

KARAITZA

NÚMERO

8



UNIÓ N DE ESPELEÓ LOGOS VASCOS
EUSKAL ESPELEOLOGOEN ELKARGO A
UNION DE SPELEOLOGUES BASQUES

Donostia - S. Sebastián

1999



**UNION DE ESPELEOLOGOS VASCOS.
EUSKAL ESPELEOLOGOEN ELKARGOA.
UNION DE SPELEOLOGUES BASQUES.**

Paseo Mikeletegi, 67 - Torre de Arbide
Apdo. 563
20080 Donostia - San Sebastián.
Spain.
amet@euskalnet.es

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 Donostia - San Sebastián (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.

*Fotografía de Portada: Paso anegado en Obarreta. Foto: Iñaki Latasa (GAES)
Maquetación: PRN Sistemas, S.L. - Valladolid, 20 - Vitoria-Gasteiz
Depósito Legal: SS-110/92
ISSN: 1133-5505*

EL KARST DE OBARRETA-AUSTINGARMIN EN EL ESTE DEL GORBEIA VIZCAINO

Iñaki LATASA y Oscar SOTA
GAES de Bilbao
Iparragirre, 46 - 7° • 48001 Bilbao

(Recibido en Junio de 1999)

RESUMEN

Con el presente artículo se aborda un estudio de síntesis del karst de Obarreta-Austingarmin desde el punto de vista espeleológico, relacionándolo con el funcionamiento hidrogeológico de esta subunidad de la unidad de Gorbeia, en el S de Bizkaia.

SARRERA

Artikulu honetan Obarreta-Austingarmin karstaren sintesis ikerketa egiten da espeleologi ikuspuntutik, Bizkai hegoaldean kokaturiko Gorbeia azpiunitate honen funtzionamendu hidrogeologikoaz erlazionatuz.

ABSTRACT

In this paper we carry out a synthetic study in Obarreta-Austingarmin in a speleological way. We make a relationship with hidrological features in Gorbeia mountain range in South Bizkaia.

INTRODUCCIÓN

La zona estudiada abarca la parte del Gorbeia vizcaíno que, bajo los topónimos de Austingarmin y Obarreta, comprende las vertientes Norte y Sur del collado Gorosteta-Usotegieta, en el Este del macizo. Esta zona, además de una vinculación litológica, por ser un único afloramiento calizo, posee una conexión hidrológica a través del drenaje subterráneo que dirige las infiltraciones hacia el río Baias, afluente del Ebro y, por tanto de vertiente mediterránea.

En el área existen multitud de cavidades, generalmente de escaso recorrido, entre las que destacan las redes de Austingarmin y Obarreta, las de mayores dimensiones de los sectores homónimos, que son, precisamente en las que se organiza el drenaje del sector. Ambas cavidades cuentan con un recorrido que supera los 2000 m.

CONTEXTO GEOGRAFICO

El Gorbeia o Gorbea es uno de los Montes Vascocantábricos, en el Norte de la Península Ibérica.

Queda enmarcado por las coordenadas U.T.M.: x=514300-517000; y=4767200-4767300 de la hoja 87-III (Gorbeia), escala 1:25000, siendo su altitud media de 1000 m.

El Karst del que tratamos se sitúa en el Sur de Bizkaia, 30 Km al SE de Bilbao. Ocupa parte del E del macizo de Gorbeia, más concretamente la margen derecha del río Baias en la zona de sus cabeceras. Gorbeia es divisoria de las vertientes cantábricas y mediterránea e el País Vasco y la zona tratada, se localiza en plena divisoria, formando parte de la vertiente mediterránea del macizo, en virtud de su drenaje subterráneo, aunque parte de su superficie este orientada hacia el Norte.

El afloramiento calizo objeto de nuestra atención abarca un área aproximada de 1,4 km², con una forma groseramente triangular, en donde el trazado del Baias, entre Urratza y Azoleta, sería una de sus caras y las otras dos las líneas que unirían ambos puntos con Austingarmin.

El área estudiada queda incluida dentro de los límites del Parque Natural de Gorbeia, figura protectora que contempla la regulación de la práctica espeleológica.

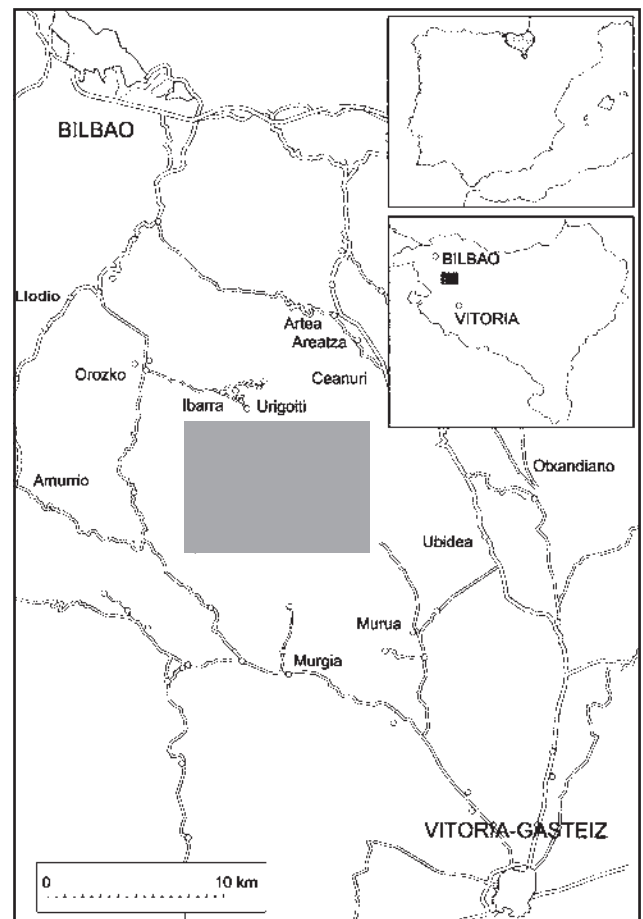
La superficie topográfica muestra como factor dominante el cresterio que se forma entre las cumbres de Gorosteta (1262m) y Usotegieta (1188), que se dispone con una dirección NE-SO, y desde el que descienden, perpendicularmente las laderas que conforman la unidad. Los puntos de menor cota corresponden a los vértices del triángulo de que hablamos que son: Ubegi (955 m s m), Azoleta (860 m s m) y Austingarmin (1030 m s m).

Los accesos

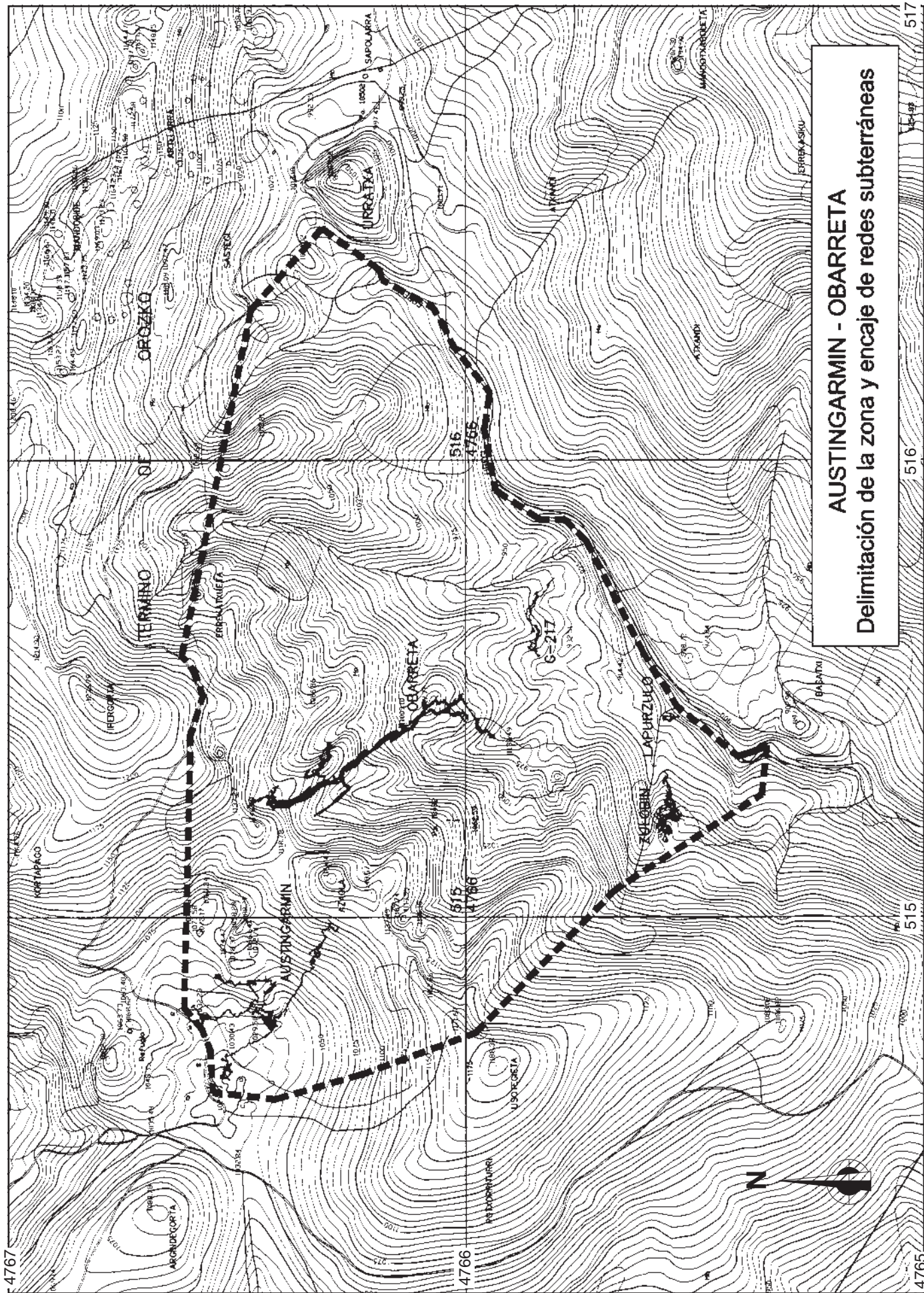
Para acercarnos a la zona podemos seguir tres opciones diferentes; la primera de ellas, que resulta ser también la más cómoda, es ascender por la pista que sube desde Usabel (Orozko) a la majada de Austingarmin. Otra opción es aproximarse por Pagomakurre, a donde llegaríamos por una pista que sube desde Areatza, debiendo pasar posteriormente por Arraba y Urratza. Por último, podemos llegar a la zona también por la parte alavesa, remontando el curso del Baias desde Murgia.

El clima

Posee un clima típico de montaña atlántica, húmedo y lluvioso, con abundantes nieblas. En la estación meteorológica que tiene el Grupo Espeleológico Vizcaíno en el valle de Zastegi, en uno de los extremos de la zona y a 1030 m de altitud, se recoge una media anual de precipitaciones de 1800 mm que son a menudo durante



Mapa de situación



AUSTINGARMÍN - OBARRETA
 Delimitación de la zona y encaje de redes subterráneas



Placas karstificadas en la ladera del río Baias coincidentes con el buzamiento. Foto Iñaki Latasa

el invierno en forma de nieve, resultando un porcentaje de lluvia útil para infiltración del 68% (EVE, 1996). La temperatura media es de 9°C.

La vegetación

La vegetación dominante es el hayedo calcícola, capaz de desarrollarse con suelos de poco espesor; generalmente se encuentra formando masas poco densas, constituidas a menudo por ejemplares raquíticos, con presencia de fresnos (*Fraxinus excelsior*) en zonas frescas, como bocas de simas y, muy esporádicamente, de tejos (*Taxus baccata*). Amplios sectores de hayedo han sido objeto de un intenso carboneo, tal y como atestigua el desmoche de los ejemplares más añosos.

Dentro del área de la que tratamos encontramos, en los márgenes E y NO los majadales de Zastegi y Austingarmin, en los que se localizan zonas de pradera de montaña. Se pueden ver también pastos petranos colonizando los intersticios del lapiaz.

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 monoclinial.

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.

