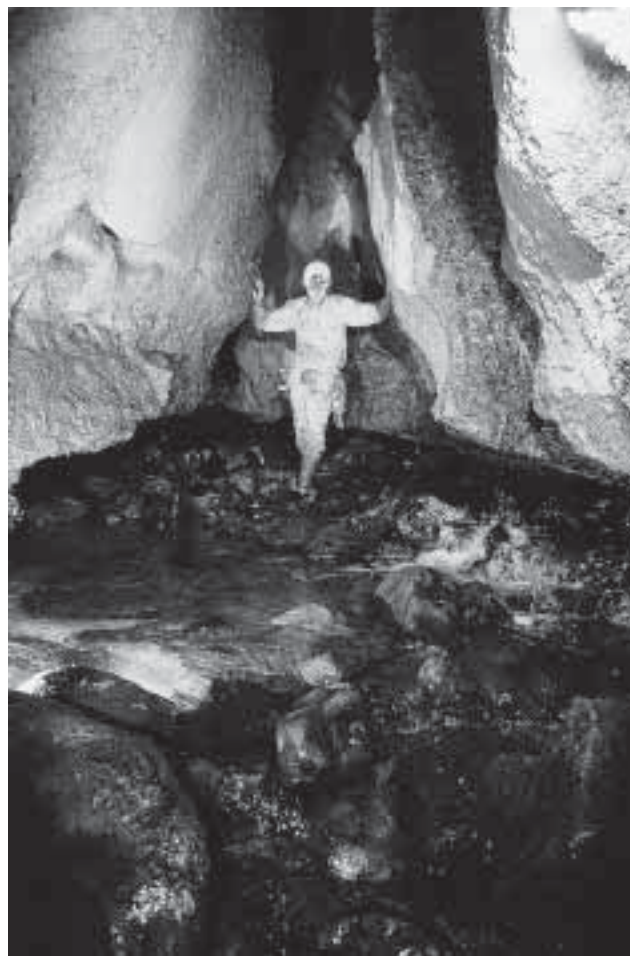
SIMA DE AZOLETA

Encontramos esta sima cerca del río Baias, prácticamente en el límite de las calizas y ya en territorio alavés.

El acceso se realiza a través de un pozo-dolina de 12 m de desnivel y 6 x 3,5 m de sección que nos pone en comunicación con un pequeño dédalo de galerías de disolución que se desarrollan entre las cotas -10 y -15 m. Estos conductos suman 75 m de recorrido y en ellos se observan depósitos fluviales en el pavimento y formando rellenos en las oquedades de la galería.

Uno de esos conductos, el que se puede considerar como principal, asoma sobre un pozo de 35 m de desnivel, que nos traslada hasta el nivel activo de la cavidad. Por encima del pozo se eleva una chimenea que llega hasta cerca de la superficie exterior. Este pozo está dividido en dos por un diafragma rocoso. A 3 m de su base existe una repisa a la que llega una red de meandros.

Una vez en el río, remontando tan solo 15 m encontramos un sifón por el que accede la corriente de agua. Río abajo seguimos por un amplio conducto de 10 x 10 m de media, que sigue un rumbo bien definido (N-215°); 150 m más adelante el río se encaja en un meandro que sigue por la izquierda, continuando en altura los restos de la galería principal, ya inactiva. En la parte inicial del meandro vemos una pequeña cascada fruto del retroceso erosivo del cauce; siguiendo por él llegamos hasta una zona en la que este da paso a dos conductos diferentes, que se relacionan con diferentes fases de erosión del mismo meandro; en el nivel inferior discu-



Sedimentos de arenisca en Azoleta

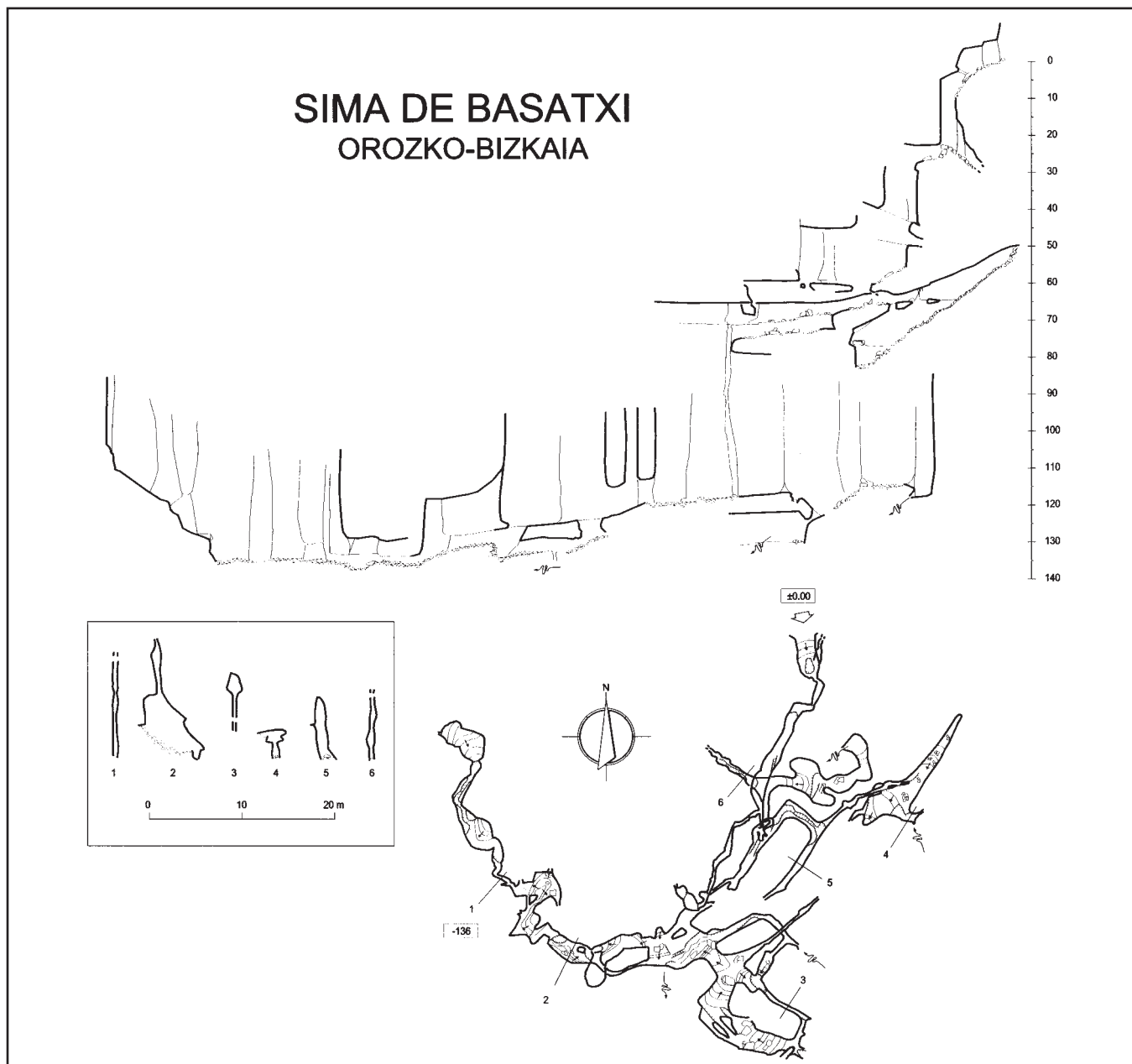
re el cauce, haciéndolo en la parte final en régimen endorreico, circulando bajo los grandes cantos y bloques que ocupan el lecho.

El rasgo morfológico más relevante es el techo, extremadamente plano, de la galería principal. Este techo, formado por disolución cenital, y sin apenas desnivel en un tramo de más de 200 m, lo atribuimos a la disolución producida por un cauce confinado por la sedimentación en la zona superior del conducto; podemos encontrar restos de esos sedimentos cerca del P-35 y en la zona final de la galería principal. Posteriormente, se ha producido una profundización del lecho, seguramente favorecida por el encajamiento del cauce del río Baias, que hace aumentar paulatinamente el gradiente hidráulico de la corriente y que ha dejado colgadas cornisas, que son testigos de anteriores paleocauces. En estas cornisas, y también en las paredes de la galería, se aprecian entalladuras de corrosión. En toda la cavidad se pueden observar rellenos, formados principalmente por depósitos fluviales. En la galería principal se localizan sedimentos que pueden alcanzar espesores importantes (zona próxima al pozo de acceso y zona final) estos depósitos, generalmente de material detrítico, son de una cierta homometría, entre centimétricos y decimétricos. En el meandro, coincidiendo con un aumento de la pendiente del cauce, se localizan sedimentos de mayor tamaño (decimétricos a métricos), también de arenisca.

G-140 SIMA DE BASATXI

Su boca se localiza en el borde del bosque de Basatxi, a 1230 m de altitud, casi en el límite superior del afloramiento calizo. La entrada, con aspecto de cueva, da paso bruscamente a un pozo de 20 m de desnivel, al que siguen otros pozos consecutivos de 3, 17 y 12 m; de esta forma, llegamos a una galería subhorizontal y de sección elíptica, cuyo suelo está surcado por una estrecha incisión, producida por la erosión de una antigua corriente de agua y que da a un nivel inferior de galerías. El nivel inferior, situado 50 m por debajo y al que se puede acceder por algunos lugares en los que la incisión es más ancha, está formado por varias galerías sudhorizontales de trazado meandriforme, encontrando algunos tramos profundamente encajados y con partes sumamente estrechas. La zona más profunda corresponde a un punto intermedio de lo que podemos considerar como galería principal; en ese lugar existe un pequeño orificio por el que se accede a un cauce que circula bajo la galería, por una gatera de dimensiones extremadamente reducidas y que puede ser observado también en algún otro punto de la galería río arriba.

La cavidad alcanza un desnivel de 136 m, sumando el conjunto de las galerías que comprende 1.127 m de desarrollo.





Niveles de entalladura en las galerías superiores de Arranbaltz

G-118 CUEVA DE ELORREA

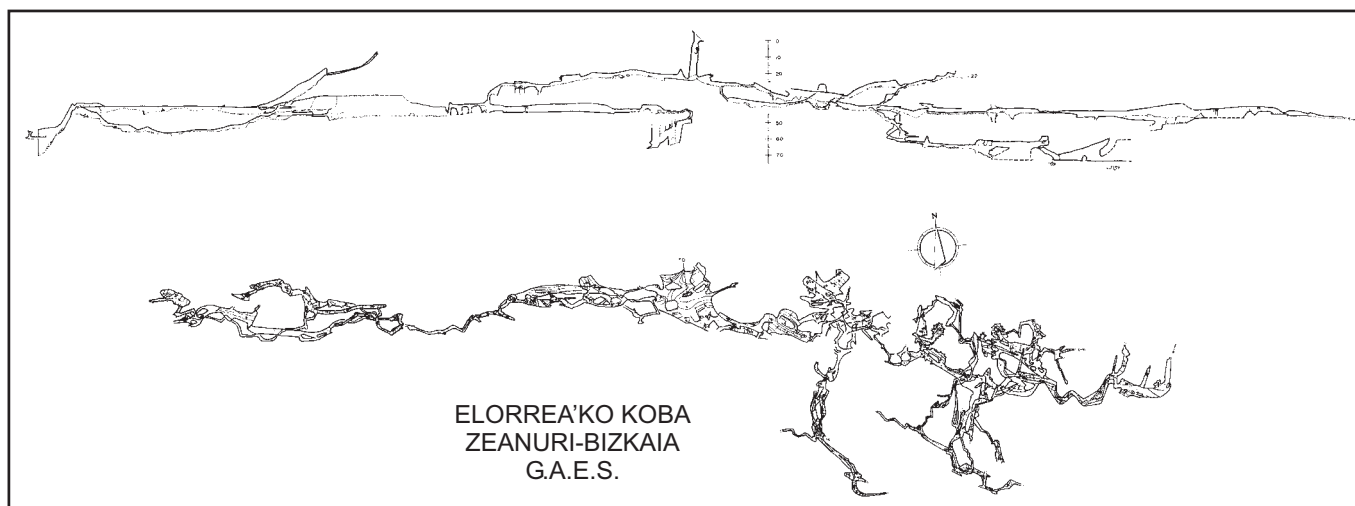
Es una cueva muy conocida en la zona, se le adjudican también los nombres de “Cueva del Polvorín” o “del Hospital”, por los usos que tuvo durante la guerra civil.

Posee tres entradas distintas, dos de ellas próximas entre si y en forma de cueva, y una tercera en forma de sima. Las primeras se abren al norte de Artelarra, en el borde de Arraba, justo enfrente del refugio de Elorrea y por encima de la fuente del mismo nombre. La entrada en sima accede a la zona central de una amplia sala cuya base, constituida por un cono de derrubios, es la parte más elevada de la misma. Este punto, situado hacia mitad de la cavidad, parece suponer un punto de inflexión en los drenajes.

Distinguimos dos tipos morfogenéticos en los que podemos agrupar gran parte de los conductos de la cavidad; el primero se asocia

a las debilidades tectónicas que se han producido en el seno del afloramiento calizo. Son conductos que se alinean en dirección E-O, coincidiendo con la orientación del cordal de Artelarra, bajo el que se excava la cueva; a estos conductos se debe el aspecto alargado de la cavidad que podemos observar en la topografía, con una ocupación en planta de 630 x 140 m. A este modelo responden las galerías situadas en la parte más occidental, relacionadas, probablemente, con un antiguo drenaje hacia Itxina.

La segunda morfología característica a la que nos referimos, tiene que ver con un lento flujo del drenaje, produciéndose en algún momento del pasado de la cavidad, unas condiciones que han dado lugar a un enrejado de galerías (FERNANDEZ, E. 1995), que en algunas partes de ella constituyen auténticos laberintos, como el laberinto existente en la zona Este, sector al que se accede a través de una estrecha gatera-laminador y cuyas galerías suman más de 1



km. En él, predominan las formas de disolución, con el suelo ocupado generalmente por depósitos propios de cauces tranquilos, como gravas y limos, que en muchos casos han limitado la disolución a la zona cenital, generándose techos planos de cierta continuidad.

Alguna de las galerías de la cueva en este sector presentan zonas profundamente encajadas, dando lugar a cornisas en las que se localizan depósitos litogénicos en forma de coladas, principalmente, y de estalactitas, estalagmitas y concreccionamientos tipo collaroid. Ocasionalmente, coincidiendo con zonas de cruces de conductos, se han producido desprendimientos clásticos locales, generando pequeñas salas ocupadas por bloques.