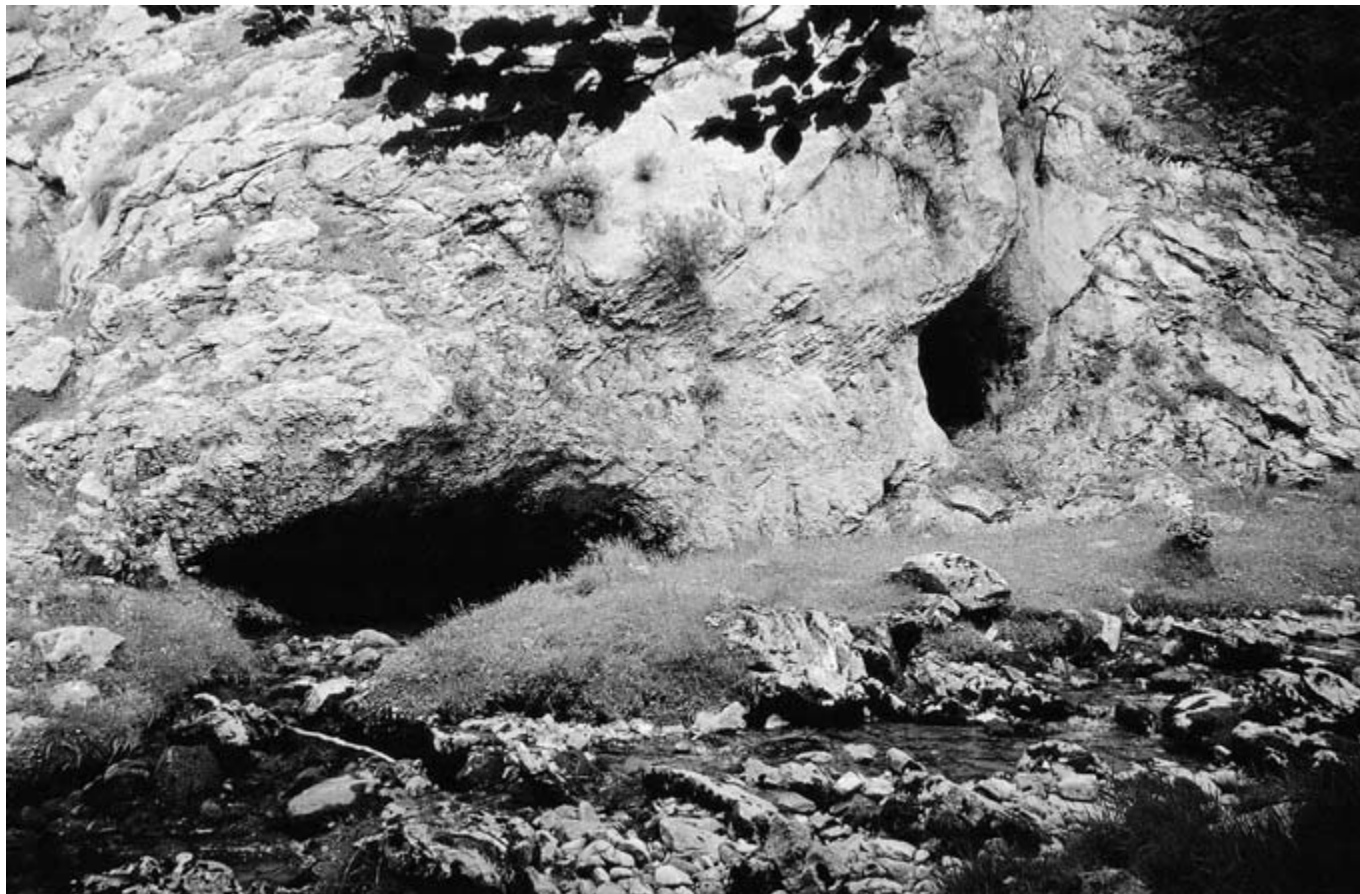
Fue definido por RAT (1959) y en él se agrupan un conjunto, con cierta heterogeneidad litológica, que abarca sedimentos con facies marinas y sus detríticos asociados.

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.



Surgencia de Lapurzulo al río Baias. Foto Iñaki Latasa

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

Geología estructural:

La Unidad de Gorbeia constituye una serie monoclinial buzante hacia el Suroeste, dispuesta en el flanco S del Anticlinorio Vizcaíno 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

El área tratada está integrada en el dominio hidrogeológico Anticlinorio Sur (EVE, 1996). Está formada por la parte de lo que estos autores denominan subunidad Aldamin, en la unidad de Itxina que, en LATASA (1997) corresponde al Oeste del sector del Baias.

Los aspectos estructurales y geométricos que definen el funcionamiento de la unidad son: dos vertientes diferentes, Austingarmin en el N y Obarreta en el Sur, cuyo drenaje se realiza en el sentido N-S a favor de la disposición favorable de los estratos, que reconduce en esa dirección las aguas que circulan hacia el N. Este drenaje tiene lugar a través de varios cauces afluentes

que pueden verse en la red de Austingarmin, y también en la sima de Obarreta y que tienen su surgencia en Lapurzulo. A estos caudales se suma otro que recoge en la parte Oeste aguas de la zona de contacto con superficies impermeables; ese cauce puede ser observado en la G-223, donde se localiza en un tramo de marcada verticalidad y en la Cueva de Zulobin, situada cerca de esta aguas abajo. Considerando la inexistencia de cualquier otra surgencia es lógico pensar que esta corriente nutre el colector principal, cosa que, aparentemente, sucede en el tramo final de la cueva de Lapurzulo, cerca de su acceso superior (en forma de sima). Todas estas circulaciones suman un caudal medio de 15 l/s. Por debajo de Lastrakoiturri, encontramos la surgencia y posterior pérdida de Obarreta, breve afloramiento del colector principal, en su tramo entre Obarreta y Lapurzulo, que ha quedado al descubierto por la profundización de una dolina.

En la zona de Azoleta, vértice SO del área considerada, encontramos una pequeña surgencia junto al río Baias, que se relaciona con un sumidero situado 200 m ladera arriba, en pleno contacto litológico. Este pequeño sistema drena una superficie de areniscas de cierta extensión que, puede poner en carga caudales considerables que son colectados por la vaguada en la que se enclava el sumidero. Por debajo de este localizamos una cueva (G-228) correspondiente a una pérdida, actualmente inactiva salvo con aguas altas, en la que existen sedimentos de una granulometría tal que indica la intervención de una enérgica corriente de agua. La cueva por la que se realiza la descarga posee un desarrollo superior a los 100 m y cuenta con un nivel inactivo que se relaciona con la estrecha cueva que existe junto a la surgencia actual.

La zona se puede considerar como acuífero kárstico en sentido estricto (BAYO y otros, 1986) con una circulación que tiene lugar a través de conductos preferentes generados por procesos de disolución y que tiene escasa capacidad reguladora.



Surgencia de Obarreta. Foto Iñaki Latasa

El balance medio anual estimado para el conjunto de la unidad, de la que el área tratada forma parte, es, según EVE (1996):

Superficie	5,8 Km
Precipitación	2.000 mm
Lluvia útil (68%)	1.370 mm
Infiltración	1.150 mm
Recursos	6,8 Hm
Descarga	Río Baias en calizas (5,2 Hm)
	Río Baias en detríticos (1,5 Hm)

Como vemos, existe un pequeño porcentaje no infiltrado que, en su mayor parte, discurre en forma de escorrentía hacia el río Baias sirviéndose, además de la pendiente favorable, de un buzamiento que, en las proximidades de ese río, prácticamente coincide con la superficie topográfica, favoreciendo así la circulación superficial.

EL KARST SUPERFICIAL

La zona se corresponde en toda su extensión con un afloramiento calizo sujeto, por tanto en toda ella, a los procesos de karstificación superficial; estos procesos han actuado de formas muy diferentes, según la geometría de las superficies sobre las que intervienen, generando distintas formas de modelado exokárstico, entre las que predominan notoriamente los lapiaces.

Los lapiaces

Se identifican formas muy diferentes según su posición y la disposición de las superficies que ocupan. Podemos distinguir las siguientes tipologías:

Lapiaces redondeados: «Roundkarren» según la terminología alemana, son lenares de origen subedáfico que se forman en suelos de poca pendiente. Los encontramos en Urratza y en Austingarmin, ocupando superficies que han quedado recientemente al descubierto.

Lapiaz de canales: «Rinnenkarren». Son formas nivales, muy abundantes en Austingarmin en donde vemos como la denudación del karst ha originado pequeñas formas monolíticas que ocupan los bordes de algunos prados y como estas están surcadas por profundos canales de corrosión. Se localizan también en el SE del cordal Gorozteta-Usotegieta, ocupando las paredes de dolinas.

Lapiaz de gelifracción: son los más comunes en la zona. Podemos verlos en forma de bloques y piedras resultantes de la destrucción mecánica producida por los cambios de estado del agua. Se localizan en Urratza y Austingarmin y, también en Obarreta cubriendo amplias superficies en las zonas más expuestas.

En las proximidades del río Baias, se ven placas de tamaño métrico que son producto de la fragmentación a favor del buzamiento de los estratos, que, como ya hemos señalado, coincide con la superficie topográfica; la cara superior de esas placas generalmente está surcada por acanaladuras.

Dolinas.

Estos fenómenos son muy poco habituales en la zona, dando lugar, por lo general, a fenómenos de escasa magnitud. Una importante excepción es la de la zona de la surgencia de Obarreta (G-221), en donde existen varias amplias dolinas arracimadas,



Boca en Zulobin. Foto Iñaki Latasa

precisamente ese afloramiento y su posterior pérdida, tiene lugar en una amplia dolina.

Dolinas de colapso o hundimiento: Formadas por derrumbamiento sobre cavernamientos subyacentes. Encontramos abundantes casos, generalmente de pequeño tamaño y formas verticales, que son frecuentemente accesos a galerías subhorizontales que se abren de esta forma al exterior. Citamos como ejemplo los accesos a la cavidad signada como G-217.

Dolinas en embudo: Formadas por la corrosión nival. Sus caras son de fuerte pendiente y están surcadas por acanaladuras de corrosión. Podemos ver un campo de dolinas de este tipo en el SE del collado Gorozteta-Usotegieta.

Depresiones.

La zona de Austingarmin, en el Oeste de la zona, es una depresión con unas dimensiones de 250 x 130 m, en la que su borde NO está formado por areniscas. La presencia de estos materiales impermeables en el punto de la ladera en donde habría estado su desagüe natural, ha originado la depresión, por erosión y disolución del área caliza, produciéndose una evacuación de material a través de la red kárstica de drenaje. Este drenaje se produce a través de la cueva G-188 que conduce la aguas que se sumen hacia la Red de Austingarmin.

En el interior de la depresión podemos ver como existen depósitos de residuos de la decalcificación que configuran un suave relieve recubierto por pastizales.

Valles secos.

Son valles sin drenaje superficial, pero que constituyen un importante punto de infiltración difusa. Existen varios que descienden

hacia el curso del río Baias, que en general, siguen un trazado aparentemente aleatorio, y cuya dirección no siempre es fácil de relacionar con un control estructural. No es el caso del valle que une las zonas de Zulobin y Lapurzulo, que utiliza una familia de fracturas, que han tenido también influencia en la excavación de la Cueva de Zulobin.

EL ENDOKARST

Este es el apartado central de nuestro trabajo sobre este karst del Gorbeia vizcaíno, abordado siempre desde la perspectiva de la práctica espeleológica. Describimos en primer lugar las características generales que se manifiestan en las distintas espeluncas de la unidad, afectadas por condicionantes de partida que le son comunes y que, de una u otra forma, han contribuido en su génesis y en su posterior evolución y de las que se pueden entresacar el comportamiento de la unidad kárstica como un todo.

En el vértice más oriental de la zona se localizan diferentes cuevas, en las que apreciamos características morfológicas muy similares, con neto predominio de las formas freáticas, que se ubican a una altitud muy similar. Esta coincidencia de altitud parece estar condicionada por la existencia de algún factor litológico, que provoca una mayor impermeabilidad local. Todas ellas son surgencias, ya inactivas la mayor parte, que aportan al río Baias caudales procedentes de la infiltración sobre superficies fuera del área escogida para este trabajo, pero que, hidrológicamente, forman parte también de la subunidad del Baias; una de ellas, la más oriental y situada a menor cota, es el propio nacedero de Ubegi, cabecera del Baias-Padrobaso.

Características generales:

Las condiciones en las que funciona el drenaje configuran un nivel dinámico bastante superficial, con un potencial máximo de



Techo de disolución en G-188. Foto Iñaki Latasa

290 m, y con unas cabeceras hidrogeológicas que se sitúan a una cota que determina una circulación con un gradiente hidráulico relativamente bajo. Como consecuencia, encontramos numerosas cavidades subhorizontales, la mayoría de ellas inactivas, cuyos niveles se corresponden con distintas fases de la profundización del nivel de base local.

Se pueden ver secciones con predominio horizontal, en las que la acumulación de sedimentos ha favorecido la disolución sobre la bóveda, resultando techos extremadamente horizontales que, básicamente se corresponden a lo que RENAULT (1970) describe como conjunto paragenético. El caso más significativo es el de la G-188 en Austingarmin. En esta cavidad, que constituye la cabecera de la red de drenaje subterráneo, podemos reconocer formas de disolución que han actuado, sobre todo en la zona cenital, modelando morfologías tales como entalladuras de corrosión, canales de bóveda y pendants; asimismo su perfil denota una evolución con un nivel de base muy estable a lo largo de un importante periodo de tiempo (BAUER, J. 1993). Otro caso muy significativo es el que forman las cavidades G-233 y G-... distantes entre sí 70 m y situadas a una altitud de 1100 m; ambas son vestigios de conductos formados por disolución, con techos extremadamente planos y con presencia de pendants y entalladuras. Relacionada con ellas, en cuanto a morfología y altitud, se localiza en Azabalakoatxa la cueva G-127; en todas ellas, sus continuaciones han sido exhumadas por la profundización de las vaguadas a las que abren sus bocas. Este conjunto de paleocauces, con sus morfologías asociadas, sugiere la existencia de un nivel de base de gran continuidad en el tiempo y a una cota (1100 m) muy por encima del actual nivel del mar.

Se localizan muchas otras cavidades, tanto en Austingarmin como en Obarreta, en las que se identifican también formas generadas por procesos de disolución; estos procesos con frecuencia tienen posterior continuación, ya bajo circulación libre, produciéndose un paulatino encajamiento del cauce, a este respecto podemos señalar las cavidades denominadas como G-217 al E de Lastrakoiturri, la ya citada G-127 y, sobre todo, las que configuran las redes de Austingarmin, Obarreta y Zulobin, en las que se suceden distintas fases evolutivas y donde podemos observar distintos niveles y paleoniveles.

Además de las formas subhorizontales que hemos descrito, también se localizan numerosas simas que no suelen alcanzar desniveles importantes (por los motivos ya señalados). Muchas de ellas son resultado del colapso de cavidades subyacentes que se desarrollan muy próximas a la superficie topográfica y en las que se producen derrumbamientos al aflorar estas por la erosión superficial; con frecuencia sus conductos son meandros gravitacionales en distinta fase de encajamiento (G-217) y en ellos las formas verticales no son más que el punto de acceso a la cavidad, dando lugar generalmente al típico cono de derrubios.

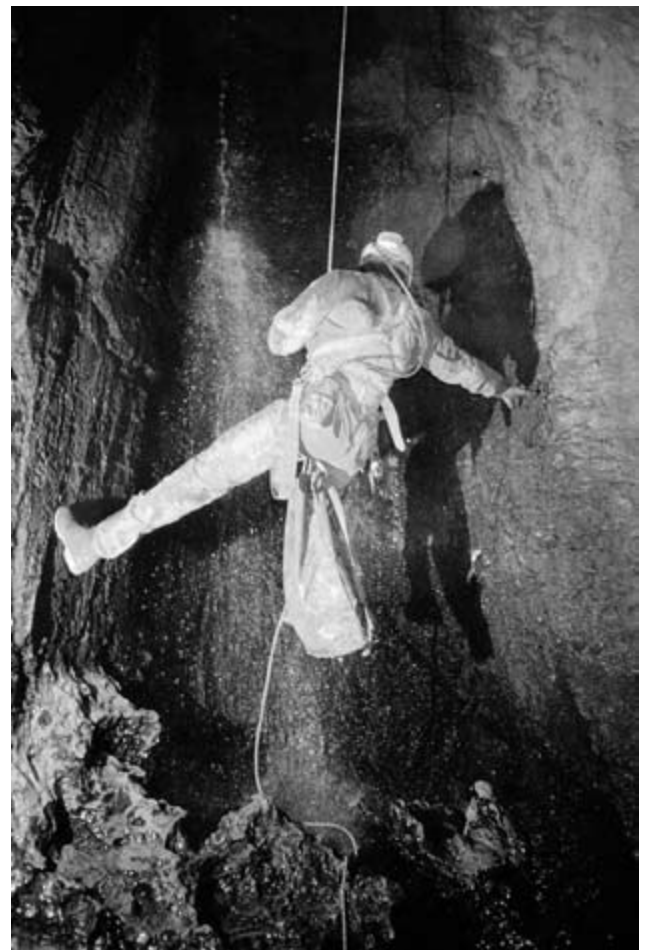
El suave perfil de los distintos cauces desde las mismas zonas de su cabecera favorece el predominio de depósitos fluviales de baja energía sobre otros más propios de cauces torrenciales, por ello, son muy escasos los sedimentos constituidos por elementos de cierto tamaño que no sean resultado de procesos clásticos. Los de mayor granulometría (decimétricos y mayores), los localizamos en la zona intermedia entre la boca superior de Obarreta y su cauce activo actual. Una excepción a esta norma la observamos en la parte SO de la zona, en donde encontramos cauces que proceden de las zonas de contacto; así, en Zulobin, existe un cauce con pendiente importante, que, junto a la disposición favorable de la boca, facilita la presencia a lo largo de la cavidad de grandes cantos de arenisca que, con frecuencia, alcanzan secciones de más de 60 cm e incluso en ocasiones tamaños métricos.

Depósitos similares se localizan en la cueva siglada como G-228, por encima de Azoleta. La amplia boca de esta cavidad dispuesta en plena vaguada ha favorecido un importante relleno de conductos por parte de bloques y cantos rodados, constituidos en su mayoría por materiales silíceos.

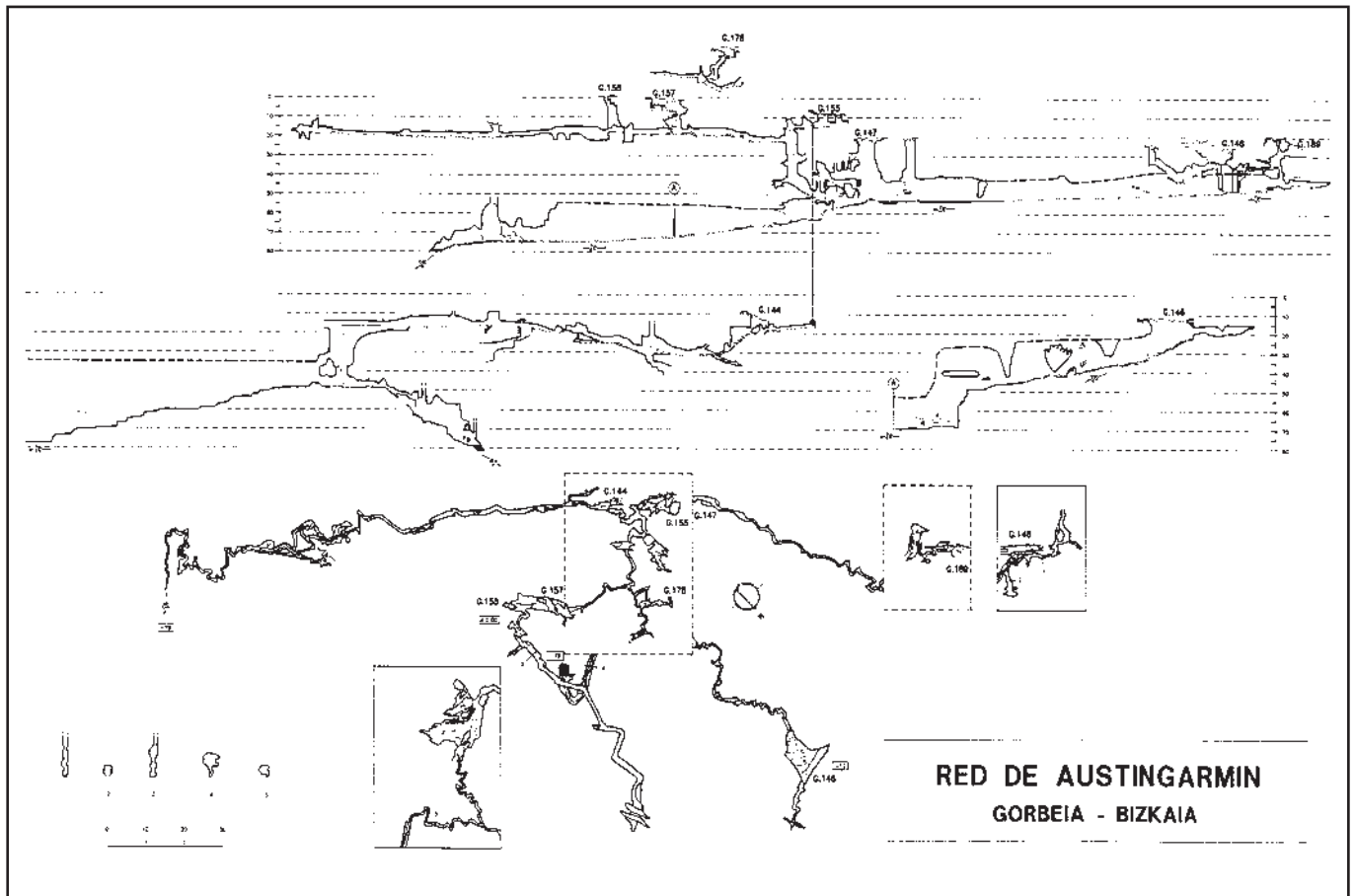
Existen importantes depósitos de arena en las galerías más altas de las redes de Austingarmin y Obarreta y en forma de gravas finas en esta última cavidad. Se localizan también otros menos importantes en muchas de las cavidades de la zona.

La actividad litogenética no es muy frecuente, probablemente a causa de la inexistencia de una importante capa edáfica que favorezca la acidificación del agua y su consiguiente saturación de carbonatos. La presencia de las clásicas estalactitas y estalagmitas se limita, prácticamente, al nivel inactivo de la surgencia de Azoleta (G-228), en la margen derecha del río Baias, en donde aparecen con cierta profusión. Encontramos también depósitos químicos en galerías próximas a la boca superior de la red de Obarreta; allí, se localizan formas de escasa pureza que llegan a colmar alguna galería, asimismo, se pueden señalar depósitos de poca importancia en G-125, G-127 y G-221.

La mayor parte de las cavidades del sector son pequeñas cuevas o simas, pero entre ellas se localizan tres de tamaño kilométrico, estas son las redes de Austingarmin, Obarreta y Zulobin, todas ellas con varios accesos, que sin poseer ninguna de ellas un desarrollo excepcional, sí que es considerable teniendo en cuenta la extensión total del afloramiento calizo. En general, se puede decir que es una zona con un índice de karstificación (MAEZTU, 1994) muy elevado, con 6.250 km de conductos por km², a este respecto hemos de considerar que se trata de una zona en la que las prospecciones y exploraciones no han concluido y que, por lo tanto, los distintos valores de los datos espeleométricos que se adjuntan aumentará, con toda seguridad, para cuando las exploraciones finalicen.



**Pozo activo en G-144. Red de Austingarmin.
Foto Iñaki Latasa**



LAS CAVIDADES MÁS IMPORTANTES

Seguidamente nos centraremos en aquellas cavidades que destacan por su recorrido y también por el importante papel que juegan en el funcionamiento hidrogeológico del conjunto ya que son precisamente estas, las que actúan como colectoras de los distintos drenajes.

AUSTINGARMIN-OBARRETA DATOS ESPELEOMÉTRICOS	
Extensión de la zona (km ²)	1.40
Nº total de cavidades	79*
Nº de cavidades /km ²	56
% de cuevas	85
% de simas	15
% por rango de dimensiones	
>1000 m	4
<1000 m	96
Suma de km de conductos	9.402*
Km de conductos/km ²	6.716
* GAES. Septiembre 99	

Red de Austingarmín

Con este nombre nos referimos a la red subterránea que suma los conductos de diferentes cavidades, todas ellas conectadas entre sí y participes de un mismo sistema de drenaje. Actualmente se conocen más de 10 accesos distintos a la red.

Su situación, en una zona con una intensa karstificación externa y la disposición de la galerías, próximas a la superficie topográfica, facilita la existencia de numerosas bocas, que pueden ser tanto en forma de cueva como de sima, entre las que encontramos amplios pozos (G-147) y otros con unas dimensiones más bien discretas como G-158. Estas bocas permiten acceder a distintos puntos del trazado de la red.

El conjunto de conductos está sujeto a un encajamiento progresivo del cauce que ha definido diferentes niveles erosivos, dando lugar a galerías de distinta sección y morfología; así, en los niveles más altos encontramos restos de conductos de disolución, con secciones elípticas y presencia de cúpulas cenitales.

El nivel activo actual esta formado por meandros gravitacionales en los que su anchura por lo general es bastante reducida (anchura media de 0,60).

En el conjunto de estas cavidades localizamos dos cauces de cierta importancia. El primero, que es el que ha podido ser observado en un recorrido mayor, está formado en realidad por dos corrientes distintas que confluyen procedentes de dos bocas diferentes (G-146 y G-189); a ese cauce se puede acceder también por las cavidades G-147, G-148 y G-155. Su perfil, con una pendiente no demasiado acusada, es el de un cauce relativamente evolucionado.

El segundo cauce presenta un perfil de mayor pendiente, al menos en el corto tramo en que ha podido ser observado. A este río llegamos por la G-144, tras recorrer galerías y meandros y descender varios pozos, entre ellos un amplio pozo de 32 m de desnivel y 10 x 7 m de sección con una estrecha cabecera.

Ambos cauces finalizan en sendos sifones que se sitúan a cotas similares (-78 m) y su relación no ha podido aún ser determinada.

La Red de Obarreta

La cavidad posee varias entradas, dos de ellas, las más meridionales, son amplios pozos resultado de la evolución en profundidad de dolinas nivales; la tercera es una cueva-sima situada ladera arriba de ellas y que comunica con el nivel que forman las anteriores a través de una red de pozos.

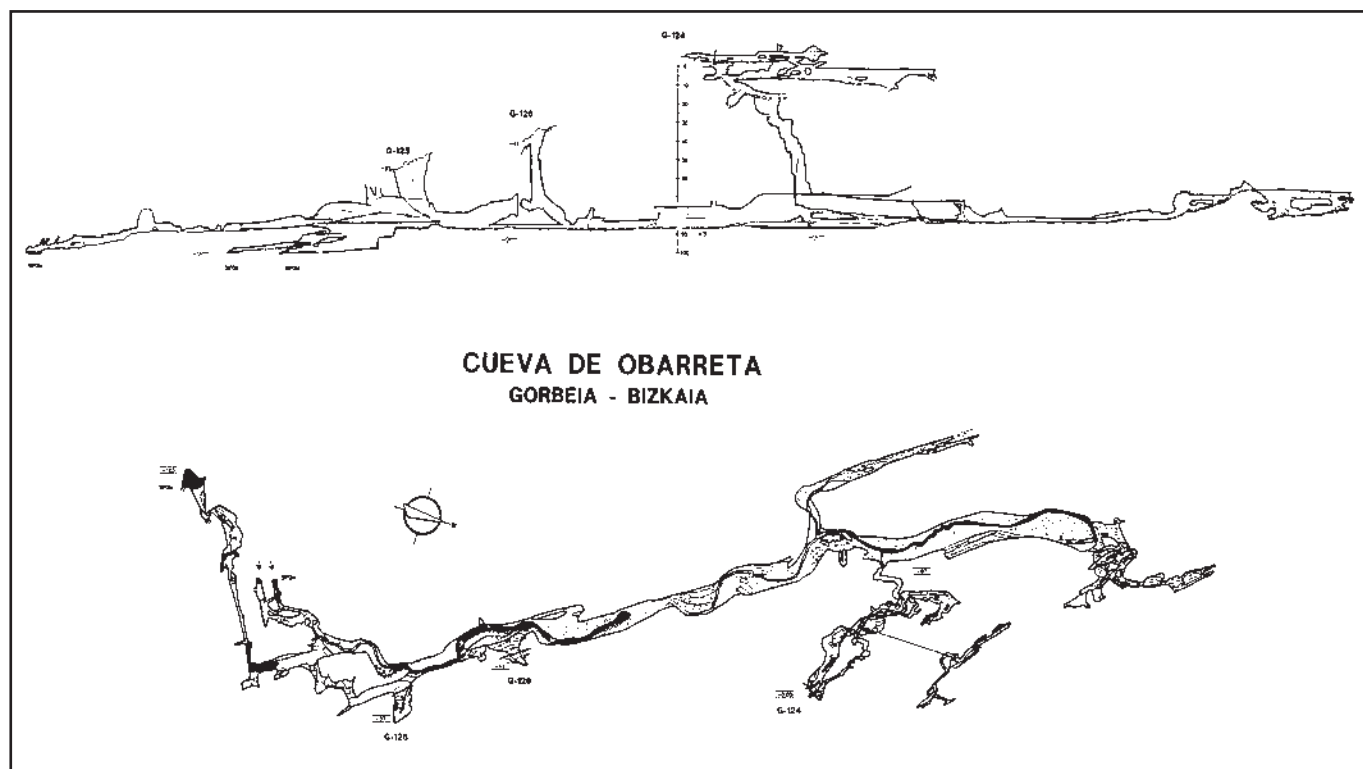
Accediendo por la boca situada más al sur, que resulta ser la que debe salvar menos desnivel para llegar al nivel de galerías inferiores, además de ser la más cómoda, pronto encontramos el cauce principal, que es resultado de la unión, aguas arriba, de distintos afluentes. Continuando hacia el Sur (río abajo) vemos como, tras un pasaje semicolmatado por bloques, el cauce se encaja profundamente al precipitarse sucesivamente por dos pequeñas cascadas; de esta profundización del lecho resulta una sección en «ojo de cerradura», con una parte superior de 4 x 2 m, en la que perduran las formas propias de circulación freática, con predominio de la disolución, y otra parte encajada 8-10 m con una anchura media de 70 cm.