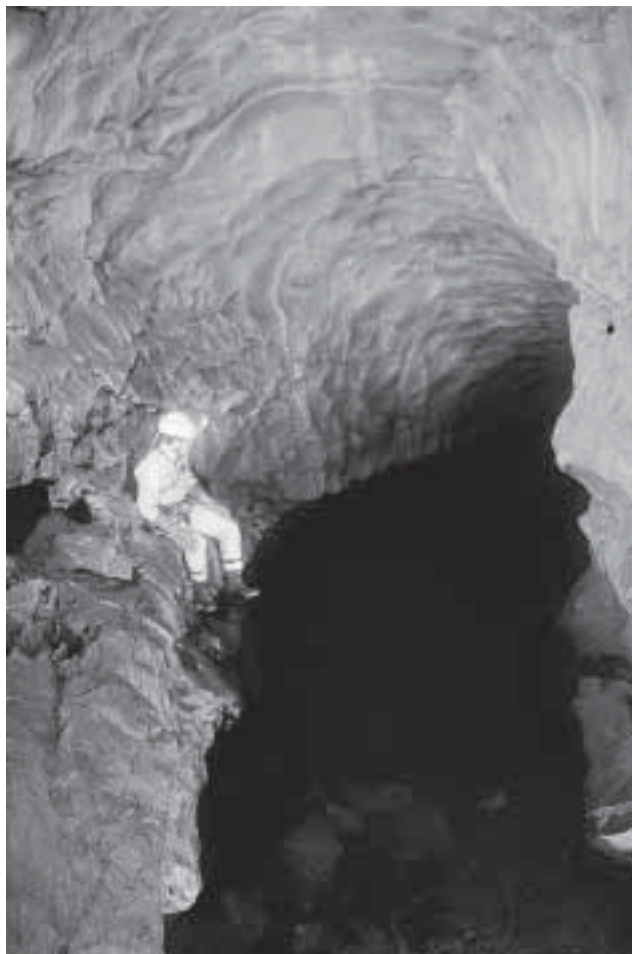
La zona más profunda de la cavidad es una galería profundamente encajada que se corresponde con la fase actual del drenaje (al menos de gran parte de la cavidad), que ha sido capturado por la cuenca del Baias; así, vemos como la galería es surcada por una corriente de agua que se dirige, con dirección Sur, al encuentro del eje de drenaje que tiene su exutorio en Ubegi, alimentando previamente el colector que circula por la cueva de Urratxa.

Las zonas más cercanas a las dos bocas horizontales, han sido muy utilizadas por osos para hibernación, como muestran las numerosas oseras o yacijas que se pueden ver en la zona.

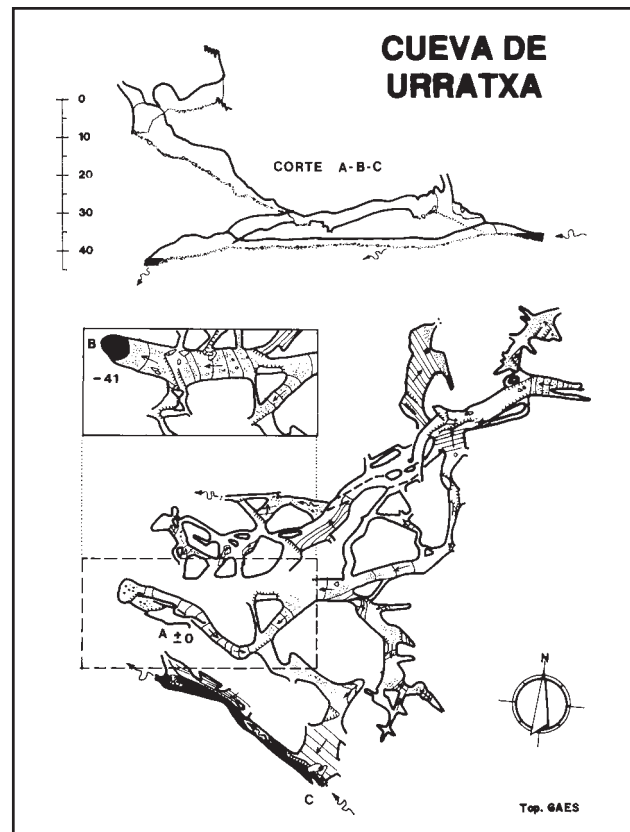
La suma de los distintos conductos alcanza un desarrollo total de 4.100 m, relacionándose, con toda probabilidad, con la sima de Gatzarrieta II, situada en sus proximidades.

G-116 GATXARRIETA II

Se sitúa al pie del roquedo que bordea la Campa de Arraba, en las proximidades del refugio de la Federación de Montaña en Elorrea.



Sifón río arriba en la Cueva de Urratxa



En la sima, se aprecian dos sectores bien diferenciados. En primer lugar, encontramos una zona, de predominio vertical, formada por diferentes pozos, que alcanzan en conjunto un desnivel de 88 m. Desde allí, un meandro de 1 m de anchura media, con circulación de agua y que, en la parte inicial, está profundamente encajado, va descendiendo, con dirección Sur, bajando varios pozos y resaltes, hasta que la progresión se ve detenida por un sifón a -133 m de desnivel. Toda la zona tiene el suelo cubierto de cantos rodados, tanto calizos como de arenisca.

El paulatino hundimiento del cauce, ha dejado colgado un nivel de galerías inactivas, formadas a favor de una zona fracturada y que finaliza en una zona impenetrable.

Sus galerías y pozos suman 740 m de recorrido.

G G-135 CUEVA DE URRATXA

En la Peña de Urratxa existen varias cuevas de diferente interés, tanto arqueológico como hidrogeológico.

La cavidad que aquí tratamos, que es la mayor de las del enclave, abre su boca con orientación Sur, frente al Valle de Zaztegi.

Está formada por conductos de diferente morfología, predominando las galerías con formas de disolución, en las que se han producido depósitos de gravas finas y arenas. Estas galerías configuran un trazado laberíntico que no está exento de orden. En la zona de menor cota, discurre un importante cauce activo, que es precisamente el principal colector de la zona, pero que puede ser seguido durante un corto tramo. El talweg ocupa una galería gravitacional, orientada en dirección SE-NO, y hacia él se dirigen otros conductos, con distintas interconexiones entre sí, que se abren en abanico hacia la galería activa y que corresponden a distintas fases de captura; relacionadas con la evolución por hundimiento del drenaje, hacia la zona de surgencia, situada al Oeste de la cavidad.

El pasado funcionamiento de la galería de entrada no queda muy claro, este conducto, actualmente inactivo, probablemente actuó en sus orígenes como surgencia, de tipo vaclusiano, convirtiéndose posteriormente en sumidero de las circulaciones superficiales que discurrían por el valle de Zaztegi, procedentes de

Egiriñao. Actualmente, valle arriba, existe una pérdida que se relaciona con el río subterráneo de esta cueva.

El conjunto de galerías alcanza un desarrollo total de poco más de 1000 m, con un desnivel de 41m entre su boca y el sifón inferior.

ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA

Las numerosas cuevas de la zona han ofrecido cobijo, tanto a humanos como animales, de modo que se localizan en el sector varios yacimientos, tanto arqueológicos como paleontológicos.

Existen distintas cavidades con signos de habitación, en la zona de Urratxa y Laxarrekoatxa y varias cuevas con enterramientos. El uso de alguna de las cavidades se remonta hasta el IX milenio a.d.n.e.

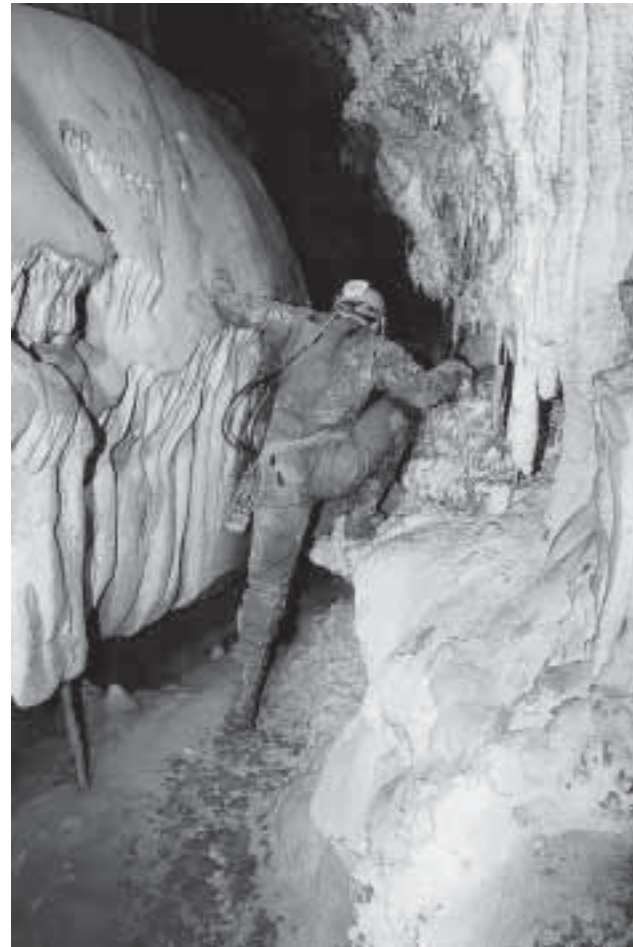
Las favorables condiciones de varias de estas espeluncas, han sido aprovechadas también por distintas especies animales; lo que ha permitido diferentes hallazgos, entre los que destacan: un esqueleto de cuón alpino, localizado por el GEV y otro de león *Panthera leo*, localizado por el GAES. Se han localizado también en cuevas de la zona numerosas yacijas de hibernación de oso.

CONCLUSIONES

La zona es una parte del macizo de Gorbeia que constituye las cabeceras hidrogeológicas del río Baias, parte de cuyo tramo hipogeo ha podido ser determinado mediante la práctica espeleológica. Incluye numerosas cavidades con yacimiento arqueológico y/o paleontológico, además de otras que poseen un importante recorrido, como Arranbaltz y Elorrea. Todas estas cavidades, junto con las que existen en el resto de las subunidades del macizo, hacen de Gorbeia un karst de gran importancia espeleológica y con un importante patrimonio subterráneo.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUER, J. 1993. Principes de Karstologie Physique. Comité Départemental de Spéleologie des Pyrénées Atlantiques. 50 pp.
- BAYO, A.; CATIELLA, J.; CUSTODIO, E.; NIÑEROLA, S. y VIRGOS, L. 1986. Ensayo sobre las diversas tipologías de acuíferos en rocas carbonatadas de España. Jornadas sobre el karst en Euskadi. Donostia pp. 255-340.
- B.O.P.V. 1998. Decreto 66/1998. Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Gorbeia.
- CGS, 1997. Directrices para el diseño, valoración y explotación de la Red de Control de las Aguas Subterráneas del Parque Natural de Gorbea. Informe inédito.
- COLLIGNON, B. 1988. Speleologie: Approches scientifiques. Edisud, Aix-en-Provence, 240 pp.
- DIPUTACION FORAL DE BIZKAIA, 1991. Cartografía informatizada E=1:5000. Hoja 87
- EVE-INGEMISA, 1992. Mapa geológico del País Vasco. Escala 1/25000. Hoja 87-III, Gorbea.
- EVE, 1996. Mapa hidrogeológico del País Vasco. Ente Vasco de la Energía, 377 pp.
- FERNANDEZ, E. 1995. Génesis y evolución de las redes kársticas. Introducción a la Geología Kárstica, F.E.E. Badalona pp 51-80.



Zona concreccionada en Elorrea

- GAES, 2001. Inventario de cavidades del Gorbeia vizcaíno. Inédito.
- GARCIA MONDEJAR, J. 1979. El Complejo Urgoniano del Sur de Santander. Universidad del País Vasco. Lejona.
- GINES, A. y GINES, J. 1997. El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. Endins, 4. Comité Balear de Espeleología, pp 3-12.
- G.V. 1995. Mapa de Vulnerabilidad a la Contaminación de los Acuíferos de la C.A.P.V. Eusko Jaurlaritz/Gobierno Vasco. Gasteiz.
- LATASA, I. 1997. Los karst del Gorbeia vizcaíno. El Mundo Subterráneo en Euskal Herria. Etor-Ostoa. Lasarte, pp 138-147.
- LATASA, I. 1997. El karst de Itxina. Últimas exploraciones espeleológicas. Karaitza, EEE-UEV nº6: pp 9-20.
- LATASA, I. y SOTA, O. 1999. El karst de Obarreta - Austingarmin en el Este del Gorbeia vizcaíno. Karaitza, EEE-UEV nº8: pp 3-15.
- MAEZTU, J. J. 1994. Modelo para la descripción de cavidades y del karst. Karaitza, EEE-UEV nº3: pp 1-2.
- RAT, P. 1959. Le pays cretacé basco-cantabrique. Université de Dijon.
- RENAULT, P. 1970. La formación de las cavernas. Colección ¿Qué sé?, Oikos-Tau. Barcelona, 65 p.

LAS ZONAS KÁRSTICAS AL NW DE LLODIO (Álava)

José Javier MAEZTU
Grupo Espeleológico Alavés
Apdo 21 Vitoria-Gasteiz
Jamae@euskalnet.net

(Recibido en noviembre del 2001)

RESUMEN

Cerca de la localidad de Llodio (Alava) se encuentran unas pequeñas barras calizas. Sobre ellas se ha desarrollado un modelado kárstico característico marcado por la presencia de lapiaz gigante, arroyos encajados y pequeñas cavidades. La cercanía a un espacio urbano tan saturado ha provocado una elevada alteración del medio kárstico.

ABSTRACT

Near Llodio Town (Alava) There are little karstic zones, With a characteristic relief. (karren, sumps, down rivers and little caves). Karst is very changed doubt to human activity.

LABURPENA

Laudio herritik Hurbil (Araban) Karaitza gun txikiak aurkitzen dira. Hauetan zenbait erliebe esanguratsuak osatu dira. Errekatxoak, Kobatxoak, lapiaz eta habar. Hirigune bizi baten hurbiltasunak ingurune honi kalteak eta aldaketak sortu dizkio.