Por encima de estas galerías localizamos un nivel inactivo formado, inicialmente, por conductos (de 6 x 3 m) que muestran una antigua circulación en condiciones de saturación y que, favorecido por una represa estalagmítica, sufre anegamientos cuando desborda el nivel activo. Toda esta zona tiene el suelo cubierto de gours de escaso relieve y aterrazamientos laterales de canto rodado cementado por concreccionamientos. Más allá de la represa la galería cambia de dirección y de aspecto, continuando por una diaclasa, con varios pasos de techo bajo que, tras 100 m de recorrido llega hasta una zona embalsada.

Río arriba circulamos por una galería amplia con depósitos clásticos y fluviales formados por cantos de tamaño centimétrico-decimétrico y con algunas zonas semi-inundadas; más adelante el cauce aparece encajado en el lecho de la galería, en una incisión de 2 m de profundidad; siendo en la parte superior su sección de 15 x 10 m. En los márgenes de la galería se localizan depósitos detríticos.



Incisión fluvial en Galería de Obarreta.
Foto Iñaki Latasa

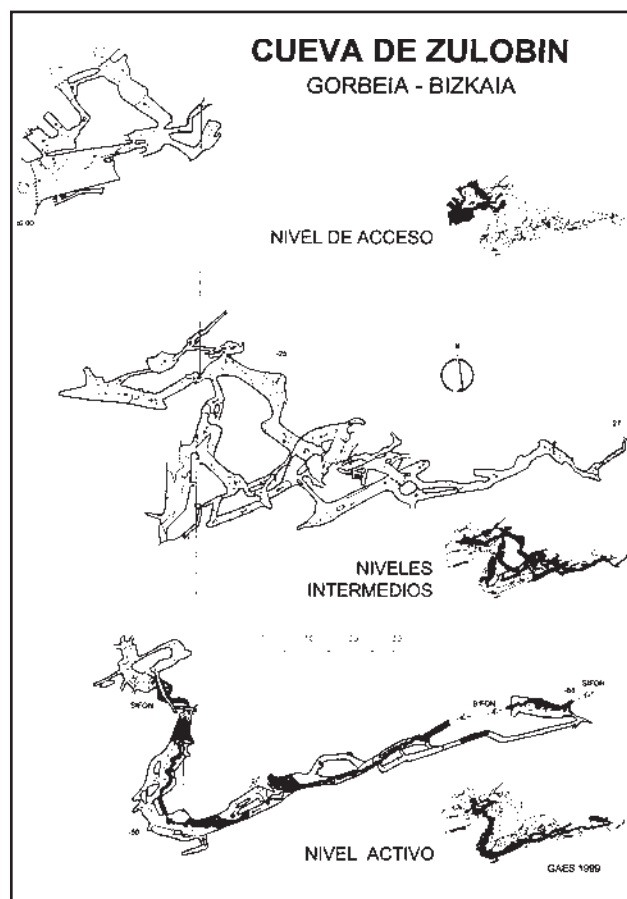




Galería en la cueva de Obarreta. Foto Iñaki Latasa

A 150 m de la boca inferior existe una bifurcación procediendo, de cada una de las galerías, cauces de caudales similares. La galería de la izquierda finaliza al llegar a un punto impenetrable situado en una zona de predominio vertical, en donde se aprecia actividad clástica y donde vemos aparecer el cauce por un sifón. La galería de la derecha lleva hasta una zona caótica, con galerías dispuestas a diferentes alturas y que forman un pequeño laberinto. En las zonas más altas se localizan rellenos brechoides cementados por depósitos de carbonatos. En las paredes se pueden ver algunas vetas de calcita con espesores de 0,6-1 m.

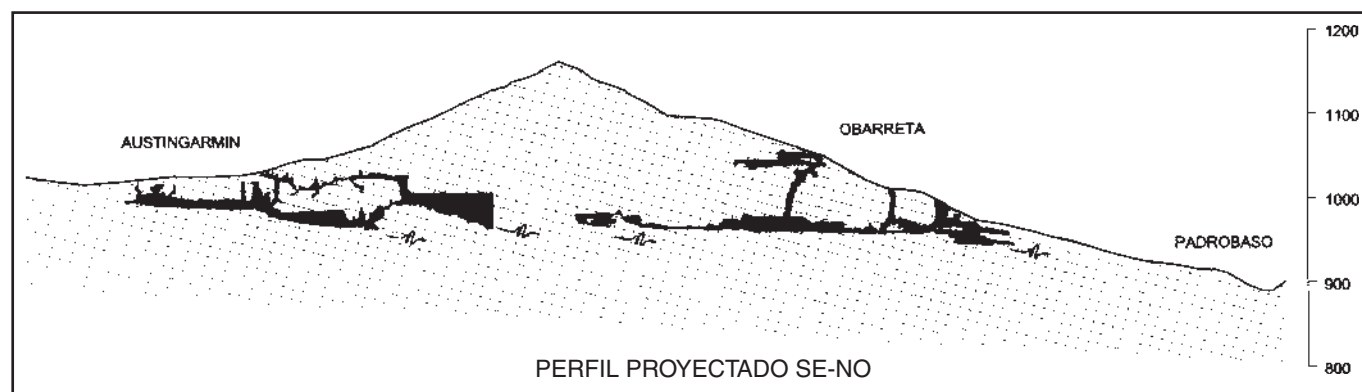
El conjunto de galerías que forma esta red subterránea se agrupa en dos direcciones preferentes (N-145°-E y N-60°-E), tal y como podemos observar en la topografía, lo que muestra un importante control estructural en su excavación.



En la boca superior (G-124) se aprecia un conducto subhorizontal que presenta distintas fases de encajamiento; en él existen áreas más o menos caóticas, producto de procesos clásticos, que no llegan a enmascarar su morfología inicial. En este nivel se localizan zonas con formas reconstructivas que colmatan totalmente el conducto. En las proximidades de la boca se localiza una zona descendente que comunica con el río de Obarreta a través de un afluente. Son meandros en los que se suceden pozos y resaltes con tramos subhorizontales cuyo hundimiento ha sido favorecido por la presencia del nivel de base (conducto de invasión). Una vez que la sima alcanza el nivel del río, el afluente discurre plácidamente por una galería meandriforme de 100 m de recorrido con el suelo cubierto por depósitos de carbonatos.

Cueva de Zuloabin

Se trata de una cavidad de compleja morfología que cuenta con más de 1300 m de conductos. Se puede acceder a ella por tres





Depósitos fluviales en Zulobin. Foto Oscar Sota

bocas diferentes pero próximas entre sí. Actualmente se encuentra en fase de exploración por lo que los datos espeleométricos que se citan son provisionales.

En su interior circula un cauce de relativa importancia que se relaciona con la surgencia de Lapurzulo, cavidad que se encuentra en sus proximidades y que colecta gran parte de las circulaciones subterráneas del sector.

Las galerías se disponen en varios niveles y subniveles que corresponden a distintas fases erosivas; así, vemos como el nivel superior, que es donde se encuentran las distintas bocas, corresponde a una red de galerías excavadas a favor de distintas fracturas ortogonales, con predominio neto de la dirección N-80-E. Esta dirección es mayoritaria en el conjunto de la cavidad y coincide con la orientación de la vaguada junto a la que se abren sus bocas y que conduce hasta Lapurzulo, cavidad relacionada también estructuralmente con la misma familia de fracturas.

La posición de las distintas bocas de Zulobin respecto a la ladera ha facilitado la invasión de estas por parte de materiales detríticos, materiales que han sido utilizados por el hombre para levantar muros en el vestíbulo de la mayor de las bocas de la cavidad.

A través de un pozo de 17 m accedemos a los niveles inferiores formados por galerías con un trazado laberíntico y dispuestas a diferente cota, en las que los conductos más elevados son, por lo general, galerías inactivas de sección freática y dimensiones medias de 1,5 x 2 m, en las que podemos ver depósitos fluviales.

El actual nivel activo, al que llegamos tras descender varios resaltes más, está formado por galerías de sección variable, aunque siempre de dimensiones relativamente modestas, que tienen su suelo profusamente ocupado por cantos rodados de gran sección, principalmente de arenisca. El perfil de la ga-

lería es bastante sinuoso, accidentado por pequeñas cascadas y represas. En la parte más profunda la pendiente se suaviza, hallándose allí varios sifones y pequeños embalses, en donde se puede observar arenas y limos sobre las paredes, depositados en fases de anegamiento por elevación del nivel de los sifones.

ARQUEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA

Las características de las cavidades de esta zona del macizo de Gorbeia las hace especialmente adecuadas para su uso como cobijo. En lo que se refiere a su uso por parte del hombre, se han localizado restos, tanto de necrópolis como de habitación, en distintas cavidades; a ello ha contribuido seguramente la existencia en las proximidades de distintas majadas en las que el pastoreo se remonta hasta el paleolítico (BARANDIARAN, J.M. 1964).

El aspecto paleontológico es también importante en la zona, en donde se han localizado, como resultado de la exploración espeleológica, numerosos hallazgos de restos óseos.

En el caso de los osos, son numerosos a su vez restos de yacijas de hibernación y, en menor medida, de improntas.

El caso más singular es el de una de las cavidades situadas en Obarreta, en donde el GAES ha localizado más de 50 oseras y también restos, entre otros, de un oso con una punta de flecha de sílex clavada, lo que da a entender que su muerte ha sido causada por hombres prehistóricos.

VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN

Los acuíferos situados en regiones kársticas son, por lo general, muy vulnerables a la contaminación (G.V., 1995); la



Galería freática con microformas de corriente. Foto Iñaki Latasa



Cabecera de pozo en Zulobin. Foto Iñaki Latasa

permeabilidad de las calizas y la naturaleza de sus drenajes, con una gran transmisibilidad hidráulica y con poca capacidad filtrante, hace que el riesgo potencial sea muy elevado. En el caso que nos ocupa, la escasa presencia humana en el sector, hace que las agresiones hacia el medio subterráneo se limiten a la esporádica utilización, por parte de algún excursionista o en los escasos asentamientos pastoriles, de las simas como basurero y también a su uso como vertedero ocasional para animales muertos, como hemos podido observar en distintas cavidades.

Hidrologicamente esta zona es parte de la subunidad del Baias, a la que descarga bien directamente hacia el cauce o bien a través de distintos manantiales, como ya se ha especificado en el apartado de hidrogeología. Todo esto es necesario de tener en cuenta ya que, las aguas del Baias son captadas para su consumo e incorporadas al Sistema Urkabustaiz de la Diputación Foral de Alava (CGS, 1997).

AGRADECIMIENTOS

A todos los miembros del GAES, ya que este artículo es consecuencia del trabajo de zona que el grupo desarrolla en el Gorbeia vizcaíno y, de alguna manera, fruto de su esfuerzo colectivo. A Javier Maeztu, por sus siempre enriquecedoras observaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, A. 1983. Lluvias de Agosto de 1983 y comportamiento del karst de Gorbeia. Kobie (GEV) n°13 pp 225-230.
 BARANDIARAN, J.M. 1964. Las cavernas prehistóricas en la mitología vasca. Cuadernos de Historia Primitiva 2. Madrid
 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.
- 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. 377pp.
- GAES, 1999. Inventario de cavidades del Gorbea vizcaíno. Inédito.
- G.V. 1995. Mapa de Vulnerabilidad a la Contaminación de los Acuíferos de la C.A.P.V. Eusko Jaurlaritza/Gobierno Vasco. Gasteiz.
- LATASA, I. 1997. Los karst del Gorbeia vizcaíno. El Mundo Subterráneo en Euskal Herria. Etor-Ostoa. Lasarte, pp 138-147.
- LEIZAOLA, F. 1978. Notas sobre el pastoreo en el Gorbea. Aurrman S.A. Bilbao.
- LLANOS, H. y GARFIAS, J. 1996. Reconstrucción de hidrogramas de manantiales en la unidad hidrogeológica del macizo del Gorbea (País Vasco). Contribuciones a la investigación y gestión de las aguas subterráneas. Universitat Jaume I. Castellón, pp 115-130.
- 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.
- UGARTE, F.M. 1989. Geomorfología de las unidades kársticas situadas en los montes vascos. El Karst en España. Monografías nº4. Sociedad Española de Geomorfología. Madrid, pp 121-130.

EL KARST DE ALOÑA-AIZKORRI-ARATZ

Carlos ERAÑA, Iñigo ARRIZABALAGA, Keltze ARRUE, Xabier AZKARATE, Xabier AZKOAGA, Joseba DORADO, Diego DULANTO, Ricardo ERAÑA, Iñigo EZKIBEL, Aritz GALDOS, Josu LAKONTZA, Andoni OLALDE, Jon UGARTE, Santiago UGARTE.

ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA

Errekalde 31 behe

20560 Oñati (Gipuzkoa).

amet@euskalnet.net

(Recibido en Octubre de 1999)

RESUMEN

El objetivo de este artículo sería ofrecer un resumen de los trabajos espeleológicos realizados en el karst de Aloña - Aizkorri, situado en la sierra de Aizkorri, Gipuzkoa.

LABURPENA

Aizkorriko mendizerran, Aloña eta Aitzgorriko karst-ean egindako lan espeleologikoen laburpena eskaintzea izango litzateke artikulu honen helburua.

ABSTRACT

The aim of this article is to provide a summary of the speleological works carried out in the karst area of Aloña, Aizkorri situated in the Aizkorri mountain range, Gipuzkoa

ENCUADRE GEOGRÁFICO

El karst de Aloña - Aizkorri - Aratz se localiza en el macizo de Aizkorri, Montes Vascos, situados entre los Pirineos y los Picos de Europa, al N de la Península Iberica. Encuadrado en el SW de Gipuzkoa a 35 Km de distancia del mar Cantábrico limita con la provincia de Araba al S. Abarca una superficie de 51 Km² repartidos entre los ayuntamientos guipuzcoanos de Oñati, Legazpia y Zegama en su parte septentrional. Buena parte de su zona central pertenece a la Parzonería General Urkilla - Altzania de Araba y Gipuzkoa.

En su ladera septentrional se localizan los nacedores de los rios Deba, Urola y Oria que atraviesan la provincia de Gipuzkoa de S a N para desembocar en el mar Cantábrico. En la ladera meridional se localizan una serie de nacedores tributarios del rio Barrundia afluente del Ebro.

El macizo de Aizkorri tiene forma de arco adelgazado en su parte media, lugar donde es cortado por el profundo valle en V de Araatz, quedando el macizo separado en dos sectores: el occidental comprende las crestas calizas de Orkatzategi (874 m) - Andarto (1076 m) - Kurtzeberri (1164 m) y el oriental comprende el cresterio de Aloña (1248 m) - Aizkorri (1528 m) - Aratz (1433 m) zona esta última objeto de este estudio.

Los accesos al interior de la sierra son numerosos. Reseñaremos los principales. Así para llegar a la zona occidental el punto de acceso más cómodo es Oñati, siguiendo la ruta Aranzazu- Urbia, para acceder a la zona oriental el camino más cómodo es por Otzaurte, tomando la pista que conduce a San Adrian ó bien acceder por Araba desde Zaldueño tomando la pista que nos sitúa en el aparcamiento de Zumarraundi.



Karst de cresta de Kantabera, alternancia de calizas de rudistas y calizas impuras.

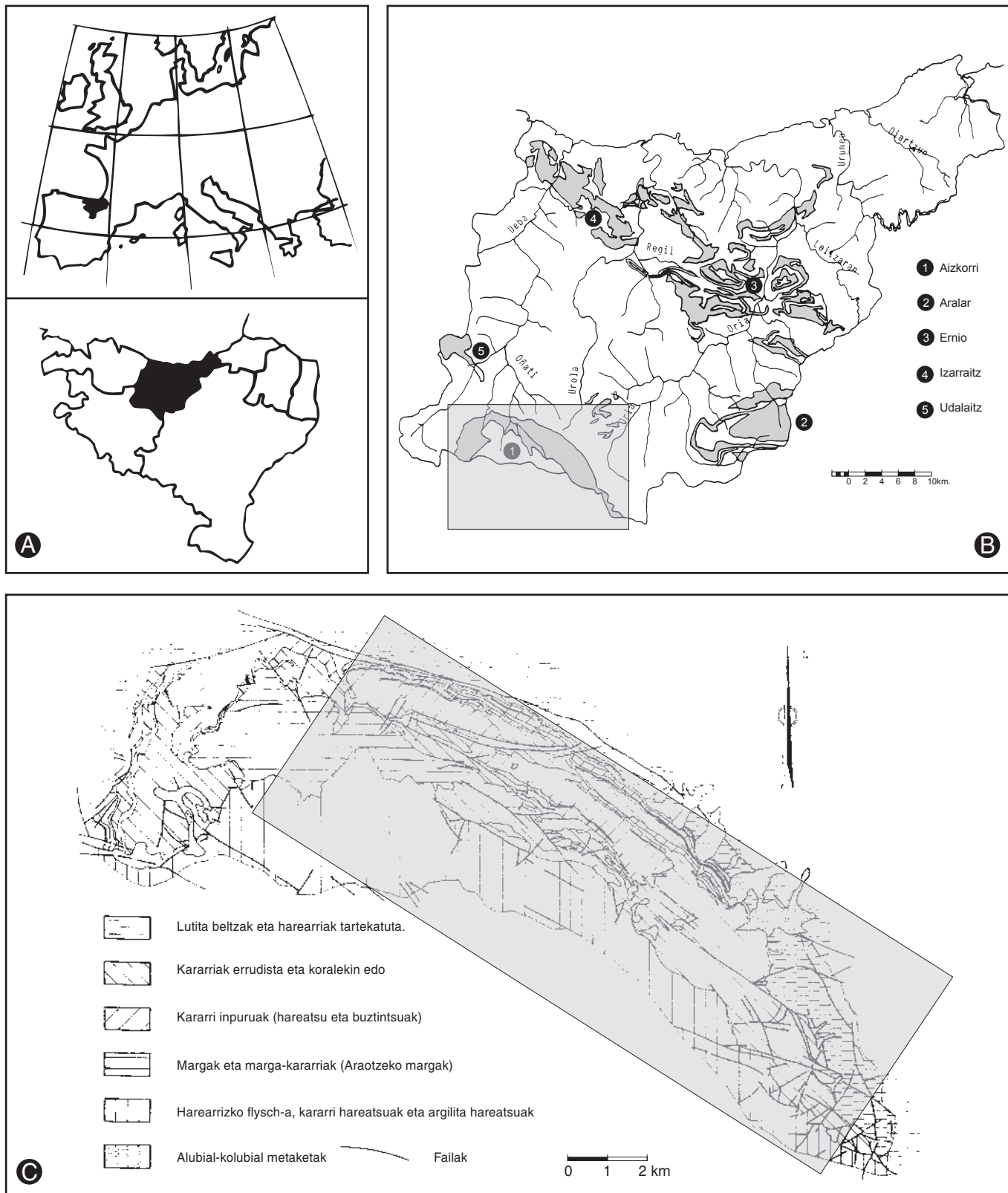


Figura 1. A) Situación geográfica de la provincia de Gipuzkoa. B) Situación de los principales macizos kársticos guipuzkoanos. c) Mapa geológico del macizo de Aizkorri.

MARCO GEOLÓGICO

La zona forma parte de la rama más meridional del Anticlinorio de Vizcaya, con una dirección predominante NW-SE. Pertenece a la sierra de Aizkorri, descrito por Rat como un anticlinal disimétrico ligeramente encorvado hacia el N, alargándose hacia el SE. Las crestas están delimitadas por el flanco S del anticlinal en el cual está localizado casi toda la masa urgoniana.

ESTRATIGRAFÍA

Estos datos han sido tomados de las hojas 113-I, 113-II y 88-III del Mapa Geológico del País Vasco. Escala 1:25000. Editado por el EVE.

El macizo de Aizkorri está compuesto fundamentalmente por materiales de edades comprendidas entre el Neocomiense-Barremiense (Cretácico inferior) y el Cenomanense (Cretácico

superior). A grandes rasgos se pueden **diferenciar los siguientes complejos**:

Complejo Purbeck-Weald

Es un conjunto de materiales detríticos, principalmente lutitas negras y areniscas alternantes, que afloran en una amplia zona al W del macizo, así como en una estrecha franja en el NE del mismo. Materiales depositados por una progradación de un abanico deltaico de gran magnitud.

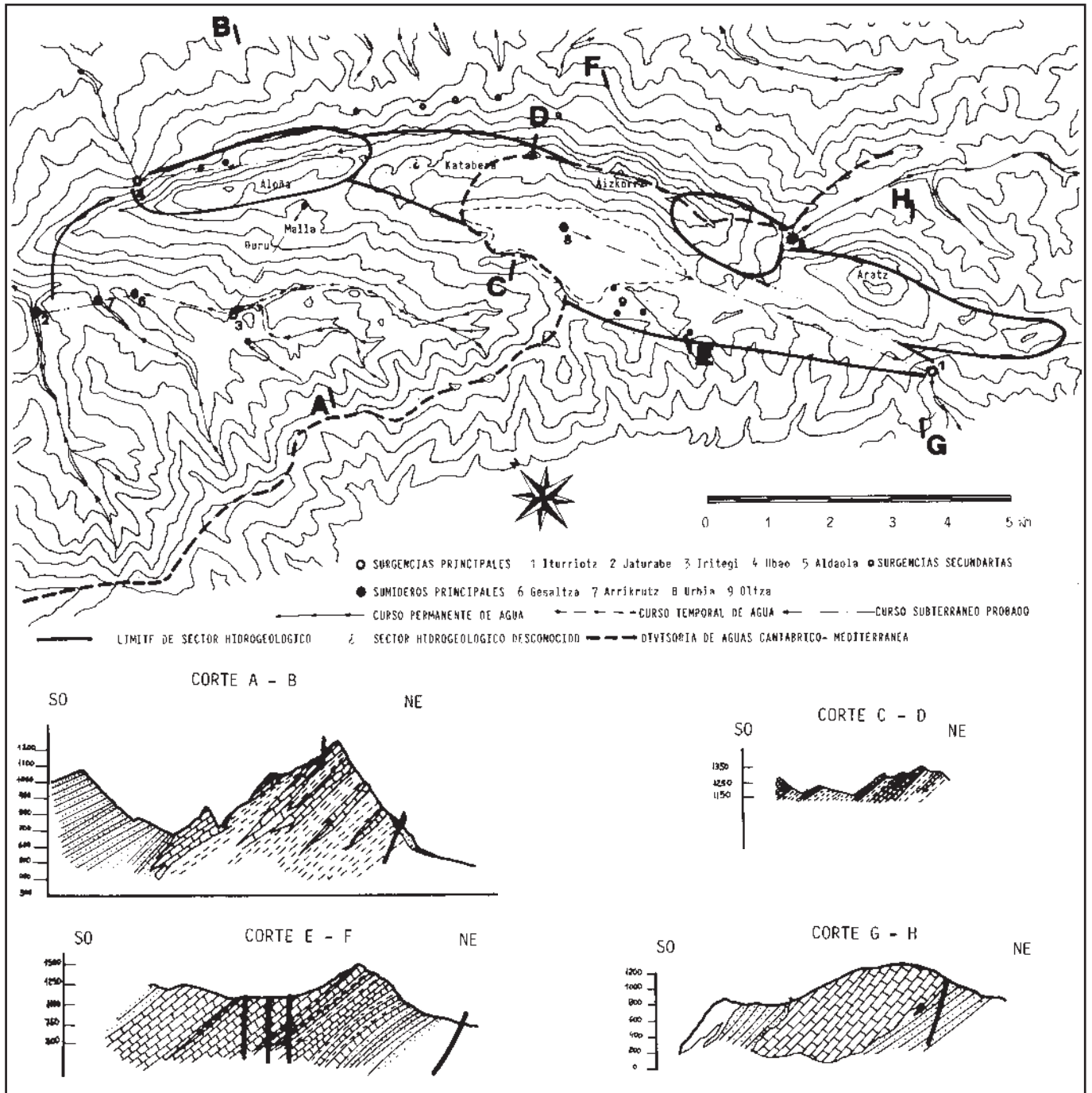
Complejo Urgoniano

Agrupar una gran variedad de litologías y facies. No obstante, por la extensión o significación de sus afloramientos se diferencian tres litologías principales:

- **Calizas de rudistas y corales masivos o en bancos métricos.** Constituyen la banda central de la sierra y los principales

relieves del mismo: cresterío Aloña- Artzamburu - Aizkorri - Aratz, etc. Estos materiales presentan el principal desarrollo kárstico en Aizkorri. Caracterizados por la presencia de intercalaciones de ostreidos (genero *Chodrodontra*), asociadas a montículos arrecifales micríticos. Presentando un núcleo micrítico (con rudistas, corales, algas y otra fauna) y unos flancos brechoides, calcareníticos o en paso gradual a depósitos biostromicos normales de plataforma.

- **Calizas impuras (arenosas y arcillosas).** Se encuentran bien estratificadas y se intercalan con las anteriores separando las distintas barras de calizas de rudistas. La karstificabilidad de estos materiales es muy inferior a la de las calizas más puras. Se localizan en el NW del macizo.
- **Margas y margocalizas (margas de Araotz).** Estos materiales constituyen el término menos competente de macizo. Con frecuencia funcionan como borde impermeable de los términos anteriores a techo de las calizas de Madina.





Karst de cresta de Katabera sobre calizas de rudistas. Zona fuertemente lapiazada entre dolinas y crestas.