ENCUADRE GEOGRÁFICO

Al NW de la provincia de Alava se extienden una serie de montes que forman un intrincado relieve, cortados por profundos valles (Nerviión, Izalde) que descienden hacia el Cantábrico, conformando una abrupta orografía de dirección W.NW-E.SE y de anchura variable que se extienden próximos a la muga Alava-Vizcaya

Geográficamente se engloban dentro de una unidad denominada sierras septentrionales (RUIZ URRESTARAZU y GALDOS, 1983), en las cuales la característica más importante son los importantes desniveles en todas direcciones y su orientación estructural que no llega a adquirir una continuidad topográfica, debido al cuarteamiento de los valles y la distancia entre cumbres, hecho que es aprovechado para la existencia de las principales vías de comunicación a través de estos valles entre Alava y Vizcaya. Básicamente nuestra zona de estudio se encuentra en la ladera S de la pequeña cadena que forman Kamaraka (795), Ganekogorta (998) y Gallaraga (902) que desciende rápida y progresivamente hasta la localidad alavesa de Llodio-Laudio (190), donde circula encajado el Nerviión, muy próximo a su nivel de base. Entre la línea de cresta y dicha población hay 6 km en línea recta con un desnivel superior a los 700 metros.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RELIEVE

A pesar de su modesta altura, que en ningún caso supera los 1000 m (Ganekogorta, 998), los relieves por ambas vertientes son acusados, mostrando desniveles del orden de los 700 m en escasos km, de tal forma que las elevadas pendientes son la nota más destacada del relieve, hecho que provoca un elevado grado de torrencialidad a los arroyos que descienden de estas montañas. Estructuralmente se trata de fuertes crestas de arenisca en ambos lados de la zona axial del gran anticlinal vizcaíno denominadas por HAZERA (1968) como hog-backs de arenisca entre depresiones estructurales. Los buzamientos son bastante elevados en toda la zona, con valores que oscilan entre 30 y 70 °, generalmente hacia el SW. Los materiales que conforman estas alineaciones son del Cretácico Inferior y en ellos es posible distinguir (RAMIREZ DEL POZO, 1971) dos conjuntos principales: uno inferior, predominantemente detrítico (Facies weald), entre el cual hay pequeñas intercalaciones de otro superior de facies marina y estratigrafía

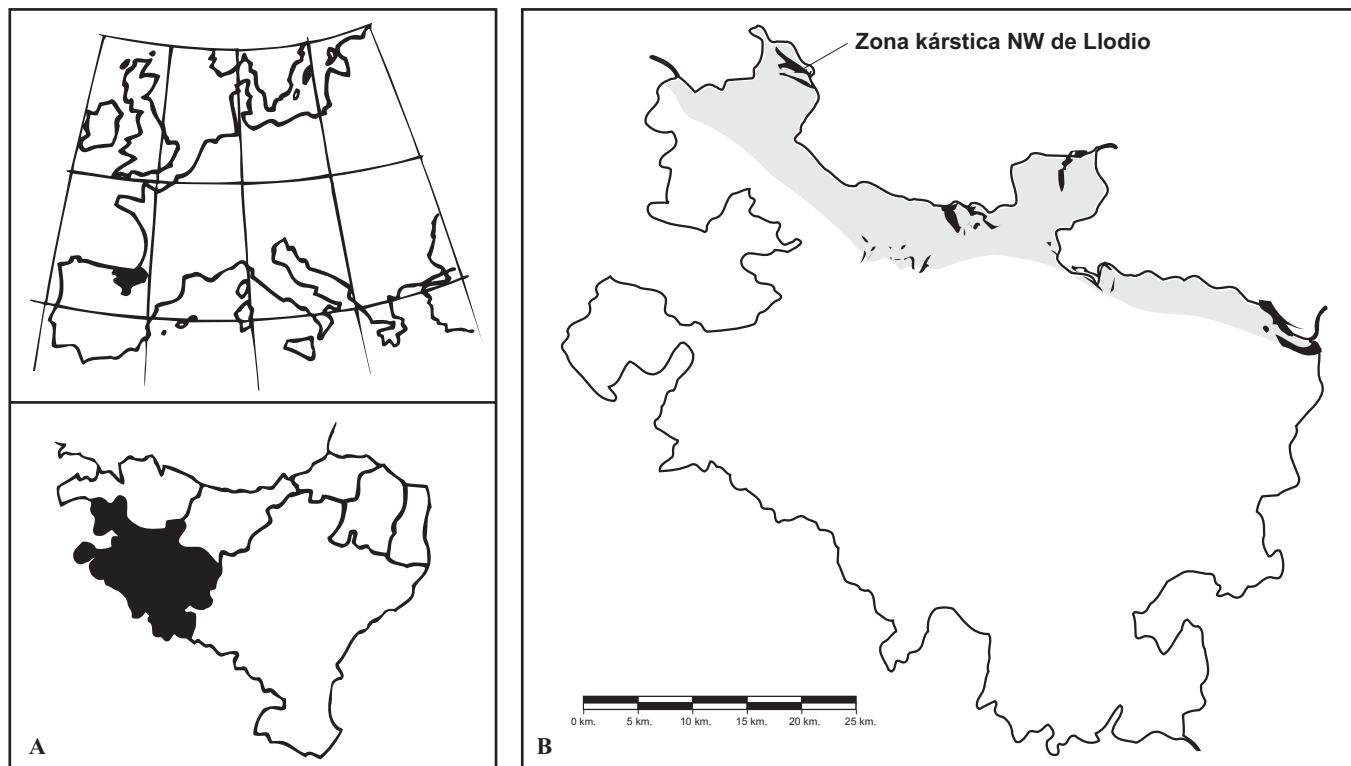


Figura 1.- A) Situación geográfica de la provincia de Alava. B) Situación del Karst del NW de Llodio

compleja, al que nos hemos referido ampliamente, que se conoce como Complejo Urganiano, compuesto por materiales detríticos con intercalaciones de calizas arrecifales generalmente de pequeña extensión, a los que se ciñe este estudio.

EL ÁREA KÁRSTICA

Dentro de la cadena del Ganekogorta existen una serie de barras calcáreas pertenecientes al Urganiano, de reducida extensión y potencia, que abarcan en total una extensión del orden de los 3 km². (MAEZTU, 1992,1993,1995,1997). Estas barras se disponen longitudinalmente a las principales estructuras de la zona, con una orientación predominante NW-SE, siendo la característica fundamental su carácter de barra, ya que su dimensión longitudinal prima frente a su escasa anchura, que oscila entre los 100 y los 600 m, mientras que su longitud llega a ser a veces de 4 km. Sin lugar a dudas constituyen una prolongación de las barras calcáreas que nos encontramos al NW, en torno a los montes de Triano (Galdames), aunque en esta zona el karst está mucho más desarrollado, hecho que ponemos en relación con una mayor dimensión de las barras y por la presencia de sulfuros metálicos que han acelerado los procesos de karstificación. En cualquier caso, a pesar de las diferencias litológicas con el material detrítico encajante, las zonas kársticas no quedan diferenciadas, sino que la continuidad topográfica general descendente de la cadena hacia la depresión de Llodio no es alterada por estas barras, que incluso en algunas ocasiones llegan a quedar en depresión respecto a las areniscas encajantes (término de Lusurbeylanda). De esta forma, el aspecto general del área kárstica se corresponde con áreas de fuerte pendiente, cuyas características fundamentales van a venir marcadas por la existencia o no de lapiaz, ya que en los terrenos cubiertos por abundante vegetación no hay diferencia topográfica visible entre ambos substratos.

EL MARCO GEOLÓGICO

Nuestra área de estudio queda limitada entre la cumbre del Ganekogorta y la población alavesa de Llodio-Laudio, tomando como límites laterales puramente referenciales los valles de vertiente cantábrica del Izalde y del Nervión. Esta zona aparece reflejada en los mapas del IGME de Bilbao (61) y Landaco (86). Dentro del estudio de los materiales del Complejo Urganiano, esta zona pertenece a lo que se ha denominado plataforma terrígena del Ganekogorta. Esta plataforma se corresponde a un conjunto de facies mayoritariamente terrígenas, previas a la aparición del primer episodio generalizado de calizas con rudistas. Entre los niveles terrígenos se encuentran intercalados dos niveles carbonatados discontinuos (Bedouliense Sup. y Gargasiense). La distribución de las 4 litologías principales (conglomerados, areniscas, lutitas y margas y calizas) sugiere una polaridad de decrecimiento de la influencia terrígena de sur a norte y de oeste a este, definiendo ambientes de transición, plataforma terrígena y esporádicamente plataforma carbonatada (OLIVE et al., 1990).

Estratigrafía

Las calizas existentes en esta zona (PERCONIG y ORTIZ RAMOS, 1975) quedan englobadas como pertenecientes al Aptiense Inferior (Bedouliense), en las que destacan claramente las secciones de Toucasia, por lo que se emplea el término de "caliza de Toucasia" para definir a estas barras. En la misma zona (OLIVE y RAMIREZ DEL POZO, 1978), clasifican a la parte de estas barras que quedan integradas en la hoja de Landaco (86), como pertenecientes al Aptiense Inferior en zona de tránsito entre el Bedouliense y el Gargasiense.

La otra zona (barras de Llodio y la Ventilla) queda encuadrada en el Gargasiense Superior. La potencia y anchura de estas barras es menor, quedan encuadradas en una unidad denominada (U4.

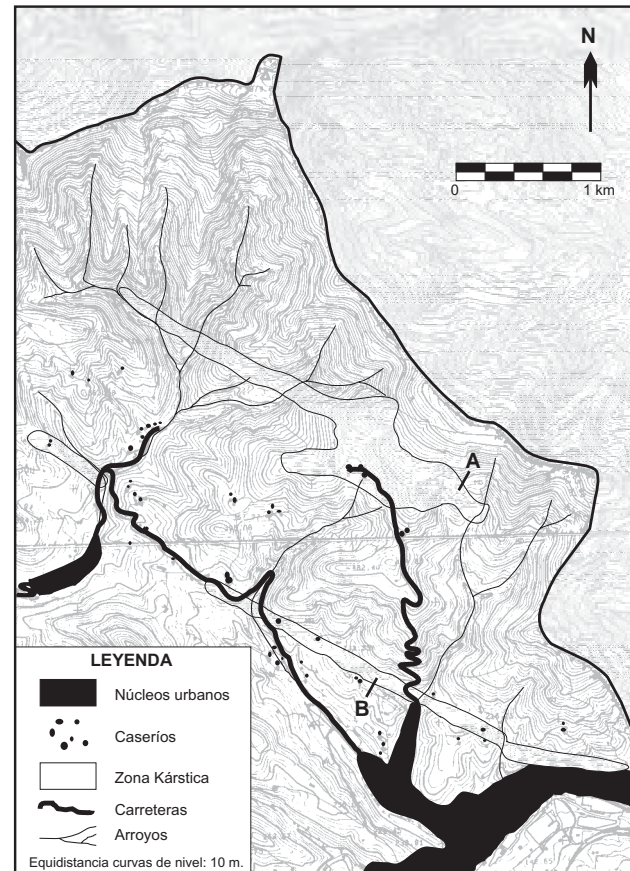


Figura 2.- Localización áreas kársticas

calizas de rudistas), en las cuales se llegan a distinguir hasta 6 facies diferentes. Los materiales encajantes entre los que se sitúan estas barras se van a distinguir en oposición a las zonas calizas por su carácter generalmente azoico. Se trata de areniscas, margas y areniscas calcáreas, dentro de las cuales se puede distinguir entre aquellas pertenecientes a la Facies Purbeck-Weald, situadas al norte del área kárstica hasta el Ganekogorta y las pertenecientes al Complejo Urganiano, intercaladas entre las áreas kársticas.

Tectónica

A grandes rasgos la tectónica local de las zonas kársticas va a venir marcada por tres elementos principales: pliegues, fallas y diaclasas, los cuales van a tener importantes consecuencias en la

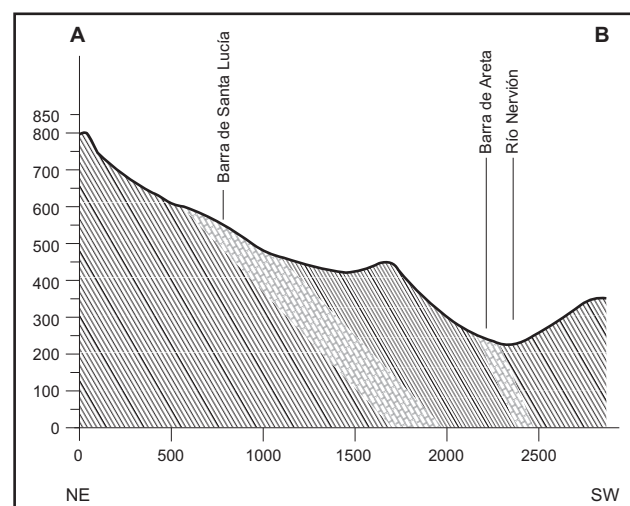


Figura 3.- Corte topográfico con la localización de las barras calizas.

karstificación y en las características geomorfológicas de la zona. A pesar de las deformaciones existentes anteriormente, hemos de considerar a la orogenia alpina post-luteciense, como la responsable de los principales accidentes geológicos existentes en esta zona:

Pliegues

Uno de los principales accidentes geológicos existentes en toda la zona y que va a marcar el acusado buzamiento de los estratos es un importante anticlinal (Anticlinal de Miravalles), terminación occidental del Anticlinorio Vizcaíno, cuyo eje de dirección NW-SE se prolonga desde la Arboleda hasta Miravalles. Las diferentes capas se han plegado en la dirección normal a la del empuje, fracturándose según esta dirección (fracturas longitudinales). Estas capas van a dirigir las principales estructuras, para posteriormente surgir toda una serie de fracturas perpendiculares (PERCONIG y ORTIZ RAMOS, 1975). El eje de este anticlinal atraviesa nuestra zona cerca de la cumbre del Ganekogorta con dirección W-NW-E-SE, para cambiar posteriormente su dirección a la general NW-SE, afectando de forma decisiva a los materiales existentes, imprimiéndoles un fuerte buzamiento hacia el S.W, con valores que oscilan para las zonas calizas entre los 35° (Santa Lucía-Obikola), hasta los casi 70° en la cantera de Areta. A grandes rasgos la estratificación de la zona descrita va a ser concordante con el relieve, lo que va a redundar en un detrimento de la infiltración y un aumento de la escorrentía (BENAVENTE y SANZ DE GALDEANO, 1989), lo que puede conducir, si lo relacionamos con las grandes pendientes existentes, a una inhibición del proceso kárstico.

Fallas

La peculiar disposición de los materiales carbonatados a modo de lentejones o barras entre otros de carácter detrítico favorece la existencia de fracturas de pequeño tamaño a favor de estas juntas de debilidad. Estas fracturas se van a orientar principalmente de

forma paralela a la dirección del eje del anticlinal citado, aunque existen otras de menor tamaño que se disponen perpendicularmente a esta disposición, teniendo en cuenta que en nuestra zona la dirección que adopta el anticlinal es de tipo W-NW-E-SE. Estas fallas son por lo general de funcionamiento normal y se encuentran bastante espaciadas. Van a ser responsables de pequeños escarpes tectónicos (Kurciaga) y van a modificar o dirigir el curso de pequeños cursos superficiales (fondos de valles), aunque normalmente son los límites que marcan la transición hacia materiales de diferente competencia. En el caso de la barra de Areta son responsables de un desplazamiento hacia el sur de la parte E de la barra, modificando el curso del Nervión. Las fallas tienen escasa importancia en la karstificación, ya que normalmente se localizan en los bordes de las barras calcáreas. Llegan a tener una longitud total considerable (hasta 8 km), prolongándose bastante más allá de la zona de estudio sin que tengan una importancia real en el paisaje.

Diaclasas

En primer lugar hay que destacar que las tres áreas kársticas que se señalan se encuentran muy poco fracturadas. Evidentemente esto puede sonar a contradicción, ya que la caliza urgoniana es un material duro, bastante competente y con un dominio plástico bajo, características que le hacen ser muy susceptible a la fracturación. En el caso en que nos encontramos hay que tener en cuenta que la posición de las áreas kársticas dentro de un material encajante menos competente (areniscas y margas), provoca un amortiguamiento de las tensiones en la zona calcárea, de tal forma que la fracturación es muy poco evidente, apareciendo una roca muy compacta y con un escaso diaclasado (esta observación puede ser corroborada a simple vista viendo la enorme plancha caliza de la cantera Nafarrondo de Orozko desde la A-68, continuación en territorio vizcaíno de la barra de Areta, en la que se puede observar la escasa fracturación de la barra calcárea). A pesar de esta carac-



Lapiaz de evolución sub-edáfica en las cercanías de Santa Lucía

terística, que va a suponer un importantísimo “handicap” para la karstificación, se pueden observar algunas direcciones de las diaclasas existentes.

En las Zonas de Areta y la Ventilla: La dirección de la fracturación es concordante con la dirección general de estas barras. Se observa un único sistema de dirección 120-135° E, -paralelo a la orientación general de las barras. En la Zona de Santa Lucía Existe una fracturación más importante que en las otras zonas, quizás debido a la mayor anchura y entidad de esta barra. Junto a la dirección antes reseñada, que varía entre 120 y 135° E, se observa un sistema transversal a éste, de mayor importancia, de dirección 30° N. En cualquier caso, el espaciado de la fracturación es de métrico a decamétrico, siendo más abundante en la zona de Obikola y Kurciaga.

GEOMORFOLOGÍA DEL KARST

Ciñéndonos propiamente al estudio del karst y tras distinguir la existencia de tres áreas con un marcado carácter de barra, aisladas entre sí, podemos reseñar una serie de características comunes a ellas:

Elevadas pendientes

Los valores medios de la pendiente se sitúan en la mayor parte de la superficie por encima del 30%, lo que provoca que la escorrentía sea muy rápida y la infiltración escasa.

Concordancia entre la estructura geológica y el relieve

Los materiales buzan en el mismo sentido de la topografía de fuerte pendiente, lo que va a favorecer nuevamente la escorrentía, reduciendo la infiltración y con ello el proceso kárstico.

Existencia de una fracturación muy poco densa

Este factor es de vital importancia para la karstificación, que se ve muy limitada por ello. La roca adquiere así un carácter compacto, en el cual el agua se desliza sobre ella, sin apenas penetrar en su interior.

Junto a estas características negativas a la karstificación podemos citar otras dos favorables a este proceso:

La roca

La caliza urgoniana de la zona es de una calidad extraordinaria. Su riqueza en carbonato es muy elevada, del orden del 95%, con escasos residuos insolubles y con muestras evidentes de la existencia de óxidos de hierro que se pueden considerar como aceleradores del proceso de disolución. Son calizas microcristalinas (intrasparitas), biogénicas masivas y duras (OLIVE y RAMIREZ DEL POZO, 1978). Aparecen como fósiles típicos, gasterópodos, radiolas de equinodermos, restos de moluscos, corales y algas.

Balance hídrico favorable

Con una precipitación del orden de los 1500 mm y una evapotranspiración real media, en torno a los 500 mm (vegetación de pinos y pastos), en teoría existe agua disponible para la circulación por el karst a lo largo de todo el año.

Estas características nos llevan a señalar que el karst que nos encontramos es de tipo superficial o, utilizando clasificaciones generales, un fluviokarst (SWEETING, 1972) poco desarrollado en el cual, dependiendo de las precipitaciones nos encontramos con ríos de caudal variable que atraviesan sin apenas pérdidas las planchas calizas, pudiendo formar pequeños cañones, estando la karstificación reducida a aquellos puntos donde existe una mayor fracturación, factor que controla totalmente el desarrollo del karst. Junto a la erosión propiamente kárstica existe otra de origen fluvial (importante erosión regresiva por retroceso de cabecera), que en algunos casos va a interferir o asociarse con el desarrollo kárstico,



Lapiaz de diaclasas

originando formas donde se pueden reconocer los dos tipos de acciones.

Formas exokársticas

Debido a las características citadas anteriormente se puede suponer que las formas que se desarrollan son escasas y limitadas, aunque se pueden distinguir:

Dolinas

Forma típica de absorción que se va a ver limitada por las elevadas pendientes y la escasa fracturación. Su aparición se relaciona con los lugares donde la pendiente se reduce. En las barras de Areta y la Ventilla se han localizado 5 dolinas de dimensiones reducidas (la mayor 8 m diámetro). La forma es embudiforme, aunque en algunos casos debido a arrastres de agua se encuentran parcialmente colmatadas de barro. En la zona de Santa Lucía hemos localizado en torno a 10 dolinas. A diferencia de los grupos anteriores, donde aparecen aisladas, en esta zona suelen aparecer relacionadas entre sí o asociadas a diaclasas, lo que influye en una forma alargada en el sentido de esta fracturación. Sus diámetros medios oscilan entre los 4 y los 8 metros. Su forma es preferentemente embudiforme, con ponors, sin llegar a ser ninguna de ellas penetrable.

El lapiaz

Se trata de la forma de absorción más importante. Podemos distinguir dos tipos: lapiaz cubierto y lapiaz desnudo. Por lapiaz cubierto entendemos toda aquella superficie de roca calcárea que se encuentra cubierta por un sustrato edáfico. Debido a los cambios antrópicos en la vegetación y a las elevadas pendientes, se está produciendo el afloramiento del sustrato calcáreo, existiendo un lapiaz semi-cubierto con muestras evidentes de evolución edáfica, sobre el cual se está produciendo una nueva karstificación superficial en el tiempo que

lleva descubierto. El tipo de lapiaz existente en aquellas rocas aflorantes que quedan en relieve sobre el suelo se clasifica como Rillenkarrén con pequeñas Kamenitzas de disolución. Junto a este tipo, en los lugares donde aparece la plancha caliza, nos encontramos según inclinación desde roundkarrén a rinnenkarrén.

Por lapiaz desnudo vamos a entender aquellas superficies totalmente desprovistas de cubierta edáfica. Su extensión es más limitada que la anterior, aparece sobre todo al norte de Santa Lucía en la zona de Kurciaga y por las cercanías de Ugalde. Nos encontramos con la típica superficie caliza agreste y desnuda en la cual tiene gran influencia la estratificación sub-vertical que va a acentuar el carácter agreste de esta lapiaz. Si a este factor le añadimos la existencia en esta zona de una fracturación más importante, no es raro encontrarnos con pequeñas agujas inclinadas muy llamativas que conforman pináculos de gran vistosidad y que bien podemos definir como lapiaz gigante, al que podemos considerar de tipo kluftkarrén, en el cual la disolución y la infiltración se realiza preferentemente a favor de los planos de estratificación, originándose pequeñas grietas entre estas juntas de debilidad, que permiten la absorción directa de agua pero no el paso del explorador (al menos no lo hemos encontrado) al interior del karst.

Formas fluviokársticas

Debido a la existencia de varios cursos aéreos funcionales según precipitaciones que atraviesan el karst, nos vamos a encontrar con una serie de formas y procesos particulares en los cuales se conjugan disolución superficial y erosión.

Gargantas

Quizá estos nombres puedan parecer exagerados, ya que las dimensiones del fenómeno al que hacemos referencia son muy reducidas y los términos empleados nos hacen recordar otros grandes ca-

ñones kársticos. A pesar de la diferencia de tamaño la morfología es similar, por lo que podemos hablar de la existencia de un pequeño cañón al E de la barra de Santa Lucía, que circula entre la caliza bastante encajonado durante unos 100 m, con una profundidad variable entre 15-20 m, abierto gracias a una fractura de dirección 30° N, en el cual se dan una serie de fenómenos típicos de erosión fluvial (marmitas de gigante, erosión lineal), junto con otros propiamente kársticos (aparición y desaparición del agua, pequeñas surgencias en el cauce, disolución superficial del lecho y las paredes, formación de pequeñas tobas en algunos lugares, etc.). Este cañón desaparece cuando nos adentramos en las areniscas, abriéndose en un perfil de V y regularizándose su altura y pendiente.

Valles secos

Realmente es difícil hablar de verdaderos valles secos en nuestro caso. Si nos encontramos con fondos de valle secos estos son activos cuando existen precipitaciones. Es por ello que debemos considerar a los cursos existentes como arroyos o torrentes de montaña, dependientes de las condiciones meteorológicas, los cuales tienen un rápido desagüe por las pendientes existentes y una elevada capacidad erosiva. Estos arroyos se disponen generalmente paralelos a las líneas de máxima pendiente, cortando transversalmente a las barras calizas y al material encajante sin que existan rupturas de pendiente netas, actuando como agente de transporte entre unas zonas y otras, de tal forma que son numerosos los cantos de arenisca visibles a lo largo de estos arroyos, en los cuales se produce un juego continuo de aparición y desaparición del agua en torno a pequeños pasajes, generalmente colmatados por cantos de arenisca procedentes de zonas superiores y no susceptibles de disolución.

Valles ciegos

Se trata de la forma fluviokárstica más importante a nuestro juicio, ya que podemos decir que es la forma que permite más penetra-



Sistemas de Obikola

ción hídrica al interior del karst. También estos valles ciegos van a ser por ahora la única forma accesible para el explorador al interior del karst. Básicamente podemos hablar de dos valles ciegos: el de Leizaga en la barra de Areta y el de Obikola al NE de la ermita de Santa Lucía, siendo los dos de similares características, aunque mucho más importante en tamaño e importancia el de Obikola.

Se trata de arroyos procedentes de sustratos de arenisca que al llegar a la superficie caliza desaparecen en su interior. Finalizan en sendos sumideros totalmente colmatados por cantos de caliza, arenisca y otros materiales de tipo detrítico que permiten la infiltración del agua al interior del karst. Creemos que el agua sigue en principio la misma dirección que los cursos exteriores, reapareciendo unas decenas de metros más abajo, aunque en el caso de Obikola existe una cavidad de relativa importancia situada en una posición lateral al actual sumidero, por la cual se efectuó el drenaje del arroyo.

Formas endokársticas

Lo primero que hay que destacar es la escasez de este tipo de formas por los factores citados, aunque también es cierto que no se ha realizado una batida en profundidad de toda la zona, debido a la imposibilidad física de su realización. Por ello nuestra búsqueda se ha basado en el análisis de la foto aérea y la encuesta a lugareños y conocedores de la zona. Es por ello que tanto el número de cavidades como la clasificación presentada puede variar en función de nuevos descubrimientos posteriores. En las tres áreas kársticas citadas aparecen un total de 13 cavidades. Consideramos 5 cavidades de pequeño tamaño aisladas y un conjunto o grupo (Obikola) con 8 cavidades, 7 de ellas pequeñas y una de mayor importancia. De esta forma se puede establecer una densidad teórica media de 4,3 cavidades por Km².

Tres de las cavidades aisladas mencionadas se abren en la barra o área kárstica que denominamos de Areta. El grupo de Obikola se encuentra en el área de Santa Lucía, al igual que las otras dos cavidades pequeñas aisladas.

Zona de Areta

En esta barra calcárea nos encontramos con 3 cavidades de similares características. Se trata de las cavidades de la cantera de Larrabe, el sumidero de Leizaga y la cueva de Leizaga. En el área kárstica de la Ventilla no se ha encontrado cavidad alguna. Estas cavidades son de pequeño tamaño (inferiores a 6 m de desarrollo). Se trata de cavidades unidireccionales, abiertas en el sentido de la fracturación existente, con direcciones 110-120°. Podemos considerar a estas cavidades con un origen totalmente tectónico, produciéndose posteriormente una disolución en el sentido de la fracturación, existiendo después procesos de sedimentación y colmatación.

La morfología interna de estas cavidades es simple, no se observan huellas de circulación hídrica. Abiertas a favor de diaclasas y en algún caso con influencia de los planos de estratificación (Cueva de la Cantera de Larrabe), se encuentran en ellas diversos tipos de depósitos, principalmente detríticos, de matriz arcillosa y arenosa, existiendo en aquellos lugares donde se han producido arrastres numerosos cantos de arenisca (Sumidero de Leizaga) que colmatan totalmente la galería. Los depósitos clásticos son de escaso tamaño e importancia. Son normalmente cantos de tamaño centimétrico a decamétrico (cueva de la cantera de Larrabe). Los depósitos litogénicos son también de escasa importancia, siendo generalmente coladas parietales que ocasionalmente pueden formar alguna forma de reconstrucción, apareciendo en conjunto muy deshidratadas, sin que sean activas en la actualidad.

En cuanto a la funcionalidad hídrica podemos considerar solamente activo al sumidero de Leizaga, que funciona como sumidero eventual, desapareciendo el agua del arroyo Leizaga entre los cantos sin que la progresión sea posible a los 4 metros. Este sumidero no es puntual, sino que existen pérdidas que reducen el cau-

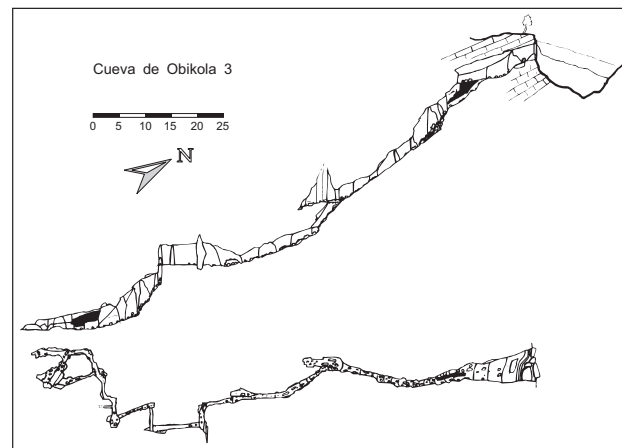


Figura 4.- Topografía de la Cueva de Obikola 3

dal en las cercanías del mismo, de tal forma que con poco caudal el agua no circula por él.

Barra de Santa Lucía-Ugalde

En esta zona nos vamos a encontrar por una parte dos cavidades aisladas de tipo simple (Reketa y Bolingitxi), situadas cerca del arroyo Ugalde en Okondo, las cuales tienen unas características similares a las anteriores, si bien Reketa es un antiguo sumidero del Arroyo de Ugalde que ahora circula exteriormente (25 m desarrollo) y Bolingitxi es una pequeña cavidad con circulación hídrica actual, que tras las riadas del 83, sufrió un importante taponamiento de barro, de tal forma que actualmente apenas se puede ver el agua correr, aunque se oye muy cercana. Antes de las riadas era utilizada para regar en verano un campo cercano. Su desarrollo no supera los 8 metros. Por otro lado nos encontramos con un conjunto de cavidades cercanas entre sí que se encuentran relacionadas con la entrada y salida de aguas en torno al valle ciego de Obikola. Dentro de este sistema podemos considerar dos tipos de cavidades:

Las cavidades simples: A este tipo pertenecen 7 de las cavidades localizadas. Se trata de cavidades de escaso desarrollo, unidireccionales, muy similares en origen a las descritas para el área kárstica de Areta. En ellas la fracturación es la que dirige su dirección, siendo el sistema N-30, quien las controla estructuralmente. A diferencia de las anteriores nos encontramos con que 5 de ellas tienen una funcionalidad hídrica eventual, a juzgar por sus formas y depósitos, pudiendo distinguir 3 sumideros y 2 que funcionan como pequeñas surgencias.

Las que funcionan como sumideros son las cavidades de Obikola 5, 6 y 8, siendo la más importante en desarrollo la 6, con un recorrido de unos 30 m, de carácter longitudinal, conectada junto al propio sumidero por varias bocas abiertas en su parte superior. En cuanto a Obikola 8 destacar que no es más que una dolina embudiforme con un pequeño conducto unidireccional de 3 m en su base, totalmente colmatada por depósitos.

Las que funcionan como surgencias (Obikola 4 y Obikola 7) presentan algunas diferencias. Obikola 4 es una surgencia probablemente inactiva de muy pequeño tamaño cuya funcionalidad sólo existe en casos de grandes avenidas, emitiendo en cualquier caso poco caudal. Obikola 7 es una resurgencia, en la cual sale de nuevo al exterior el agua sumida en los sumideros de Obikola 5 y 6. Está situada a una distancia no superior a los 50 m de los puntos de pérdida, presentando la originalidad de tener un pequeño meandro lateral por donde sale el caudal, encontrándonos en ella cantos y depósitos muy similares a los existentes en los sumideros que le alimentan. Evidentemente la funcionalidad de todas ellas depende de las precipitaciones.

Las cavidades complejas: De las 8 cavidades que componen el grupo de Obikola, una de ellas presenta diferencias notables con respecto a las demás, que a pesar de ser única nos sirve para diferenciar una tipología diferente a las cavidades simples.

Se trata de Obikola 3, cavidad sub-horizontal que con un desarrollo de 153 m y un desnivel de 62 se distingue claramente del conjunto de cavidades de la zona. Esta cavidad presenta un desarrollo marcadamente longitudinal, con una inclinación muy elevada, concordante con el valor del buzamiento de la estratificación en la zona (35°). El control de la fracturación es total en las galerías que se disponen ortogonalmente en muchos casos, correspondiendo las tiradas longitudinales al sistema N-30°, siendo los trazados ortogonales a ellas controlados por el sistema 120-135° E, de menor importancia.