Complejo Supraurgoniano

Corresponde a una sucesión de facies flyschoides de areniscas con matriz calcárea, calizas arenosas y argilitas areniscosas. Se localizan principalmente en la zona de Elgea y Urkilla, dando los característicos relieves alomados que constituyen el límite entre los Territorios de Gipuzkoa y Araba

TECTÓNICA

La sierra de Aizkorri ha sido definida por diferentes autores (IGME, EVE, D.G.F., 1987) como un anticlinal disimétrico, con una estructura cabalgante, formado por un edificio arrecifal de calizas muy puras (rudistas y corales) en la cual se intercalan bancos de espesor variable de margo-calizas, margas y calizas grises. La dirección de la estructura es NW-SE con pendientes de 30 a 50° de dirección SW.

Los esfuerzos tectónicos de dirección SW-NE han fracturado el anticlinal de Aizkorri, en un sistema ortogonal de fracturas y fallas, con un sistema de fallas de dirección predominante perpendicular al eje del anticlinal (fallas de desgarré) y una segunda dirección más o menos paralela al eje, con fallas de gran longitud N 100-130E.

Esta representación tectónica, se ofrece en detalle solo en la parte oriental (Otzaurre-Aratz), pero creemos que este estilo se da a lo largo de la cadena, algunos datos nos hacen intuirlo: falla de Arrikruz, de Jaturabe, pequeño desgarré en las crestas de Orkatategi, Valle de Arbe.

En la zona oriental los buzamientos cambian de valor a medida que avanzamos de E a W (20 a 30° de Aloña- Urriagain; 30-45° Katabera; 30° Aizkorri) e igualmente desde la parte alta del flanco S del anticlinal, hacia la parte baja del flanco (lentejones de Madina, Gesaltza, Bellotza 20-30°).

El monoclinial de Elguea-Artia-Urkilla es una estructura formada por argilitas y areniscas en su base (superpuestas a las

calizas urgonianas y a las margas de Araotz), sobre las que se sitúan las areniscas del Albiense Medio. Esta formación queda topográficamente desgajada del flanco S del anticlinal de Aloña, por el surco abierto por el valle del río Aranzazu en su cabecera y por la incisión de la cubeta de Araotz. Su dirección predominante es E - W, con buzamiento generalizado hacia el S (15-30). Esta formación cubre todo el área meridional del valle de Oñati, desde el límite de Aretxabaleta (cumbre de Saiturri), hasta la muga de la Parzoneria de Urbia, con alturas máximas entre 1100-1200 m y una longitud total de 10 Km.

GEOMORFOLOGÍA

EXOKARST

Los principales factores geomorfológicos serían los siguientes:

- Clima Atlántico con relictos de clima glacial o periglacial debido a la altitud.
- Divisoria de aguas con erosión mucho más activa por el N.
- Distorsión de la red hidrográfica por el karst.
- Estructura de Anticlinal cabalgante con pendientes altas que favorece el desarrollo del lapiaz.
- Karst cántabro con profundización del nivel de base.

Fisiografía

El tipo de relieve del macizo de Aizkorri es bastante escarpado. Debido a la falla cabalgante que se extiende a través de toda la cara N, las calizas se elevan abruptamente, alcanzando un desnivel pronunciado.

El punto más alto es Aitxuri con 1551 m mientras las tierras de Zegama se encuentran a 1150 m de desnivel más abajo, a 3,5 km. de distancia en línea recta.

Destaca el espolón montañoso de la sierra Aloña - Aizkorri - Aratz, de dirección NW-SE, entre las cotas de 1200-1500 m con

un recorrido de 16 Km., de los cuales 6 corresponden a la Sierra de Aloña. Al N del cresterío hay un gran escarpe tajado por las cabeceras de los ríos Cantábricos, mientras al S se localiza una cresta que drena hacia el río Aranzazu con desniveles del 40°.

También son de destacar los relieves residuales calcáreos que por todo el macizo emergen entre las depresiones.

En el interior del macizo se emplazan las depresiones kársticas de Urbia y Oltza, así como el cañón de Aranzazu.

Al S de todo el macizo se localiza la Sierra de Elgea-Artia-Urkilla. Estructura formada por argilitas y areniscas en su base, sobre las que se sitúan las areniscas del Albiense Medio. Esta formación queda topográficamente desgajada del flanco S. del anticlinal de Aloña- Aizkorri, por el surco abierto por el valle del río Aranzazu en su cabecera. Su dirección predominante es E-W, con buzamiento generalizado hacia el S. (15 - 30°).

Esta formación cubre todo el área meridional del Valle de Oñati, desde el límite de Aretxabaleta (cumbre de Saiturri), hasta la muga de la Parzonería de Urbía, con alturas máximas entre 1100 y 1200 m, y una longitud total de unos 10 Km. (UGARTE,1982).

De N a S se distinguen las siguientes formas:

En todo el extremo meridional se sitúa el **cresterio de Aloña-Aizkorri-Aratz** de dirección NW-SE, entre las cotas de 1200-1500 m. con un recorrido de 16 Km. Este espolón montañoso esta constituido por tres grandes unidades, que de W a E son: Aloña, Artzamburu y Aizkorri. Las diferencias entre dichas unidades es notable, puesto que en tanto que la primera forma un cresterio monoclinal que alcanza los 1200 m de altura, así como grandes escarpaduras tanto al N como al S, la segunda unidad posee desniveles menores, ya que su flanco N limita con la cabecera del río Urola; la tercera unidad es la más alta (Sierra



Dolina de collado, tipo "jou", entrada de la sima Katabera 3.

de Aizkorri), que rebasa los 1500 m de altura, con enormes desniveles hacia el N, al valle de Zegama (río Oría) que superan los 1200 m, mientras que hacia el S limita con el sector oriental de la depresión de Urbia.

La Sierra de Aloña, de 120 - 300° de dirección y 6 Km. de longitud, contiene las siguientes cimas: Gorgomendi 1248 m; Buetraitz 1325 m; Arkaitz 1315 m; Errikoaitza 1267 m. El relieve resultante es una cuesta múltiple (según las barras arrecifales que entran en juego), con el frente de cuesta hacia el N y el dorso en dirección opuesta (Valle del río Aranzazu). El contacto mecánico (cabalgamiento) con las argilitas-areniscas del valle de Oñate se realiza en el sector W (Urteagain) a medida que avanzamos hacia el E, de modo que en Katabera, límite E, el contacto tiene lugar a los 900 m. La base de la formación: las areniscas, arcillas y calizas de la facies Weald aflora entre los 720 y 900 m desde el centro hacia el E.

El frente N aparece escalonado entre la base de las calizas (antes delineado) y las crestas superiores (entre 700 y 1400 m). Los escalones, naturalmente, corresponden a las barras arrecifales, siendo en el centro de la cuesta (línea Ubao-Gogomendi), donde estas barras afloran más nítidamente (4 barras importantes) adelgazándose y decreciendo, en algún caso, hacia los extremos. Los buzamientos son moderados en el sector W (20-30°), mientras que se hacen más inclinados hacia el E (40-50°) en la zona de Katabera y Artzamburu.

El dorso de la cuesta presenta tres sectores bien definidos:

1.- La parte W de la sierra de Aloña, entre Urteagain y la cima de Gorgomendi (y sus vertientes), presenta un relieve tendido y convexo, correspondiente a la morfología de las calizas biostrómicadas que cubren toda la superficie superior, a excepción de una barra arrecifal que a media ladera entre Atxuri y Malla (650 -1000 m) recorre la vertiente, introduciendo un resalte en el relieve convexo. El afloramiento de caliza arrecifal en este sector es minoritario, ocupando la vertiente debajo de la barra de Atxuri hasta el nivel del río (margen derecha) y llegando hasta las inmediaciones de Aranzazu.

A media vertiente del flanco S se sitúan dos depresiones karsticas: Duru y Malla.

2.- En la zona del cresterío a partir de la cima de Gorgomendi hacia el E (Biozkorna-Artzamburu), aparece una barra arrecifal (la superior) que se amplía hacia el E (pocas docenas de metros en Gorgomendi, algunas centenas, 3 ó 4, hacia Buetraitz y Biozkorna).

3.- Por último, la parte meridional del flanco S, separada de los sectores anteriores por la incisión ortoclinal del río Aranzazu, presenta características de relieve residual:

- pequeña cresta, con valle seco al frente, tallado en calizas biostrómicadas, en el caso de la barra de Madina.
- resto de barra, profundamente karstificada en el interior, caso de Gesaltza.
- pirámide caliza, Aitzabal (Aranzazu, 750 m) incidida por la erosión fluvial en varios flancos y profundamente karstificada en el interior.
- Barra en la que se ha tallado la garganta del río Aranzazu (Bellotza-Erbizkun) y karstificada en superficie.
- Pirámide de Gaztelu-Aitz (Aranzazu, 918 m) terminal de la barra anterior hacia el SE (UGARTE, 1982).

La Sierra de Artzamburu (Katabera) de dirección SW-NE y 3 Km. de longitud contiene las siguientes cimas: Artzamburu 1368 m; Kargaleku 1376 m; Aizkola 1370 m; Burnikuzaitz 1433 m. El relieve resultante es un karst muy original, y de características muy diferentes a cualquiera de las restantes zonas calcáreas de la Sierra de Aizkorri. Ello ha sido debido a la existencia de una barra de rocas calcáreas urgonianas en plena crestería, que alcanzan una

notable extensión superficial y que no puede ser comparada a ningún otro sector de la sierra. Dicha barra aparece fuertemente plegada, con buzamientos hacia el S (en torno a los 48°) y con una fuerte fracturación y diaclasamiento. (ALONSO, UGARTE, 1981).

El dorso de la cresta, al S, presenta un perfil suave, correspondiente a la morfología de las calizas biostrómicadas. Sobre ella se ha formado la depresión de Urbia (1.100 m). En el fondo de la depresión se localiza una corriente superficial de agua que se sume en el contacto con las calizas calcáreas urgonianas. La parte meridional de la depresión se apoya en los resaltes calizos de Enaitz 1300 m y Zabalaitz 1264 m Las laderas del SW de Enaitz y Zabalaitz descienden en rampa hasta el talweg del río Aranzazu.

La Sierra de Aizkorri de dirección SW - NE y 3,2 Km de longitud contiene las siguientes cimas: Arbelaitz 1513 m; Iraule 1511 m; Aitxuri 1551 m; Aketegi 1477 m; Aitzabal 1519 m y Aizkorri 1528 m. De Aizkorri hacia el SSE desciende hasta la el túnel de San Adrian (1005 m). El frente N es una gran escarpe vertical que supera los 1200 m de desnivel, tapizado por depósitos de gran extensión constituidos por coluviales de bloques.

El dorso S de gran pendiente esta profundamente karstificado y cubierto de un bosque de hayas. En su base se localiza la depresión de Oltza continuación E de Urbia, que al igual que esta última es una zona de pastos.

El pastizal de Oltza está limitado al E por el dorso de la cuesta de Aizkorri, al NE por el lapiaz de Aitzgaizto, al W por el pasillo de areniscas (que descienden del monte Pinpil) que se encajan entre los resaltes calizos de Petrinaitz (1217 m) y Burgalaitz (1289 m) y al SW por el lapiaz de Aldasbarreneta.

Al SE de Burgalaitz se localiza el polje de Sutoki en el contacto con las areniscas que descienden desde el alto de Askiolagaña 1234 m.

Ya en territorio Alavés la sierra continua (Sierra de Altzania). Se trata de una sucesión de pirámides calizas (Aratz, 1143 m; Allarte, 1231 m; Umandia, 1224 m; Albéniz, 1012 m; Olano, 1082 m) que aparecen en orden decreciente de NW a SE y que finalizan en unas lomas de arenisca que conforman el Arbarrain (1119 m), también denominado Iru Muga por coincidir en su vértice Araba, Gipuzkoa y Nafarroa. (MAEZTU, J.J, 1996).

Lapiaz

El afloramiento de la barra superior arrecifal en el cresterío Aloña-Aizkorri crea las condiciones estructurales propicias para la formación del lapiaz. Esta barra no es uniforme (anchura y potencial del afloramiento, intensidad de la tectonización) a lo largo de las crestas.

En el sector Buetraitz-Akaitz (1100 m) el lapiaz presenta un aspecto de fuerte diaclasamiento (90-100° E/ 270-280°W; con inclinación de 65-80°); con gran profundidad (1,00/1,5 m de profundidad visible). Con alineación del roquedo en la dirección de las diaclasas. No existe apenas vegetación, salvo algún retazo de pradera alpina en las fisuras más amplias y algunas plantas rupícolas. Algunos pequeños gelifractos abundantes y procesos actuales de destrucción de las formas de corrosión. (LAPI. Kluffkarren, lapiaz en diaclasas y LAPA. Wandkarren, lapiaz en pared).

En el sector entre Malla y la barra superior del cresterío (barra arrecifal 1000-1100 m). Se observa destrucción de formas de corrosión subactuales: kamenitsas, surcos, canales. Actualmente la corrosión/ erosión se profundiza, aprovechando el diaclasamiento y los planos de estratificación. La diaclasación, es mucho menos importante aquí que en el caso anterior. (FECO. Crypto-kluffkarren, fisuras corroidas).

En el flanco S de la Sierra de Aloña en cotas situadas entre los 600 y 800 m. Calizas aflorantes intermitentemente, semicubiertas por coluviones y rellenos limoarcillosos. Vegetación abundante de tipo arbustivo y subarbustivo. Formas de corrosión preponderante: kamenitsas, canales de escorrentía, etc.. (LACA. Rillenkarren, ca-

nales de escorrentía y LAPO. -Kamenitsa. Nidos de ave, pozos) (UGARTE, 1982).

En la zona de Katabera se observa restos de lapiaz subnival, sobre todo en las dolinas, con surcos de pared de tipo Rinnenkarren o Wandkarren, lapiaz meandriforme (Meanderkarren) y de kamenitzas. (BÖGLI,1976; FABRE et NICOD,1981). Este tipo de lapiaz, engendrado sobre otras condiciones climáticas, se transforma actualmente en un lapiaz de diaclasas (Kluffkarren) con bordes redondeados.

En la zona de calizas margosas, el lapiaz no aflora más que en los bordes de dolinas y sobre las vertientes de fuerte pendiente. Kluffkarren donde las diaclasas alargadas presentan un dirección de 215°, con crestas redondeadas.

Dolinas

Se distinguen diferentes tipos de dolinas dependiendo del lugar y tipo de sustrato donde se han generado: dolinas de contacto, dolinas de fondo de valle, dolinas de collado, dolinas de vertiente.

• Dolinas de contacto o dolinas de erosión - disolución.

Situadas en el contacto de las calizas con las argilitas-limotitas-areniscas de la sierra Elgea-Urkilla-Artia.

Estas pueden ser inactivas o activas con "ponors". Su tamaño varía según el tamaño de la cuenca de captación de aguas.

Presentan una zona en rampa situada sobre el sustrato impermeable y un frente vertical en el corte calizo. La mayoría de ellas están obstruidas por cantos de arenisca con matriz arenosa que los hacen muy inestables y acúmulos de hojarasca del hayedo, otras muchas tienen su continuación hacia el endokarst.

De NW a SE se localizan dolinas con ponnors en el contacto de las areniscas con los relieves residuales emergentes en la zona



Dolina de vertiente. Aizkorri Bizkarreko Lezia 3.

media del río Aranzazu. Sector S de las peñas calcáreas de Aitzabal (Okola), S de la barra de Bellotza-Erbizkun, S de la pirámide de Gazteluaitz. También se localizan en las zonas altas en el contacto de las areniscas con las depresiones de Urbia, Oltza y Sutoki.

- **Dolinas de contacto calizas arrecifales y calizas margosas:**

Situadas en las zonas altas cercanas al cresterío. En el contacto entre las largas barras de calizas arrecifales y margosas con dirección 215-35°. Presentan un contorno irregular y microtaludes en el lado de las barras arrecifales. Algunas de ellas se concentran formando úvalas (Katabera 9) y otras dan lugar a simas: Katabera 17, Katabera 19.

- **Dolinas en zona de cresterío sobre calizas margosas.**

Situadas en las zonas altas, en las largas bandas de calizas margosas dirección 35-215°. Dolinas embudo, de origen climático, muy regulares y homogéneas, profundas, de tamaño métrico a decamétrico, cubiertas de vegetación y alineadas en ciertos casos sobre la dirección de las principales fisuras. El lapiaz aflora sobre el borde de alguna de estas dolinas. Entre las dolinas se localizan crestas redondeadas de calizas margosas.

Este tipo de dolinas se localizan principalmente en la zona de Gorgomendi y Katabera.

- **Dolinas de fondo de valle ó dolinas de disolución.**

Dolinas en cubeta poco desarrolladas en profundidad, circulares, de bordes poco abruptos que descienden en suave pendiente hacia el fondo recubierto con relleno arcilloso, cubiertas de vegetación. Alojadas sobre sustratos de calizas margosas o coluviones-aluviones de fondo de valle. Se localizan en los poljes de Urbia, Oltza y Malla.

En épocas de lluvias y nieves, algunas de ellas permanecen inundadas de agua por su baja permeabilidad debida a la naturaleza del sustrato.

- **Dolinas de collado o de cordal.**

Situadas en la barra arrecifal del cresterío. Dolinas tipo "jou" en las que la nivación habrá tenido un papel importante en su génesis. Dolinas embudo ó dolinas pozo, de diámetro no superior a los 100 m, de escarpes verticales, colmatados en su fondo por derrubios cálicos y a veces acaban en simas que, en el caso más espectacular, llegan al centenar de metros. Formadas en el cruce de diaclasas. Los bordes de este tipo de dolinas aparecen fuertemente lapiazados, y en especial siguiendo el buzamiento de los estratos.

Aparecen alineadas en dos direcciones dominantes, W.NW-E.SE, en la que se sitúan la mayor parte de las colinas, en especial en el tramo de Katabera, estas dolinas se localizan agrupadas alrededor de una cresta caliza 1370 m, entre las cotas 1300-1325 m, separadas entre sí por unas estrechas crestas fuertemente lapiazadas. La agrupación alineada en dirección N.NE-SSW es menos importante, y las dolinas se presentan en grupos separados e individualizados.

Estos tipos de dolinas también se localizan en cotas más bajas (1100m), lapiaz de Aizgaizto-Urdabide, entre los pastos de Urbia y Oltza. Esta zona es un extenso y llano lapiaz del que solamente sobresalen crestas calizas. Esta zona al igual que la de Katabera presenta zonas llanas en donde en épocas anteriores pudieran acumularse gran cantidad de nieve, permitiendo la formación de pozos de nieve.

- **Dolinas de vertiente.**

Adaptadas a la estructura, presentando un flanco descendente en el sentido del buzamiento y un flanco abrupto en el opuesto finalizando en tubos verticales de paredes redondeadas.

Destacan las dolinas localizadas en la ladera S del monte Aizkorri, rodeadas por un lapiaz muy desarrollado. En algunas de estas la nieve se acumula en su fondo durante todo el año (Aizkorri 4, formado por un único pozo de 67 m de profundidad taponado por un gran bloque de hielo)

Poljes

En el flanco S. del anticlinal de Aloña-Aizkorri se localizan varias depresiones karsticas: Duru, Malla y Urbia. Las dos primeras se hallan situadas a media vertiente del flanco S de Aloña : Duru (900 msnm, longitud 600 m; anchura 550 m; y dirección 295-115°), Malla (1000 msnm; longitud 650 m; anchura 600 m; y dirección 295-115°), apoyando la parte inferior de la depresión en una barra arrecifal, mientras que el resto de la depresión se labra en las calizas biostrómicadas. En el caso de Duru parece que la incisión está apoyada por la existencia de una falla de desgarre. Ambas depresiones contienen pequeñas corrientes de agua, que se sumen poco después de aflorar al exterior.

En el caso de Urbia, (1150 msnm; longitud 4400 m; anchura 1100 m; y dirección 140-320°) ocupa buena parte del flanco S. del anticlinal, hasta el contacto con las barras arrecifales meridionales (Enaitz, Zabalaitz) y las areniscas del monoclinal de Elgue-Artia-Urkilla. Limita bruscamente hacia el N con las barras arrecifales (con buzamientos muy significados 45°) que conforman las crestas superiores.

El tamaño de la depresión está relacionado, por tanto, con la separación que se da entre las dos barras arrecifales que la limitan.

La depresión de Urbia, además de su magnitud, presenta otra característica peculiar respecto a las otras. Se trata del aspecto diferencial del fondo de la depresión entre el sector W (calizas biostrómicadas) en las que incluso se aprecia la existencia de una corriente superficial de agua y el sector oriental (Oltza), donde aparecen las calizas arrecifales y el lapiaz. Rat explica este hecho por un fenómeno (normal en este tipo de formación) de cambio lateral de facies.

El morfossistema que ha originado este modelado, pudiera estar en relación con la existencia de nichos de nivación, durante la fase del último máximo glacial. A esto deberíamos añadir como argumento las facilidades ofrecidas por las calizas margosas a la erosión fluvial concentrada y la posibilidad de arrastrar los productos de alteración (arcillas sobre todo) a través de las redes kársticas y, como no, la capacidad de desmantelamiento de la corrosión karstica. (UGARTE, 1982).

En la cabecera de la depresión de Oltza, entre los resaltes calizos de Peruaitz (1222 m) y Burgalaitz (1289 m) las areniscas de la Sierra de Urkilla se superponen a las calizas, aportando las aguas superficiales de su vertiente N, por medio de tres regatas. Más al E en el mismo contacto de las areniscas con las calizas se localiza la depresión de Sutoki (1.200 msnm; longitud 1000 m; anchura 700 m; y dirección 132-312°) con varias regatas que sumen sus aguas en las calizas.

Cañón de Arantzazu.

El río Aranzazu entra en contacto con las calizas al término del valle de Iturrigorri, bajo la peña de Gazteluaitz (pirámide residual calcárea). A partir de aquí, la incisión ortoclinal divide en dos (topográficamente hablando) el flanco S. del anticlinal Aloña-Aizkorri.

En la margen izquierda quedan las barras arrecifales de Gazteluaitz-Erbizkun-Bellotza; Aitzabal; Gesaltza y Madina, todas ellas profundamente karstificadas y desembarazadas de su entorno de calizas arcillosas; en la margen derecha, la vertiente S. de la Sierra de Aloña presenta un relieve más tendido correspondiente a los afloramientos de calizas biostrómicadas.

Para dar salida a este talweg ortoclinal, las regatas provenientes de la vertiente N del monoclinal de Artia (Aldaola erreka, Bellotza erreka), incidieron en las barras arrecifales dando lugar a la entalladura ("ruz") de Urkullu (entre las peñas de Bellotza y Aitzabal) y Arrikurutz. Aquí las formas resultantes (gargantas) son de menor entidad que en Jaturabe, ya que las barras calizas en las que se asientan son de menor potencia.

La "ruz" del río Aldaola, estaba relacionada con el valle ortoclinal Arrikurutz-Jaturabe (hoy valle seco), tallado entre la barra caliza de

Madina (margen izquierda) y el flanco S. de Aloña, calizas bios-trómicas, (margen derecha), creando una morfología disimétrica en el Talweg. Este valle dejó de ser funcional, cuando la regata de Aldaola logró perforar la barra arrecifal creando una nueva red subterránea.

Esta estructura ortoclinal del río Aranzazu, en cabecera, podía estar originada por el hecho de existir un pasillo de calizas margosas en esta zona del flanco S, zona más apta para la incisión ocasionada por la escorrentía concentrada. Solamente en un punto abandona el río tal comportamiento. En Gesaltza, al término del valle cerrado el río se sume en el lentejón calizo arrecifal, dando lugar a una de las redes subterráneas de mayor magnitud de la región. (UGARTE,1982).

HIDROLOGÍA

El funcionamiento hidráulico esta constituido por acuíferos libres alimentados por la precipitación caída sobre los afloramientos calizos y por los aportes de las cuencas vertientes emplazadas en los materiales supraurgonianos. La infiltración, por lo general, se produce de modo inmediato circulando el agua con gran rapidez por una auténtica red fluvial en tres dimensiones hasta alcanzar la zona saturada. Esta se puede localizar a centenares de metros más abajo observándose gradientes inferiores al 0.5% con respecto a las surgencias. Con frecuencia la circulación hasta la surgencia se realiza por un colector, o galería de ciertas dimensiones, que recibe los distintos aportes de la red. Este colector, evidentemente, se encuentra sifonado por debajo de la cota de la superficie piezométrica impidiendo la progresión por métodos convencionales.

Como excepción a este esquema de circulación se puede citar la existencia de algunas dolinas de fondo de valle en los que se llegan a producir pequeños embalsamientos por la acumulación de finos en el fondo de las mismas que genera una disminución de la permeabilidad. Así mismo, las intercalaciones de calizas impuras pueden generar la existencia de niveles colgados de distinta importancia que se traducen en pequeñas fuentes en la superficie y en «gours» y fenómenos análogos en profundidad.

SURGENCIAS

Existen 2 puntos importantes de surgencia en la zona meridional de la sierra Iturriotz, y Jaturabe, y dos secundarias en la zona septentrional Ubao y Aldaola.

Subunidad hidrogeológica de Iturriotz

La surgencia de Iturriotz está situada en el extremo SE del macizo en el término municipal de Asparrena, provincia de Araba a 780 m de altitud.

Localizada en el contacto de las calizas urgonianas, con las areniscas del Albiense Medio suprayacentes que buzan hacia el S. La aparición de la surgencia en este punto podría explicarse a la existencia de una falla de orientación N-S, que cortaría en un punto cercano a la surgencia al contacto por el que corre el río subterráneo.

El agua que drena esta surgencia proviene de las zonas altas de las depresiones de Urbia y Oltza situadas a una altura media superior a los 1000 m. Conocemos estos datos gracias a la coloración que se realizó en el río Urbia el año 1971, por los grupos A.M.E.T y Aranzadi. Esta coloración tuvo importancia ya que delimitó la Cuenca Hidrológica Cantábrico-Mediterránea.

Dentro de la depresión de Urbia, nace en la estribación E de Enaitz una pequeña regata, que recibe los aportes del manantial de Zabalaitz y de una fuente que surge a pocos metros del flanco derecho que tras un recorrido de 1500 m se sume antes de llegar al lapiaz.

En la cabecera de la depresión de Oltza, las areniscas de la Sierra de Urkilla se superponen a las calizas, aportando las aguas super-



Río subterráneo de la Surgencia de Ubao.

ficiales de su vertiente N. En periodos húmedos esta aportación es muy elevada. Esta se realiza en forma de tres regatas que a su llegada a la masa caliza se sumen en puntos localizados: Belar Iturri al W de poco caudal, Zubi Ondoko Lezia al final de una larga dolina-valle excavada en las areniscas y margas y Azto-Zulo en el vértice del valle formado entre Burgalaitz y Pin-Pil. La aportación cesa en periodos de estiaje, aunque Azto-Zulo, permanece inactivo pocas semanas.

Mas al SE otro grupo de arroyos se sumen en el contacto con las calizas, los sumideros de Sutoki y los sumideros del área de los sondeos en la zona alavesa.

Las corrientes subterráneas se localizan en el interior de las simas Urdabide 1 y Zubiondo (-120 y -260) en la zona gipuzkoana y Sima UL-3 (-210 m) y Sima de los Sondeos o de Urkilla (-130 m.) en la zona alavesa.

La distancia en línea recta entre el sumidero de Urbia y la surgencia es de 6700 m, con un desnivel máximo de 320 m y un gradiente relativo medio de 48 m/Km.