Nuevamente nos encontramos con un origen tectónico sobre el que ha existido una disolución y una posterior sedimentación de depósitos, que en este caso son esencialmente detríticos, estando formados por cantos calizos y de arenisca, bastante rodados y con un origen netamente fluvial. Los depósitos clásticos son también importantes y han sufrido arrastre (más bien deslizamiento por la pendiente), son de mayor tamaño y de naturaleza caliza. Los depósitos litógenicos apenas están representados.

En la actualidad esta cavidad no es funcional, o su funcionalidad queda reducida a pequeños goteos procedentes del exterior en épocas de lluvias. Evidentemente el drenaje ha sido mucho más importante en épocas pasadas.

En nuestra opinión se puede hacer una explicación conjunta del funcionamiento y evolución de todo el sistema. En un primer momento el arroyo de Obikola era drenado parcial o totalmente por esta cavidad siendo parte de la escorrentía eliminada superficialmente. La erosión fluvial va a provocar que progresivamente el drenaje subterráneo sea abandonado en favor del superficial. Al horadarse el cauce, se produce una captura de este drenaje, que vuelve a desaparecer por los sumideros de Obikola 5 y 6, para volver a aparecer de nuevo en Obikola 7, desde donde el



Sistema de Obikola

curso sigue siendo aéreo, pudiéndose producir pérdidas en épocas de avenidas a través de Obikola 8. En resumen: nos encontramos con un drenaje que tiende a seguir los cauces exteriores. El agua puede efectuar apariciones y desapariciones bajo tierra, con circulaciones de escasa longitud y generalmente poca profundidad, siendo los factores responsables de este juego la concordancia entre estructura y relieve, junto a una escasa fracturación.

HIDROLOGÍA

Previamente hemos definido a este karst como FLUVIO-KARST. A lo largo de las barras calcáreas nos encontramos con un buen número de arroyos que van a atravesar estas áreas. La influencia de estos arroyos es importante ya que van a tener varios efectos:

- Compartimentación del relieve, creando pequeñas lomas calizas entre dos valles. Estos valles actúan como niveles de base locales y junto a ellos aparecen muchas veces pequeñas fuentes. Junto a la labor de erosión que se produce en estos ríos, erosión que puede llegar a ser importante (desniveles relativos superiores a 150 m/km), el agua va a efectuar paralelamente una labor de disolución del lecho.
- Capturas del drenaje subterráneo en favor de un drenaje superficial. Sin duda el agua encuentra más facilidad para la circulación exterior que para la circulación interior donde la escasez de fracturación se convierte en un factor limitante.

En los ejemplos de cavidades activas que nos hemos encontrado se observa que el drenaje subterráneo se realiza a poca profundidad respecto a la superficie. Este drenaje va a coincidir en todos los casos vistos con el que se realiza en el exterior. El drenaje actual subterráneo lo tenemos que relacionar con el continuo juego de aparición y desaparición del agua.

Sumideros y surgencias

La localización de los sumideros se realiza en el cauce de los arroyos existentes o en aquellos lugares donde existe una pequeña corriente. Su funcionamiento depende de las precipitaciones. Generalmente se encuentran totalmente colmatados. Ello puede ser debido a los arrastres que realizan estos arroyos de zonas superiores aportando cantos de naturaleza silíceas que no son susceptibles de disolución y que bloquean junto a depósitos de barro las entradas (Sumidero Leizaga, Obikola 5, Sumidero de Santa Lucía). Los que son penetrables han dejado de ser funcionales (Obikola 3, Reketa). Para estos sumideros inactivos desconocemos a dónde se realizaba el drenaje, pero suponemos que salía a cauces externos cercanos. Probablemente Obikola se dirigía a Liñopozueta (cabecera Arroyo Inarrondo) y Reketa al Arroyo de Iturreo.

Consideramos surgencia cuando el agua sale de su recorrido subterráneo por primera vez y resurgencia cuando previamente ha circulado por el exterior, se ha sumido y ha vuelto a salir. Este es el tipo más común que nos encontramos. Su localización se realiza cercana a los cauces exteriores (Santa Lucía, Obikola, Liñopozueta). Pensamos que ninguna de ellas es permanente, aunque la de Santa Lucía, al tener un pilón y estar convertida en fuente puede dar agua todo el año. Este tipo de resurgencias pueden ser en algún caso penetrables (Obikola), aunque en la mayoría de los casos son demasiado pequeñas. El otro tipo, las surgencias propiamente dichas, se localizan bien cercanas a los valles de los ríos, aunque no en el cauce sino por encima de ellos, o bien a favor del contacto sur con la arenisca encajante de la barra (Fuente de Marullaga, Fuente entre Leizeaga y Lusurbeylanda, Fuente de La Ventilla). No son penetrables, son pequeños regatos, donde debido a su carácter continuo, se ha producido su acondicionamiento como fuente.

OTROS ASPECTOS GEMORFOLÓGICOS

A pesar de que nuestro estudio se ciñe exclusivamente al karst, pueden existir formas y procesos relacionados o no con el, que no hayan quedado definidos anteriormente. Entre ellos cabe destacar:

Depósitos exteriores ligados al karst

En los arroyos existentes que atraviesan la zona caliza, donde nos encontramos el continuo juego de aparición y desaparición del agua o junto a pequeñas surgencias que existen en estas zonas, nos vamos a encontrar con pequeños depósitos de tobas y travertinos. Estos depósitos son de muy poca importancia, parecen de formación bastante reciente y probablemente su desarrollo viene condicionado a la existencia de crecidas violentas que destruyen el depósito formado por un flujo relajado del agua. El desarrollo y tamaño de las tobas que encontramos es verdaderamente poco significativo y pueden indicar un agua sobresaturada en carbonatos, por lo que suponemos que este agua apenas ha disuelto en el interior del karst, factor que se puede relacionar con la escasa karstificación existente.

Procesos de vertiente

Las elevadas pendientes y la abundante precipitación facilitan procesos de este tipo, entre los que cabe destacar:

- Existencia de pequeños lóbulos de deslizamiento o "argayos", (barrio de Isusi, Leizaga, Ugalde), donde se produce una remoción del suelo que es rápidamente transportado por los agentes erosivos.
- Deslizamiento del suelo en el sentido de la pendiente, hecho que queda de manifiesto por curvatura en árboles y postes.

Como veremos, este tipo de procesos ha de relacionarse frecuentemente con la acción humana (GARCIA CODRON, 1985). Preguntando a un lugareño que trabajaba en un prado gravemente afectado por estos deslizamientos sobre la vegetación anterior y el tiempo que llevaba ese prado sin cubierta forestal, descubrimos la rapidez con la que pueden ocurrir estos procesos. Sesenta años después de talar el castañar que se sustentaba sobre el prado, alrededor de un 10 por ciento de la tierra del prado ha desaparecido, la roca desnuda aparece y en esos puntos empieza a producirse una karstificación superficial de la roca.

Dinámica fluvial

Junto a la labor de erosión remontante fluvial ya señalada hay que destacar que estos pequeños arroyos pueden tener también importantes acciones erosivas sobre los márgenes, existiendo una continua labor de zapa sobre las orillas, que puede provocar numerosas caídas de árboles sobre estos lechos. También puede destacarse que debido a la presencia de la barra de Areta, el Nervión en esta localidad sufre una desviación hacia el E, para rodearla.

Acción antrópica

Probablemente se trata de la acción actual más importante y también de la más perniciosa. El hombre utiliza el karst y su entorno en función de sus necesidades, produciéndose a veces efectos negativos que en muchos casos pueden evitarse o al menos minimizarse.

Uno de los efectos más llamativos y sin apenas solución es el controvertido tema de las canteras. En la barra de Areta existen dos: la de Larrabe, de escaso tamaño y bastante oculta, por lo que apenas causa impacto visual y la de Areta, mucho mayor, actualmente abandonada al haber prácticamente desalojado la casi totalidad de la anchura de la barra. En la actualidad ha sido restaurada y ataluzada aunque durante muchos años sirvió como depósito de camiones y maquinaria antigua de construcción a la empresa Vitorica. Tras la explotación, que se vio favorecida por que en esta zona la caliza aparece en resalte sobre el Nervión, a la vez que los altos valores de la estratificación favorecían la extracción de piedra (como ocurre

actualmente en la cantera Nafarrondo de Orozko). A pesar de la restauración, la cicatriz sigue patente formando parte del caótico paisaje urbano de Laudio. En un extremo al lado de la cantera los escaladores locales han aprovechado el desnivel existente para utilizarlo como zona de escalada (PERALES, 1991).

Otros aprovechamientos antrópicos del karst quedan demostrados por la existencia de antiguas minas al NE del barrio de Isusi para la extracción de hierro. Su origen data del siglo pasado, conservándose en algún caso restos de los raíles y carretillas. Estas minas pueden originar en el exterior pequeños hundimientos (Mina de Liñopozueta I). Se encuentran excavadas en caliza (Liñopozueta I y II) o en arenisca (Lurgorri). Las minas excavadas en caliza nos han permitido observar por un lado, la escasa fracturación (prácticamente inexistente), y por otro, la existencia de pequeñas estalactitas (5 cm), lo que implica un ritmo de reconstrucción relativo de la calcita de 1 cm por cada aproximadamente 30 años (generalmente este proceso es mucho más rápido en construcciones humanas que en grutas naturales).

Otra de las actividades antrópicas que va a suponer una degradación o transformación del paisaje son aquellas relacionadas con la tala de la vegetación potencial y su sustitución por pinos y prados. Independiente del cambio visual, al deforestar se acelera un proceso de pérdida de suelo, con lo que puede aflorar el sustrato calizo. De esta forma podemos asegurar que el lapiaz cubierto está en retroceso en favor del aumento del lapiaz semicubierto o desnudo. Además de este proceso de aparición de la superficie caliza, los fenómenos de "argayos" y deslizamientos observados pueden tener relación con esta deforestación (GARCIA CODRON, 1985).

La sustitución de las especies originales va a provocar que la capacidad de absorción del suelo se vea reducida. De esta forma las grandes avenidas de agua no se ven tan frenadas como si existiese la vegetación potencial. Ello provoca que se hayan tenido que realizar obras de dragado y acondicionamiento de varios arroyos (Arroyo de Ugalde), que en muchos casos van a permitir el rápido desagüe de la zona, pero al acelerar la corriente, la llegada al colector general (Nervión) puede ser todavía más negativa. Hay suficientes referencias en las inundaciones que ha sufrido Llodio para entender esto.

No debemos olvidar que el hombre es el único responsable de la contaminación existente en varias de las cavidades. Nos encontramos con ganado muerto en la cueva de Leizaga, siendo el sumidero de Leizaga utilizado como vertedero de los caseríos cercanos. En la mayoría de los casos son residuos sólidos que con una limpieza adecuada se pueden eliminar sin mayor problema, pero resulta verdaderamente triste el arrojado de productos químicos a este lugar y al río que en él se sume (nitritos, sacos de abonos químicos, etc.), que pasan directamente al arroyo de Inarondo que atraviesa Llodio y desemboca en el Nervión. En este caso o en actuaciones de este tipo puede darse una contaminación del acuífero cuyas consecuencias son verdaderamente negativas (FERNANDEZ SERRANO y HERRAEZ, 1989).

También es el hombre responsable de los restos de basura de todo tipo esparcidos por los términos de Leizaga y Santa Lucía, que dan un aspecto lamentable a estas áreas kársticas, que probablemente han visto reducido su número de cavidades. Por testimonios orales de gente de Llodio, nos enteramos que varias cavidades fueron utilizadas como escombreras, quedando totalmente rellenas. El paso del tiempo y la vegetación han escondido para siempre estas cavidades que suponemos de pequeño tamaño. Por último, la estructura de poblamiento de la zona en torno al caserío, junto con un paisaje agrario de Bocagge, facilita la utilización de la caliza como elemento de construcción de las casas y de los numerosos muros de piedra que compartimentan el paisaje, por otra parte alguno de estos caseríos aprovecharon varios de los sumideros existentes en sus prados como sistema de evacuación de residuos.

Evidentemente, nos encontramos con un paisaje kárstico muy alterado en función de la antigua presencia humana sobre la zona. La mayoría de los casos son acciones negativas, que con una política e información adecuada pueden evitarse o recuperarse en parte.

CONCLUSIONES

El Karst de Llodio es una pequeña área kárstica al NW de Alava cercana a Llodio cuyas características pueden resumirse en el siguiente cuadro

Extensión Area Kárstica	3 km ²
Morfoestructura:	Flanco Anticlinal (Anticlinal de Miravalles)
Forma y Orientación	Barras alargadas NW-SE
Pendientes	Altas (>20 %)
Piso /Facies	Bedouliense-Gargasiense / Urganiano
Dirección Fracturas	NNW/ESE
Buzamiento	35-70° SSW
Potencia Máxima	100 m
Forma Dominante Exokarst	Laderas con lapiaz
Formas Peculiares	Lapiaz de Pináculos, Ríos y sumideros
Tipo cavidades dominante	Tectónicas de pequeño tamaño
Nº de cavidades	11
Cavidad más importate	Cueva de Obikola (153 md /-62 mp)

A pesar de unas precipitaciones importantes y de una roca de excelente calidad la karstificación se ve reducida por la estructura poco favorable con una escasa fracturación y las elevadas pendientes, coincidentes con el buzamiento de tal manera que las infiltraciones subterráneas se ven tarde o temprano capturadas por ríos exteriores, apareciendo formas en relación con la infiltración salida del agua, bien actuales o pretéritas. Es de destacar la presencia de lapiaz en pináculos desarrollado a favor de la estratificación subvertical, así como de pequeñas gargantas donde encontramos depósitos tobáceos de poca importancia.

La cavidad más importante es la cueva de Obikola, un antiguo sumidero que alcanza los 62 m p., un antiguo sumidero. Las otras cavidades encontradas son de poca importancia.

Debido a la saturación espacial de la zona con una elevada densidad de población la zona se encuentra muy alterada, con cante-ras, desechos, y vertidos de diferente tipo a las cavidades.

AGRADECIMIENTOS

A todos los miembros del GEA que me acompañaron en las diferentes excursiones, especialmente Carlos González por sus fotografías y Felix Alangua por las topografías del complejo de Obikola. A Enrique de Yrazu y Carlos Ruiz por acompañarme a subir y bajar cuevas.

BIBLIOGRAFÍA

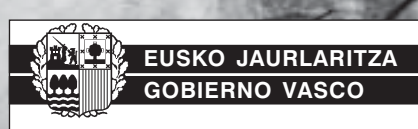
- BENAVENTE, J. y SANZ DE GALDEANO, C.(1989): Condicionamientos estructurales del karst. Monografía nº 4 S.E.G. Duran Valsero-López Martínez Ed. Madrid. pp 65-71.
- FERNANDEZ SERRANO, M.E. y HERRAEZ, I.(1989): Problemática medioambiental ligada al karst en España. Monografía nº 4 S.E.G. Durán Valsero-López Martínez Ed. Madrid. pp 403-413.
- GARCIA CODRON, J.C.(1985): Dinámica de vertientes en cantabria oriental ¿Catastrofes naturales o procesos antrópicos?. Cuadernos de investigación geografica nº 12. pp 65-74.
- HAZERA, J.(1968): La région de Bilbao et son arrière-pays. Etude geomorphologique. Munibe 1-4. S.Sebastian. pp 358.
- MAEZTU, J.J. (1992): Características de los karst arrecifales de la provincia de Alava (Euskadi, España) presentación de los problemas. Proceedings of the European Conference on Speleology (Helecine, Belgium, 1992). Volume 2 Phisical speleology and karstology pp 135-138.
- MAEZTU, J.J. (1993): Zonas kársticas de Alava. País Vasco. Karaitza nº2, U.E.V./E.E.L. San sebastian-Donostia.pp 27-34.
- MAEZTU, J.J. (1995): Alteraciones antrópicas en los karsts septentrionales de la provincia de Alava. El caso del SE. de Gorbea. Lurralde nº San Sebastian-Donostia.
- MAEZTU, J.J. (1997) Cuadros resumen del karst en Alava. Revista Karaitza nº 6 pp 1-8 UEV, Vitoria 1997.
- OLIVÉ DAVO, A. y RAMIREZ DEL POZO, J(1978): Memoria hoja 87 (Elorrio), Mapa geológico de España 1:50.000 .IGME. Madrid.
- PERALES, V. (1991): Guía de escalada en Araba. Sua Ed. Bilbao.
- PERCONIG, E. y ORTIZ RAMOS, A.(1975): Memoria hoja 61 (Bilbao) Mapa geologico España 1:50.000. IGME. Madrid.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971): Síntesis geológica de la provincia de Alava. Caja de Ahorros de Vitoria. Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J. y OLIVÉ, A. (1978): Memoria hoja 86 (Landaco) Mapa geológico de España 1:50.000. IGME. Madrid.
- RAT, P.(1959): Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne). Publications Univ. Dijon.
- RUIZ URRESTARAZU, E. y GALDOS, R.(1983): Montes y Valles. Enciclopedia "Alava en sus manos". Caja Provincial Alava. Vitoria. pp 41-72.
- SWEETING, M.M.(1972): Karst landforms. Macmillan University Press. Oxford.



EUSKAL
ESPELEOLOGOEN
ELKARGOA
UNIÓN DE
ESPELEÓLOGOS
VASCOS
UNION DE
SPELEOLOGUES
BASQUES



((112))
SOS DEIAK



HERRIZANGO SAILA
Herrizaingo Sailordetza
Larrialdiei Aurregiteko Zuzendaritza
DEPARTAMENTO DE INTERIOR
Viceconsejería de Interior
Dirección de Atención de Emergencias

ATRAPADO EN UNA CAVIDAD LO TIENES TODO EN CONTRA

ALGUNOS CONSEJOS ÚTILES

<p>NO VAYAS SOLO El equipo ideal está formado por tres personas. Si una se accidenta, otra se puede quedar con él mientras el tercero sale a buscar ayuda.</p>	<p>AVISA DONDE VAS De esta manera el grupo de rescate sabrá donde buscarte. Avisa también a qué hora esperas volver.</p>	<p>REVISA TU EQUIPO Usa el frontal eléctrico u otro sistema a prueba de agua. Desconfía de las linternas de mano. Lleva pilas de repuesto.</p>	<p>ATENCIÓN AL TIEMPO No entres con lluvia. Las crecidas en una cavidad son torrenciales. Aunque el agua no te arrastre, puedes quedar atrapado.</p>
---	---	---	---

RECUERDA:
En emergencias avisa al
112
SOS DEIAK

ACTIVIDADES EFECTUADAS POR LA UEV (2000)

Aloña Mendi Espeleologia Taldea

Bi milagarren urte honetako gai garrantzitsuenaren Arrikruzeko koba turistikoaren jarraipen eta laguntza lanak egitea izan da. Bestalde, betiko lanari ekinez, guneko alde ezberdinak birbegiratzeari eta prospektatzeari heldu diogu, hainbat hitzaldi, konferentzia eta jardunalditan parte hartu dugu eta inguruko taldeekin harremanak sendotzeko hainbat ekitaldi ospatu ditugu. Honetaz guztiaz gain, Kubara bidai bat egiteko parada izan dugu, eta esperientzia mundiala izan da.

Arrikruz-Gesaltza-Arantzazu aldea.

Arrikruzeko proiektu turistikoari dagokionez honako lanok egin ditugu: Arrikruzeko Proiektu Turistikoaren Jarraipen Batzordean izan gara. 53 Galeriarako sarrera tunelaren irekierako batzorde teknikoan parte hartu dugu. “*Descripción literal y gráfica de los elementos karsticos del interior de la galería 53 y de los elementos exokarsticos de la vaguada de Arrikruz*” txostena egin dugu. “*Recopilación documental Espeleológica de Arrikruz*” lanaren iruzkin kritikoa.

Bestalde, Arrikruzen egiteke zeuden bi eskalada burutu ditugu eta metro gutxi batzuk aurreratu ditugu. Koba honetara ere joan behar izan dugu Urtarrilean, bertan harrapatu geratu ziren lagun batzuk ateratzera.

Gesaltzara joan gara taldeko kide berrientzat praktikak antolatuta.

Iritegiko urbegitik eta Arrolako urbegirainoko tartea prospektatu dugu, karst estaliaren hainbat adibide aurkituz.

Okola aldean hiruzpalau irteera egin dira, koba berri bat esploratu dugu eta beste hiru katalogatu. Moxal koba (Arantzazu) esploratu, katalogatu eta topografiatu dugu. Arantzazuko Karstaren lanerako hainbat kanpo irteera egin dira.

Deguria-Orkatzategi aldea.

Aurten alde honetan egitea pentsatua genuen lanak ia ezerezean geratu dira. Hainbat kanpo irteeretan bertako baserriak eta abeltzainekin hitz eginez toponimia ugari bildu izan ahal dugu.

Aloña aldea.

Hurrengo arituko garen aldea da Aloña aldea. Aurten alde honetako barrunbe batzuk berriz aztertuko ditugu.

Urbia-Aizkorri-Aratz aldea.

Aratz inguruetako aldea miatu dugu. Aizkorri aldean hainbat prospekzio egin dira.

Beste aktibitate batzuk.

AMETen aritu ziren hainbat espeleologo ohiekin elkarrizketak mantendu ditugu gure historia idazteko.

Deba Goieneko taldeen arteko harremanak hobetzeko, azken urteotan egiten dugun legez, irteera bat antolatu dute Besaide taldekoek Aixa kobara.

Gipuzkoako beste espeleologia talde berri baten sorkuntzarako hainbat bilkuretan parte hartu dugu. Talde berria Felix Ugarte Elkartea (FUE) deitzen da, gure maisu eta fundatzaile izan zenaren omenez.

Karaitza bederatzigarren zenbakian “*La utilización de las Cavidades en las actividades tradicionales de Euskal Herria*” argitaratu zen FUE-ko hainbat kideekin elkarlanean.

Aste Santuan Kubara bidai interesgarri bat antolatu dugu AMET eta Besaide taldeen artean. Turistentzako prestatutako kobak ikusi ditugu eta arduradunekin informazio trukatu. Hala ere, koba hauetan baimena genuen gure argiak eta ekipoekin, turistentzako itxita dauden galeriak ikusteko, eta halaxe egin dugu, aukera paregabea. Esan behar da ere, hango koba batzuk, nahiz eta bisitatu antolatu, ez dutela esplotazio gogorak, hau da, ez dago inolako

azpiegitararik, ezta argitazpen sistemarik ere, eta turistak meatzarien argiekin sartzen dira kobetara, koba bere horretan ikusten dute eta kobak ez du kalte handirik jasaten.

Turismo gunetatik urrutiko kobak ere bisitatu ditugu. Pinar del Rión dagoen Escuela Nacional de Espeleología-n egon gara eta han, Santo Tomás, Majaguas - Cantera, Cueva Grande kobazuloetan aritu gara. Hango basoa eta inguru karstikoa ezagutzeko mendi ibilaldi izugarri politak eta aberatsak izan ditugu, Eskolako gidak lagunduta.

Santa Catalina eta Belamar koba turistikoetan bisitariak joaten ez diren aldeak ere ikusi ditugu. Koba hauetan parke naturaleko geologoei ibili gara eta han ikusitako eta entzundakoa benetan interesgarria izan da.

Varaderon ere natur ibilbide bat egin dugu, biologo baten laguntzaz, bertako flora eta faunaren ezaugarri bitxiak ezagutzeko.

Mairulegorretan, Euskal Espeleologoen Elkargoak antolatutako Espeleosorosten jardunaldietan izan gara.

SEDECK-ek (Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst) antolatutako jardunaldietan izan gara irailean Lizarran.

Urtarrilean Rondan antolatu duten Lehen Espeleologia Kongresu Andaluzean izan gara. Huididero-Gato sistema bisitatu dugu eta baita txosten aurkezpenen parte hartu ere. “*Estudio Climático de la Galería 53 de la cueva de Arrikruz. Sistema Arrikruz-Gesaltza-Jaturabe*” txostena aurkeztu dugu.

Asociación Deportiva Espeleológica Sagusaharrak (ADES)

La actividad en el 2000 ha variado con respecto a los últimos años. Los trabajos en la zona de Busturialdea y Lea-Artibai han vuelto a ocupar el protagonismo que habían cedido a los trabajos en Miera. La “culpa” de ello lo ha tenido el redescubrimiento de unas cavidades que nos han hecho concebir esperanzas de poder realizar interesantes exploraciones en este lugar.

Una revisión de la cueva de Abita (Amoroto) nos ha permitido – por el momento – aumentar la espeleometría de la cavidad de los 600 metros que contaba, hasta los 2000, además de estar obteniendo una importante información acerca del karst sobre el que se abre; la sima de Andra Mari II (Ereño), con una desobstrucción en curso, con continua corriente de aire; la cueva de Argatxa (Arteaga), en la que de 90 metros conocidos, hemos pasado a los 2000 metros de topografía realizada, albergando ya la posibilidad de poder haber descubierto la mayor cavidad de Urdaibai; y la sima de Galarregi (Nabarniz) –que no sabemos como, pero que de nuevo nos encontramos en ella– en la que hemos superado ya el punto final de la anterior exploración, y albergando posibilidades de poder alcanzar algo importante, son las responsables del interés que hemos recobrado por la exploraciones “en casa”.

En Miera (Cantabria), continúan las exploraciones exigentes, y más concretamente en el sistema del Ojancano y el entorno que lo rodea. Aquí, como es lógico, alcanzar resultados espectaculares resulta cada vez más difícil. Después de topografiar 1700 metros de nuevas galerías, cada vez quedan menos incógnitas que explorar, y las que lo vamos haciendo, no nos han deparado demasiadas alegrías. Hasta la fecha, llevamos en la cavidad alcanzados los 9300 metros de topografía. En el exterior se puede decir que estamos “peinando” el terreno a la búsqueda de algún orificio que nos permita acceder desde la parte superior del macizo hasta el interior del Ojancano, pero hasta el momento –a pesar de haber catalogado cerca de 30 nuevas cavidades– éste se resiste a aparecer. Destacar que por fin hemos realizado en el Ojancano la primera prueba con fluorescencia. Por varios motivos elegimos el río San Roque como el más apropiado para ser trazado con este colorante. La información obtenida nos ha dado respuesta a varias de las incógnitas que nos planteaba esta cavidad.

Besaide Espeleología Taldea

Las actividades llevadas a cabo durante este año se han desarrollado en diferentes áreas:

En la **Cueva de Aixa** se han explorado dos incógnitas con escalada que han supuesto varias salidas con resultados negativos, también se ha preparado el conocido como Meandro Viejo con una nueva instalación adecuada para la modalidad de descenso de cañones.

En el macizo de **Gurutzeberri** se han realizado desobstrucciones en la zona conocida como Leizaharra, dando como resultado más de lo mismo, por lo que los trabajos siguen en curso.

En colaboración con AMET se han realizado varias actividades, las más importantes han sido: exploración de incógnitas en la sima de **Mandobide** (Aitzkorri), visita a la cueva de **Aixa** y un interesante viaje a Cuba en el que hemos podido visitar las cuevas más importantes de Varadero (**Santa Catalina, Bellamar**), y de Pinar del Río (**Santo Tomás, Majaguas, Cueva Grande**), también hemos conocido la Escuela de espeleología de Viñales

En actividades conjuntas con miembros de la EEE y EEL hemos participado en las jornadas de Aralar y en el simulacro general de socorro de **Mairuegorreta** (Alava).

Grupo Espeleológico Alavés (G.E.A.)

Como en años anteriores, el G.E.A. ha desarrollado su trabajo en dos áreas principalmente. La Sierra Badaia, ha utilizado la mayoría del año. Tras las jornadas organizadas en Octubre del 99, ha habido un pequeño parón, en cuanto a Badaia se refiere. En Febrero se retomaron los trabajos de prospección sistemática de la Sierra, ya iniciados durante las jornadas. Para ello se eligió la zona de mayor altitud de la sierra, en las proximidades del Alto de Oteros.

La metodología de trabajo se ha seguido durante todo el año con éxito, siendo hasta ahora 42 el número de cavidades localizadas. De estas 42, nueve aún no han sido exploradas, bien porque es necesaria su desobstrucción o bien porque aún no ha habido tiempo para su exploración. Prácticamente todas las cavidades exploradas son de escaso desarrollo y desnivel, y sólo algunas pocas presentan posibilidades de continuación, eso sí con laboriosas desobstrucciones. Hasta el momento no hemos hallado ninguna que prosiga, si bien el área prospectada aún es muy pequeña. La Sierra presenta una gran extensión y las posibilidades son muy grandes.

En mayo, se vuelve a entrar en una de las grandes cavidades de Badaia, la Sima de Santa Agueda. El propósito era explorar y topografiar el sector conocido como la Sala de las escaladas. Se realizaron aproximadamente 300 m de nueva topografía, con el descubrimiento y descenso de un nuevo pozo de 20 m, que cierra sin continuación. Quedan aún en esta sima varias incógnitas.

El Sistema del Hayal de Ponata, ha sido uno de nuestros puntos obligados de trabajo. A comienzos del año, se realizaron varias salidas de entrenamiento por su interior, que fueron aprovechadas para realizar labores de fotografía.

A finales de Julio, se retomaron los trabajos en el Sistema del Hayal de Ponata. Se equipan los pozos de entrada de la SR-7, con el fin de comenzar una corta campaña de exploraciones dirigida a concluir algunas incógnitas pendientes en las galerías situadas a pie de pozos. Se aprovecha para revisar algunas galerías de la zona contigua al sifón. Se topografiaron 300 m nuevos de un meandro denominado, Meandro Gore.

En septiembre, como preparación para la prueba de trazado que se iba a realizar, se instaló el Pozo-23 con dos vías, para evitar el efecto cuello de botella, que podría surgir en este punto. Además, se aprovisionó algunos puntos con carburo.

Como actividad más importante del año, podríamos decir que fue el ensayo de trazado en el Sistema del Hayal de Ponata. En esta actividad, además de espeleólogos del GEA, participaron espeleólogos de otros grupos de la UEV: ADES (Gernika), GAES (Bilbao), FUE (Donostia). Los trabajos se dividieron en dos equi-

pos. Un primer equipo, denominado de apoyo, se encargó de avituallar al equipo de punta, dejando un nido de víveres en la Sala de los Espejos, a 7,5 Km de la boca de entrada. El segundo equipo, actuó en punta y fue el que realizó la inyección del trazador (50 kg de LiCl) en una zona próxima a la 1ª cascada del Río Kobata, a 9 Km de la entrada. El equipo de apoyo entró a la sima 9 horas antes que el segundo, encontrándose ambos equipos justo en el Pozo 23, zona clave del Sistema. Los equipos de apoyo y de punta emplearon 17 y 23 horas respectivamente en realizar su recorrido.