La superficie drenada de la subunidad es de 16 Km², la precipitación anual es de 1800 mm; la lluvia útil 1050 mm y los recursos medios 17 Hm³/año. (EVE, 1996).

Subunidad hidrogeológica de Jaturabe

Surgencia situada en mitad de la sierra. Localizada en el cañón de Jaturabe delimitado por la peña de Madina y el extremo occidental de la cuesta de Orkatzategi.

La boca de entrada está formada a favor de los planos de estratificación.

La zona de alimentación del río Aranzazu hasta la surgencia de Jaturabe comprende 27 Km², en terrenos situados entre la cota

360 m de Jaturabe y los 1365 m de la cima de Artzanburu,. Esto en lo que se refiere a aguas autóctonas, puesto que sabemos que cerca del nacimiento del río bajo Zabalaitz, recibe aportaciones en forma de surgencias difusas situadas cerca del contacto entre las argilitas- limotitas y las calizas urgonianas de Zabalaitz.

Siguiendo su curso en la cuenca alta, el río corre superficialmente a través de los terrenos impermeables (argilitas-limotitas) hasta las inmediaciones de Iturrigorri (3200 m de recorrido aproximadamente), recogiendo las aguas de las numerosas regatas que bajan de los montes más orientales de la Sierra de Urkilla. Poco después del contacto con las calizas se sume en el interior de la masa caliza y discurre subterráneamente hasta la surgencia del puente de Iritegi, a no ser que debido a las grandes precipitaciones, los conductos interiores son insuficientes para absorber todo el volumen de agua por lo que en estos casos parte del río corre superficialmente. Este caso se da por cortos periodos de días.

El primer afluente llega, como todos ellos, por la margen izquierda del río. Es la regata de Bellotza, que se sume en la masa caliza, inmediatamente a su entrada en el río (Sumidero de Erreka Urkullu).

En las inmediaciones de la base de Aitz-Zabal margen izquierda del río, se forma una gran balsa o especie de capa freática con las aguas provenientes del mismo. Esta masa de agua es bien visible en diferentes puntos de la caverna de Iritegi que se halla en este lugar. Se puede cifrar de 3 a 10 m, el desnivel que con respecto al cauce del río se halla la cota de esta masa de agua. En relación con esta balsa, se localiza el sumidero de Basaerre al S de Aitzabal y los sumideros de Okola, que sin duda irán a incrementar el volumen de este pequeño «acuifero».

Poco más abajo que esta zona (100 m), bajo el puente de Iritegi tiene lugar la resurgencia ó desagüe de esta balsa.

En este mismo lugar en la orilla derecha hay un nuevo aporte proveniente del río subterráneo de Gomistegi, que drena las zonas calizas de Duru y Malla. (Coloración EVE).

Así el río vuelve a circular superficialmente hasta el molino de Aranzazu (750 m de recorrido). Aquí Oñatiko Urjauziak S.A tiene construido un embalse, por medio del cual recoge una gran parte del caudal (650 l/s de capacidad máxima, la totalidad durante la época de estiaje) trasladándolo a la central hidroeléctrica de Olate. De nuevo aquí el río queda sin corriente superficial. A 500 m del molino recibe el aporte de la regata de Arrola, aquí el río se sume de nuevo, siguiendo así hasta el sumidero de Gesaltza, con excepción de los periodos de grandes precipitaciones.

A partir de Gesaltza comienza el recorrido hipógeo hasta Jaturabe, circulando libremente por conductos subterráneos de gran amplitud hasta llegar al nivel de base regulado por la presa de Jaturabe, para continuar por conducto forzado, hasta la surgencia de Jaturabe situado aguas abajo de la presa de igual nombre.

Entre Gesaltza y Jaturabe, por medio del sumidero de Arrikrutz recibe el aporte de la regata de Aldaola, la cual ha excavado un profundo valle entre Gesaltza y Madina. Las aguas de este sumidero se unen al de Gesaltza, para salir ambas en la surgencia de Jaturabe después de unos 1600 m de recorrido en línea recta.

La precipitación anual de la subunidad es de 1750 mm; la lluvia útil es de 1000 mm; y los recursos medios son de 16 Hm³. (EVE, 1996).

Subunidad hidrogeológica de Ubao

Localizada al N de Aizkorri. La surgencia de Ubao se halla situada en la base del monte Aloña (Gorgomendi), barrio de Berezano, término municipal de Oñati. Su boca se halla en la base de un escarpe calizo de varias decenas de metros, en el contacto entre las calizas urgonianas y las argilitas a una altura de 620 m.

La escorrentía superficial en esta zona es nula, no localizándose ningún sumidero.

Las únicas corrientes subterráneas se localizan en la mina de Katabera y en las simas Katabera 3 y Katabera 5.

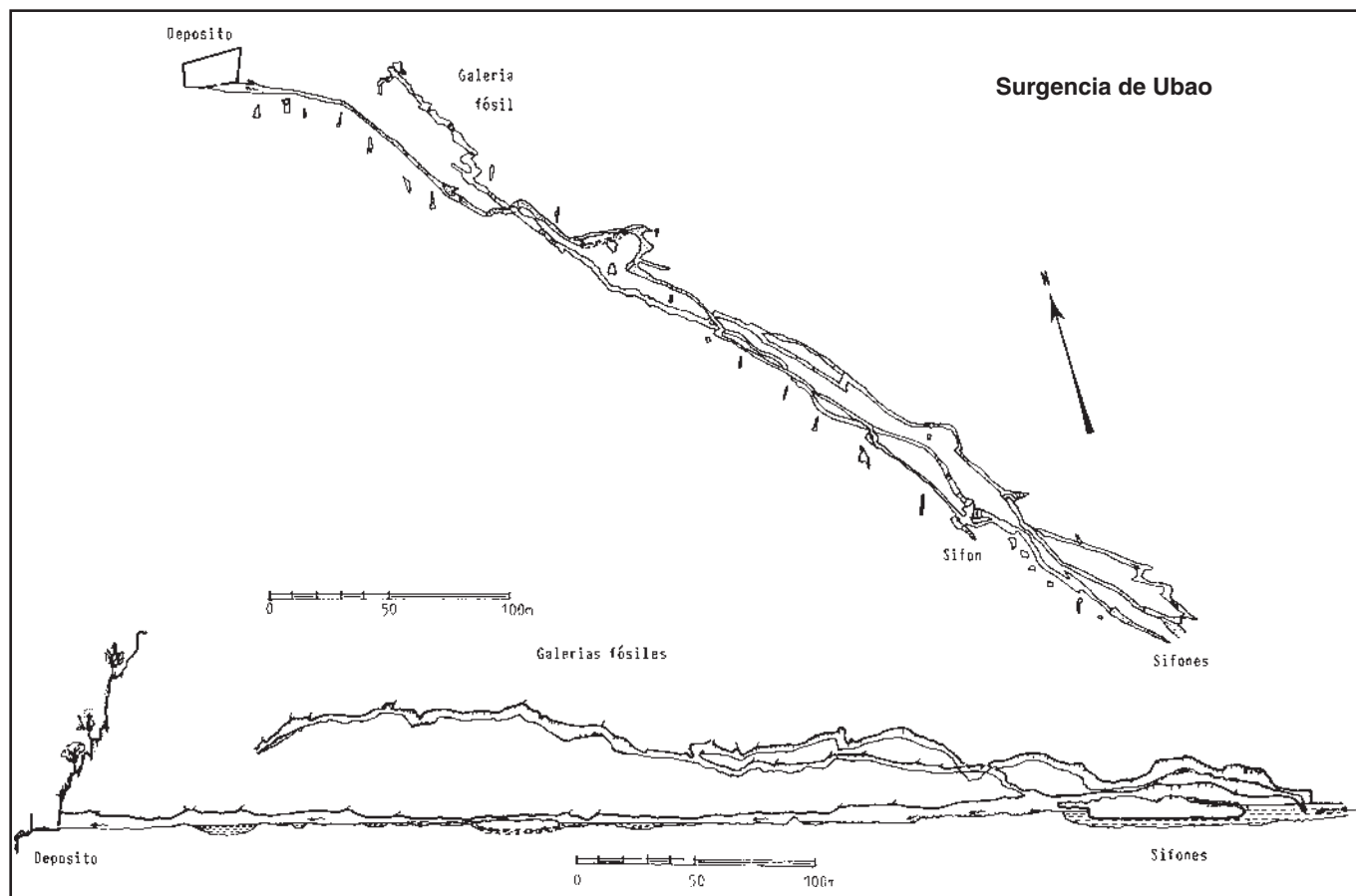


Figura 3.- Surgencia de Ubao. Topografía.

La zona de absorción estaría comprendida desde el monte Aloña hasta el collado de Biozkorna, último extremo oriental del macizo Aloña-Aizkorri que se ha probado drenen sus aguas en esta surgencia (coloración realizada en 1955 entre los ayuntamientos de Legazpi y Oñati, en la mina de Katabera, 1.005 msnm).

En la zona de Katabera (Artzanburu) queda pendiente todavía por determinar a donde fluyen sus aguas, pudiendo estas dirigirse a Ubao, ya que las barras calizas en las cuales están formadas se dirigen a esta.

El agua llega a la surgencia en forma libre. El conducto activo explorado se adentra en el macizo 525 m, siguiendo la dirección de la alternancia de estratos paralelos de calizas urgonianas y margosas (NW-NE).

La distancia entre el punto de coloración y la surgencia es de 3,1 Km en línea recta, con un desnivel máximo de 385 m y un gradiente relativo medio de 124 m/Km.

La superficie de la subunidad es de 5,5 Km²; la precipitación anual es de 1750 mm; la lluvia útil, 1000 mm; y los recursos medios son de 6 Hm³/año. (EVE, 1996).

Subunidad hidrogeológica de Aldaola

El manantial de Aldaola drena una pequeña zona de calizas con rudistas situada en el entorno de Mandobide, en la parte oriental del macizo. Aunque el manantial se sitúa en la cabecera del río Altzania, cuenca del Ebro, se encuentra captado para producción de energía eléctrica trasvasándose a la cuenca del Oria. Los límites del área de recarga no se hallan bien definidos. No obstante, se estima una caudal medio del manantial del orden de 75 l/s lo que corresponde a una superficie de alimentación de unos 2 km², una precipitación anual de 1.080 mm, una lluvia útil de 1.050 mm, y unos recursos medios de 2 Hm³/año. (EVE, 1996).

Otras surgencias:

A lo largo de la Sierra de Aloña- Aizkorri, siguiendo hacia el E se sitúan una serie de surgencias - manantiales cuya altura se halla entre los 620 m de Ubao y los casi 1.000 m de Lizar iturri: San Jurgi 3 l/s; Urdandieta 6 l/s; Aginaga 2,5 l/s; Lizar iturri 0,5 l/s; caudales de estiaje. Dentro del término municipal de Legazpi se hallan las siguientes surgencias: Jarondo 0,5 l/s; Iturbeltz 6 l/s (dos manantiales); Altzola 2,5 l/s; Isostegieta 1 l/s. La altura de estos manantiales, se halla entre los 800 y los 875 m. Más al E. en el término municipal de Zegama se localizan otra serie de manantiales que surgen entre los 650 y 750 m. Un canal de 8 Km de recorrido, entre Aldaola (valle de San Adrian) y el final del término municipal de Zegama al W, recoge estas aguas en un nivel algo inferior (550-600m.). Los manantiales recogidos son los siguientes: Belarra, 2,5 l/s; Arriaundi 1 l/s; Iturbegieta 6 l/s; Altzekoaran 3 l/s (tres regatas); Kañuko-erreka 0,5 l/s; Aldaola 9 l/s, caudal de estiaje. El ayuntamiento de Zegama recoge otros dos manantiales a un nivel inferior al canal, con un total aproximado de 3 l/s (RIGAULT, P; UGARTE, F; 1971).

TIPOLOGÍA DE CAVIDADES

El karst de Aloña -Aizkorri- Aratz, desarrollado principalmente en calizas con rudistas urgonianas ocupa una superficie de unos 43 Km² (3 Km²) zona alavesa. Se han catalogado 394 cavidades (40 cavidades en la zona alavesa) lo que supone una densidad media de 9 fenómenos/Km². Estas se distribuyen de la siguiente manera: 231 cuevas, 132 simas, 19 sumideros y 22 surgencias. Las cavidades exploradas son por lo general de dimensiones reducidas, menos de 100 m de desarrollo, con un desnivel inferior a 25 m.

Los puntos de acceso al endokarst son principalmente sumideros, localizándose en el contacto de las areniscas con las calizas.

Las cavidades de mayor dimensión se localizan en el valle del río Aranzazu, destacando la cueva de Gesaltza-Arrikruz con más de 14 Km de galerías interconectadas. Estas cavidades se desarrollan siguiendo dos direcciones predominantes marcadas por fallas. Las de dirección 305-125 que actúan como galerías colectoras y las de 45-225 que actúan como afluentes recogiendo el agua de escorrentía paralelas al buzamiento de los estratos.

Las simas más profundas se localizan en la zona de cresterio Katabera 1 (-250 m) y en el contacto de las calizas arrecifales con las areniscas Sima UL 10 y Zubiondo (-206 m).

Las simas que se desarrollan en la zona de cresterio y zonas de lapiaz son por lo general muy verticales taponándose por clastos calizos.

En conjunto, la suma de todas las galerías totaliza los 36.851 m, lo que supone una densidad media de 857 m de galerías por Km² de superficie.

Los principales depósitos son alóctonos (cantos de arenisca), que colmatan la mayoría de los sumideros. Los depósitos en las zonas fósiles de Arrikruz llegan a los 12 m de potencia, con cantos rodados heterolíticos (calizas y areniscas), cuyo tamaño