Se han realizado así mismo una serie de actividades culturales deportivas en Gorbeia. En marzo una salida con un club de montaña de Gasteiz, se fue a Mairuegorreta, realizando una clásica visita a esta cavidad. En septiembre, se realizó una salida de entrenamiento a Mairuegorreta, instalándose una serie de pozos, para descender a las galerías inferiores: Pío XII y Río Abajo.

En octubre, comienza la campaña Kirolbono. Dicha campaña es organizada por el Ayuntamiento de Gasteiz, y donde el GEA participa como responsable de las actividades Espeleológicas llevadas a cabo en la Cueva de Mairuegorreta.

A finales de Noviembre, se realiza la Práctica anual de Espeleosocorro, en la cavidad alavesa de Mairuegorreta. Miembros del GEA, participan activamente en la práctica. Además de esta actividad, se han llevado a cabo, varias actividades más relacionadas con el Espeleosocorro. En Febrero, se acude a la Escuela de Escalada de Egino, aprovechando los equipamientos de las vías de escalada, se realizaron varios tipos de supuestos rescate de accidentados en verticales y formas de solucionarlos. En Noviembre, 7 miembros del GEA, 2 de ellos instructores, asistieron al Curso de iniciación al Espeleosocorro. Asimismo se contó con la asistencia de un miembro de la Agrupación Espeleológica Canfranc. Aprovechando la estancia en la zona, se visitó el Sistema Abaro-Jentilzubi.

Este año también se han realizado colaboraciones con nuestros colegas del ADES, en el Cubillo del Ojancano. Además, se realizan otra serie de actividades, como son el descenso de la Torca del Carlista en Febrero o la travesía entre la Sima Tonio y la Cueva Cayuela o la participación en las XXVI Jornadas Vascas de Espeleología, organizadas por la S.C. Aranzadi en la Sierra de Aralar.

Grupo de Espeleología de Estella - Lizarrako Espeleología Taldea

Las actividades realizadas por el GEE-LET durante el año 2000 han estado centradas en diversos aspectos relacionados con nuestra actividad.

Como aspecto más significativo se puede señalar la participación del Grupo de Espeleología de Estella - Lizarrako Espeleología Taldea en la "Expedición Glaciológica Islandia 2000" dentro de los estudios que Adolfo Eraso está realizando para determinar la ablación glaciaria en coordinación con la *International Commission "Glacier Caves and Karst in Polar Regions"*. De esta expedición se han sacado los siguientes resultados:

ISLAS FEROE: Exploración y topografía de 4 cuevas marinas generadas por ablación del mar, en los acantilados de Eidi, con más de 600 mts de recorrido marino.

SE de ISLANDIA: En la cuenca piloto experimental del glaciar Kviarjökull (latitud 64°N), se exploraron y topografiaron durante esta campaña, 33 moulins (pozos y simas en el hielo glaciar donde se accede a ríos subterráneos en el interior del glaciar). Se realizaron también, mediciones de la fusión interna glaciar para estimar la respuesta del glaciar ante el Calentamiento Global.

NW de ISLANDIA: Establecimiento de una nueva cuenca piloto experimental en el río Mórilla, que drena la lengua del glaciar Kaldalon. Se estimó en ella, la fusión interna glaciar. Al estar situada a mayor latitud (66°N) que la del Kviarjökull, el objetivo consistió en comparar la respuesta de dos glaciares diferentes ante el Calentamiento Global, empezando a estimar la influencia del factor geográfico.

Como colofón de esta expedición el grupo ha realizado un diaporama que relata los pormenores de la misma y que se encuentra a disposición para su proyección.

En Aralar las actividades han estado centradas en la sima de Ilobi (Jurásico) donde se ha seguido con la topografía y exploración de la cavidad. Se han realizado algunas escaladas en la cota -280 que se encuentra desplazada al Oeste respecto del eje preferencial de la sima buscando paso a otro nuevo sistema.

En las sierras de Urbasa y Andía se ha descendido a las cavidades más significativas para mantenimiento de la actividad y conocimiento de las prácticas de autosocorro de las nuevas generaciones.

Se han realizado las prácticas de espeleosocorro de Txaruta, así como otras del grupo en un edificio cerrado. También se ha asistido a las Jornadas de Aralar.

Como ya es habitual el grupo realizó un cursillo de iniciación a la espeleología en los karst cercanos a la localidad con la participación de 12 jóvenes de la zona.

Grupo de Actividades Espeleológicas Subterráneas (Bilbao)

En este año 2.000 hemos continuado con la revisión de las grandes cavidades del Gorbea (Pagoluzieta, Urrikobaso, Dulao'ko Goiko Pagadiren) en las que habíamos dejado incógnitas secundarias y/o complicadas. Por el momento los resultados no están a la altura de nuestras expectativas, eso sí, siempre es agradable volver a re-enccontrarnos con estas magníficas espeluncas que tanto nos han hecho disfrutar y que sirven para mantener una buena preparación técnica y física.

En el karst de Obarreta, la exploración del río Zulobin (>1200 m) y los avances en el catálogo hacen que el conocimiento que tenemos sobre esta unidad hidrogeológica continúe ampliándose. Siguen abiertas las expectativas de realizar una interesante exploración río arriba en Zulobin, trazando el desarrollo de este colector desconocido que drena la zona más Oriental del sector.

Hemos celebrado nuestra XXII campaña de verano. Se cumplía el vigésimo aniversario de la exploración de la Travesía Caballos-Valle - Red del Silencio (25ª cueva más grande del mundo) en donde nos dimos cita unos cuantos de los exploradores de aquel inolvidable año 80, para realizar, una vez más, juntos la travesía. El campamento de una semana en el macizo navarro de Ezkaurre nos permitió explorar a fondo la EZ-1 (-345 m-p.). No conseguimos superar el punto final conocido. La última semana la dedicamos a realizar un campamento subterráneo de 4 días en la ITX-80. (Itxina) Se pudo dar por terminada la complicada G. de Agosto, sumamos 1 km. nuevo al desarrollo de la cueva (10 kms.) y descubrimos la sala subterránea más grande del Gorbea.

En el segundo semestre el esfuerzo dedicado a la desobstrucción de numerosas cavidades ubicadas en la hoyada de Kargaleku, a la búsqueda de la magnífica sala que descubrimos en la ITX-80 durante la campaña de verano, no ha dado los frutos ansiados. Solo la ITX-200 nos mantiene en vilo, y aunque la desobstrucción a la vista es de locos. ¡Lo estamos intentando!. El Catálogo del Gorbea vizcaino se sitúa en la G-251, habiéndose incorporado 17 nuevas espeluncas durante el año. En Itxina, gracias al trabajo orientado a descubrir el acceso a la ITX-80, se ha trabajado en varias cavidades catalogando 13, con lo que alcanzamos la ITX-200.

Como todos los años, hemos dedicado varios fines de semana a actividades intergrupales: Exploraciones en otros Karst, XXX Jornadas Vascas en Aralar, cursos, asambleas y simulacros de Espeleo-socorro, etc.....

Publicamos un nuevo artículo en el nº 9 de la revista Karaitza sobre el avance de los trabajos en el karst de Zamburu. Hemos elaborado un artículo para la revista Kobie sobre el hallazgo un oso en Itxina y las fases de levantamiento y estudio. El trabajo sobre el karst de Rasines está preparado para su entrega a la imprenta a falta de financiación. Como actividad novedosa, señalar el trabajo realizado (guión y filmación) para el programa de ETB

“Séptimo Sentido” en el que se abordan cuestiones de Seguridad, en este caso relacionada con el mundo de las cuevas.

Realizamos para el Parque Natural del Gorbea un proyecto de limpieza en cavidades de la zona de Karkabitxueta. Tuvimos que sacrificar fines de semana con buen tiempo y aun así el agua fue un contratiempo que nos humedeció un poco, hasta el punto que hemos tenido que dejar un 20% de proyecto para mejores fechas en el 2.001.

La localización de restos paleontológicos y arqueológicos sigue produciéndose. Destacamos la localización de un enterramiento de la época del Bronce en la ITX-195 y de un león de las cavernas.

Satorrak Espeleologia Taldea

El año 2000 ha sido de gran actividad para el Grupo de Espeleología Satorrak, destacando entre ellas las siguientes:

Garralda.

Se ha completado la exploración y levantamiento topográfico del sistema Basanberroko ziloa, dentro de la campaña de subvenciones espeleológicas promovida por la DFN. Los resultados obtenidos se recogen en el nº 9 de la revista Karaitza de la Unión de Espeleólogos vascos (UEV). Se ha conseguido una profundidad total de -246 m.p. y un desarrollo de más de 5000 m.

Aralar.

Como viene siendo habitual, este macizo ha vuelto a ser objetivo del GES, destacando las siguientes zonas:

Oiarbide. Se terminan los trabajos en OY-30, tras infructuosos intentos de desobstrucción. La cota queda en -120 m.p.

Uharte-Arakil. Incluida también dentro de las campañas de subvenciones espeleológicas de la D.F.N. se ha realizado un trabajo de posicionamiento mediante GPS de las cavidades catalogadas en esta zona del macizo de Aralar.

Amutxate3. Segunda campaña de excavaciones paleontológicas durante el mes de agosto en este yacimiento de *Ursus Spelaeus*, dirigidas por el profesor Trinidad de Torres. En este número se recogen tanto los resultados de las mismas como la historia del descubrimiento y trabajos posteriores.

Larra.

Este verano hemos regresado a la zona de Ukerdi Bajo retomando los trabajos abandonados en el año 1991. Esta zona que no era suficientemente conocida está siendo objeto en la actualidad de exploración por numerosos grupos internacionales, con buenos resultados en simas estudiadas por el GES.

Cabe citar la participación en las Jornadas Vascas de Espeleología organizadas por el grupo Felix Ugarte Taldea y asimismo en los simulacros de socorro y actividades de la UEV y la Federación Navarra. Hemos realizado un cursillo interno de iniciación a la espeleología y salidas a cavidades conocidas como Ormazarreta, La Piedra San Martín, etc.

Por otro lado se continúan investigando otras zonas de Navarra como Irati, Salazar, Abaurrea y Alsasua, donde se han descubierto interesantes posibilidades para el futuro.

Grupo Espeleológico Matiena -GEMA- (Abadiño)

Actividades ordinarias

Karst de Dima Se trabaja en la zona de Bargondia, donde se inicia a los nuevos compañeros del grupo además de topografiar tras su exploración y catálogo varias cavidades, nuevas en su mayoría, sin que ninguna supere los límites esperados. Destacar la D-15 con -60 m aproximadamente.

Karst de Mugarra Finalizamos la exploración y topografía de la sima M-11 a la que hemos descendido en varias ocasiones con un resultado mejor de lo esperado, cerca de 80 m de profundidad y

casi doscientos de desarrollo, si bien mucho de él corresponde a explotaciones mineras de principios de siglo.

Karst de Eskuagatx Localización de varias cavidades sin catalogar bajo Arburuta y Neberazar. Se desciende una sima con abundantes procesos litogénicos de gran belleza. Localización de un posible sumidero en el sector N próximo al collado Desuno en una dolina con evidencias de corriente y curso de agua anterior a esta época.

Karst de Aiuitz Iniciamos los trabajos en este casi desconocido macizo de la crestería de Anboto. La primera cavidad catalogada como A-1 resulta mayor de lo esperado, si bien también está laboreada por actividad minera de principio de siglo.

Actividades extraordinarias

Salidas a grandes cavidades. Se realiza una salida para adiestrar un poco a los nuevos miembros. Esta vez se les lleva a Tonio-Cañuela que constituye para ellos un reto que superan satisfactoriamente. A destacar el asfixiante calor que hace la aproximación durísima bajo el sol de mediodía.

De igual modo se plantea una salida turística otoñal a Coventosa, donde llevamos además a personas ajenas al grupo para que admiren la belleza de nuestra actividad y ver si sale algún nuevo miembro para GEMA.

Práctica de Rescate de la UEV. Se realiza en Gorbeia (Mairuelegorreta) la práctica anual de la UEV con todos los grupos. Asistimos 5 personas, algunas de las cuales permanecen trabajando hasta 12 horas en el interior de la cueva. El ambiente es agradable y se hace muy ameno a pesar del esfuerzo.

Felix Ugarte Elkartea

XXVI Jornadas de Espeleología del País Vasco

El área de trabajo de estas jornadas abarca los 11 Km² entre los montes Txindoki, Larraone, Balerdi y Zabalegi, con un paisaje de fuertes contrastes y un relieve muy fuerte en muchos casos vertical, lo que hace especialmente penosa y complicada la prospección.

La práctica inexistencia de trabajos espeleológicos en esta zona, la convertía especialmente interesante, por cuanto casi todas las cavidades descubiertas podrían estar inexploradas y podrían alguna de ellas aportar datos de interés para estudios que venimos realizando en Aralar.

Las jornadas se celebraron durante los días, 22,23,24 y 25 de julio de 2000, asistiendo representantes de la mayoría de los grupos de espeleología agrupados en la Unión de Espeleólogos Vascos.

Grupos asistentes.

Por parte Navarra asistieron; el Grupo Espeleológico Satorrak de Iruña, Lizarra Espeleologi Taldea y Grupo Espeleológico Otxola.

Por Bizkaia; el Grupo de Actividades Espeleológicas GAES de Bilbao, ADES de Gernika, GEMA de Amorebieta y G.E. Zutarri.

Por Araba; el Grupo Espeleológico Alavés GEA, y el Grupo Espeleológico de Abetxuko.

Por último en el caso de Gipuzkoa; asistieron representantes del Aloñamendi Espeleologi Taldea AMET, G.E. Besaide de Arrasate y Donosti Espeleologi Taldea DET.

Nos ayudó también un miembro de la Federación Francesa de Espeleología Jean Louis Dabene de Grenoble.

También nos acompañaron cuatro componentes de la sociedad Buruntzuzi aterpea de Amezketeta, que nos cedieron durante varios días su refugio y que sirvió como base de operaciones y centro de toda la intendencia.

Organización de las jornadas.

En el refugio de Buruntzuzi se fijó el campamento base desde donde se dirigieron las jornadas. Allí se estableció el lugar de acampada, cocinas, comedores y base para el material y equipo.

El campamento se estableció en un antiguo coto minero que inició su actividad a mediados del siglo XVIII abandonando las labores a

finales del XIX. Aunque años más tarde, a mediados del siglo XX, se intentó restablecer la explotación, fracasando nuevamente.

El área de trabajo se estableció en 5 sectores.

- | | | |
|--------------------|-------------------|--------------|
| 1-. Zabalegi Norte | 2-. Zabalegi Sur. | |
| 3-. Balerdi. | 4-. Larraone. | 5-.Txindoki. |

Resultados de las jornadas.

El resultado de las jornadas fue muy positivo por cuanto se descubrieron 22 nuevas cavidades, encontrándose algunas de ellas en proceso de exploración. Por sectores el resultado fue el siguiente:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| - Txindoki: | 12 nuevas cavidades. |
| - Larraone: | 2 nuevas cavidades. |
| - Zabalegi Norte: | 1 nueva cavidad. |
| - Zabalegi Sur: | 17 nuevas cavidades. |

El Urganiano Norte de la Sierra de Aralar.

Situación.

El trabajo realizado durante el año 2000, se ha centrado en prospectar una de las zonas de Aralar más desconocidas por los espeleólogos como son las calizas que afloran en el Norte de la Sierra y que afecta principalmente a los montes Txindoki o Larrunarri, Larraone y Balerdi, pertenecientes al municipio de Amezketeta, y a la Mancomunidad Unión Enirio Aralar.

Anticlinal del Txindoki.

Forma una estructura disimétrica acentuándose de Oeste a Este con tendencia a invertirse hacia el Norte. La bóveda del anticlinal está elevada aflorando las series Jurásicas y presentando los materiales más antiguos en su núcleo y en el cabalgamiento donde aparecen rocas del Triásico.

La escama de Aralar

El lugar de trabajo de este año se ha centrado en la segunda de estas estructuras. El Urganiano Perteneciente al flanco septentrional del anticlinal del Txindoki. Forman parte de este área Balerdi (1185 m.), Artubi (1264 m.), Larraone (1162 m.) y Txindoki (1348 m.), con cotas similares a las del interior de la sierra.

La superficie de esta unidad es de 13 Km² parte de los cuales son drenados por la regata de Arritzaga. La descarga principal de sus aguas subterráneas se realizan por el manantial de Zazpiturrieta y en menor medida por el de Berazaga, los dos en Amezketeta. El manantial medio estimado es de 150 l/seg de media anual. El funcionamiento hidráulico de este acuífero responde a un acuífero de tipo kárstico permeable por fisuración y karstificación.

Actividades realizadas

Toma de datos sistemáticos en la regata de Arritzaga, entre la fuente de Pardelus y Buruntzuzin, con el fin de cuantificar las pérdidas por infiltración a su paso por los tramos calcáreos del Jurásico y Purbeckiense. Ubicación de los puntos de infiltración.

Recogida de datos hidrológicos del manantial de Zazpiturrieta y climáticos de la zona.

Para la prospección se aprovecharon también las XXVI Jornadas de espeleología del País Vasco, organizadas también por Donostia Espeleologi Taldea, en cuyo transcurso se hallaron nuevas cuevas y simas que fueron exploradas y topografiadas en fechas posteriores.

Observaciones en la regata de Arritzaga.

La regata de Arritzaga, desde su nacimiento en Pardelus hasta alcanzar los tramos calizos del Urganiano en la zona de Buruntzuzin, discurre a sobre otros tramos calcáreos como son las calizas Jurásicas y Purbeckienses.

Por otra parte y como resultado de los datos que nos aportan los caudales de Zazpiturrieta, contrastados con la cuenca de influencia de este manantial, vemos que existe una disimetría por cuanto en el manantial surgen caudales de agua correspondientes a una cuenca superficial mayor de las correspondientes por el afloramiento calcáreo.

Comprobamos que la pérdida más próxima al sector urgoniano se encuentra en el tramo superior del Jurásico, en las calizas Kinmerdienses, por lo que nos propusimos realizar una prueba con trazador para comprobar este aspecto.

No obstante los trabajos de localización de puntos de pérdida en la regata y el contraste de caudales obtenidos nos proporcionan datos como para avanzar en la hipótesis de una posible transmisión hídrica entre estos dos acuíferos, lo que supondría tener ya una definición detallada del funcionamiento de todos los acuíferos del sector cantábrico de la Sierra de Aralar, lo que culminaría con las observaciones efectuadas durante más de 20 años en la mencionada Sierra.

Grupo de Espeleología Otxola

El Grupo Espeleológico Otxola ha realizado a lo largo del año diversas actividades, centrándose en dos principalmente:

Se procede a la realización del trabajo previsto en la zona de los montes Txaruta y Garmendia (Belate). En este trabajo el grupo se centra en varias cavidades de la zona ya conocidas, en las cuales se realiza la exploración, topografía y fotografía de las cavidades: **TX2**. Esta es la cavidad más interesante de la zona. Comienza con una vertical de 60 m tras los cuales se desarrollan varias galerías con sus respectivos pozos, la cavidad alcanza una profundidad de -251m. **TX1**. Esta cavidad se desarrolla a través de un meandro de gran desarrollo vertical. En este se intercalan los destrepes, hasta llegar a el pozo final de 60 metros. También hay una galería superior con formaciones excéntricas. La cavidad alcanza la profundidad de -131m. **TX5**. Se trata de dos bocas que comunican al mismo pozo. Es una sima muy vertical con dos grandes pozos continuados de 90 y 98 metros respectivamente. La cavidad continua a través de un meandro hasta los -231m.d.p. Además se trabaja en otras cavidades como **TX3, TX14, K1, K2**. También se realizan prospecciones de la zona.

Se realiza un trabajo de reubicación de coordenadas (GPS) de diversas cuevas y simas del valle de Larraun, así como describir los itinerarios de acceso a tales y fotografías de las bocas. Este trabajo al igual que el anterior, han sido subvencionados por el Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra.

En Semana Santa, el grupo acude a la provincia de Burgos con la intención de visitar algunas cavidades, sin demasiado éxito, debido a las malas condiciones meteorológicas y dificultades en la localización de algunas cavidades.

A lo largo del año se visitan diferentes cavidades de Bizkaia y principalmente de Navarra. Se realiza la visita a cavidades como Ormazarreta, Ilobi, Pagomari, Sima de San Martín (Travesía Basaburuko la Berna).

Para no ir perdiendo las buenas costumbres se hace una práctica interna de autosocorro, y se participa en las prácticas de espeleosocorro llevadas a cavo en el monte Txaruta, en las que se incluyen la formación de los más "novatos" (polipastos, contrapesos, porteo de camilla...) y un simulacro de rescate en la sima TX2.

Esta Semana Santa nos dirigimos a la provincia de Cádiz y más concretamente a la Sierra de Grazalema. Allí se visitan las simas de Cacao y la Sima del Republicano.

Por último se lleva a cabo un cursillo de iniciación a la espeleología vertical, con el objetivo de formar a nuevos espeleólogos, debido a varias peticiones externas de la realización del mismo.

NUEVO LIBRO SOBRE EL KARST DE RASINES (CANTABRIA)

¡¡Por fin!! esa debió ser la expresión de algunos miembros del GAES, (Bilbao), cuando este pasado verano tuvieron en sus manos este libro monográfico dedicado al karst de Rasines (Cantabria). No es para menos. Entre esas páginas hay más de 25 años de exploraciones para alguno de ellos y sin duda cons-

tituye la plasmación de miles de horas de esfuerzo para sacar adelante este estupendo trabajo, que sin duda constituye todo un modelo a seguir, tanto por la calidad de los textos, la organización de los mismos y las estupendas fotografías.

Entre sus páginas encontraremos un lugar para 260 cavidades del municipio de Rasines y 19 del Municipio de Gibaja. En total casi 90 kilómetros de conductos explorados, lo que da una idea del intenso trabajo de campo que los miembros del GAES han desarrollado a lo largo de los últimos 25 años en Rasines. Este trabajo de campo, al desarrollarse en las cuevas y simas, el medio natural del espeleólogo, es especialmente agraciado en una zona como esta. Grandes cavidades como la Red del Silencio con más de 60 km. de desarrollo, El Sistema del Molino (4 km), la Torca de los Tornillos (3.4 km) o Cárcavas (3 km), nos dan una idea de la enorme capacidad espeleológica de este Grupo Bilbaíno. Como todos los espeleólogos sabemos, cada hora de trabajo de campo conlleva obligatoriamente casi el mismo tiempo en la labor de gabinete. Esta función, no tan agradable como la anterior y desgraciadamente mucho menos compartida ha sido desarrollada gracias al tesón y el empecinamiento de unos pocos, que sin duda pueden considerarse unos excelentes espeleólogos a todos los niveles. La maravillosa calidad de las topografías y el claro conocimiento del medio kárstico hacen de esta publicación una de las mejores del estado en los últimos años. Sin duda un libro que tiene que estar en la biblioteca de todo espeleólogo.

Hay que agradecer la labor de subvención de la publicación del Ayuntamiento de Rasines, Ayuntamiento pequeño, que gracias a esta obra va a conocer y divulgar por todo el mundo el fantástico patrimonio subterráneo que hay en sus entrañas. Quizá el único detalle negativo lo constituye el trabajo de imprenta. Sin duda este libro se merece unas pastas duras y un papel de mayor calidad. Como siempre la limitación económica se convierte en el enemigo de la divulgación espeleológica. De todas maneras, la calidad final del trabajo hace olvidar este detalle y nos permite disfrutar del ahora bien conocido karst de Rasines.

Ficha Técnica:

Autor: Iñaki Latasa Undagoitia et al. (GAES)
Edita: Ayto. de Rasines (Cantabria) Colaboración: FEE
160 páginas • Precio: 2.500 Pts /15 Euros

IN MEMORIAM

El 9 de Septiembre de 2001, fallecía el espeleólogo catalán Fritz Künzel en la cavidad de L'artigu Bajo en el Valle de Escuaín, durante una inmersión en el 2º sifón de esta cavidad. Fritz era un amante de la espeleología «pura y dura» y en varias ocasiones había colaborado con grupos de la Unión de Espeleólogos Vascos. Desde esta entidad y desde la redacción de «Karaitza» nos sumamos a



Foto Mikel Añua (G.E.A.)

las condolencias, lamentando profundamente este accidente que nos ha quitado a un excelente espeleólogo y a un amigo. Hasta la vista Fritz.



NÚMEROS ATRASADOS

Recorte o fotocopie este cupón y envíelo por correo:
Euskal Espeleologoen Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos
Errekalde, 31 Behe • 20560 OÑATI (Gipuzkoa)

Números sueltos 3 € / unidad - Los nueve 21 €.

Marque con una X los números que desea recibir

1 2 3 4 5 6 7 8 9

FORMA DE PAGO

Nombre:

Domicilio: Teléfono:

Población: C.P.: Provincia:

Talón a nombre de *Unión de Espeleólogos Vascos* Giro postal (*Adjunto fotocopia resguardo*)

Domiciliación Bancaria

Firma (el titular) Entidad Agencia D.C. Nº cuenta

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

(1) Se acepta todo trabajo original relacionado con las ciencias espeleológicas. La Comisión Editora se reserva el derecho de publicación. Todo artículo debe haber sido revisado por uno o más especialistas en la materia antes de su entrega.

(2) Cualquier persona, sea o no miembro de la UEV, puede enviar trabajos. Los autores son los únicos responsables, del contenido de los artículos.

(3) Se debe enviar original y copia, escritos a máquina a doble espacio y con amplios márgenes. No se pondrán notas al pie del texto. Las palabras que se deseen vayan en cursiva, deberán ir subrayadas en el original.

(4) Para guiarse en la organización y formato, los autores deben consultar el último número de *Karaitza*. El artículo constará preferentemente de: (a) Título (breve e informativo). (b) Nombre del autor y dirección postal. (c) Resúmenes en español, euskera e inglés, de unas 5 líneas cada uno. (d) Fecha de envío. (e) Texto principal; se sugiere que esté dividido en: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Conclusiones. (f) Agradecimientos. (g) Bibliografía. Las tablas y figuras deberán disponerse en hojas aparte e indicar en una hoja adjunta el texto de las leyendas de cada una.

(5) Las figuras y tablas se presentarán preparadas para su reproducción directa, numeradas correlativamente en una sola serie. Las tablas se presentarán escritas a máquina electrónica. Los dibujos y gráficos deberán estar realizados a tinta china, sobre papel vegetal y de tamaño lo suficientemente grande para permitir las

reducciones necesarias (generalmente a la mitad). Se utilizarán sólo las fotografías indispensables, en blanco y negro y en papel brillante de buen contraste; igualmente de tamaño grande para permitir reducciones.

(6) La bibliografía irá al final del trabajo en estricto orden alfabético. Los títulos se abreviarán según las normas internacionales aceptadas. Nótese que el apellido del autor se pondrá siempre en mayúscula, tanto en la bibliografía como en las referencias del texto. Las citas bibliográficas en el texto se harán siempre con el apellido del autor o autores y el año de publicación. Cuando sean tres o más, se colocará el apellido del primero seguido de la expresión et al. Tomar como ejemplo o modelo de formato las bibliografías de los artículos de este número.

(7) Todo artículo que no cumpla con los requisitos de formato y presentación será devuelto al autor o autores con las observaciones pertinentes para su corrección. Se sugiere muy especialmente a los autores una uniformidad de escrito en los trabajos, tales como la omisión del punto después de la abreviaturas más comunes: 12,5 m, 7 mm, 5 m³/sg; y el uso de numerales antes de las unidades de medida.

(8) El texto de los trabajos podrá estar redactado en español, euskera, francés o inglés. Se recomienda situar la zona de estudio en un mapa regional o continental, para su rápida comprensión por lectores de cualquier país (recuérdese que la revista tiene difusión internacional). El autor se hará responsable de la corrección de las pruebas de imprenta y recibirá 25 separatas de forma gratuita.

LOS MIEMBROS DE LA EEE-UEV REALIZAN SUS ACTIVIDADES DENTRO DE LOS SIGUIENTES GRUPOS

Grupo Espeleológico Alavés (GEA)

Apdo 21 • 01080 -Vitoria-Gasteiz
Araba
e-mail: jesusli@sea.es

Aloña Mendi Espeleologia Taldea (AMET)

Errekalde, 31 Behe • 20560 -Oñati
Gipuzkoa
e-mail: amet@euskalnet.net

Besaide Espeleologia Taldea (BET)

Garibai 3
20500 Arrasate-Mondragón
Gipuzkoa
e-mail: pzabaleta@fagorelectronica.es

Club Deportivo Eibar

Toribio Etxeberría 16 1º • Eibar
Gipuzkoa

Asociación Deportiva Espeleológica Saguzaharrak (ADES)

Apdo 59
48300 Gernika
Bizkaia

Grupo de Actividades Espeleológicas Subterráneas (GAES)

Iparagirre 46 7
48001 Bilbao
Bizkaia
e-mail: gaes@clientes.euskaltel.es

Grupo Espeleológico Matiena (GEMA)

Ellacuri, 12-13 dcha.
01400 Llodio
Araba
franciscojavier.calvojurado@telefonica.es

Lizarrá Espeleologia Taldea (LET)

Frontón Municipal
C/ Navarrería s/n
31200 Lizarrá
Nafarroa
e-mail: ilobi@acesocero.es

Arrastakan Taldea

Zugarreta 26 3º
Etxarri-Aranatz • Nafarroa
e-mail: rintxaurra@correo.cop.es

Grupo Espeleológico Satorrak (GES)

C/ Descalzos, 37 bajo, bis
31001 Iruña-Pamplona
Nafarroa
e-mail: satorrak@jet.es

Grupo de Espeleología Otxola

C/ Carmen 22 bajo
Iruña-Pamplona
Nafarroa
e-mail: otxola@retemail.es

Grupo de Espeleología Lezeko Andreak

C/ Aralar 7
Iruña-Pamplona
Nafarroa

Ziloko Gizonak

Allée Lartigot
64100 Baiona-Bayonne
Dpt 64 • France

Ingurumena Medio Ambiente

Jasangarritasunaren aldeko konpromisoa

Jasangarritasunaren
garapena guretzat
funtsezko hiru euskarri ditu:

gizarte-justizia,
ingurumen osasungarria
eta ongizate ekonomikoa.

Compromiso por la sostenibilidad

El desarrollo sostenible
se asienta sobre tres pilares
básicos:

la justicia social,
un medio ambiente saludable
y el bienestar económico.

EUSKO JAURLARITZA

LURRALDE ANTOLAMENDU
ETA INGURUMEN SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE ORDENACION
DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE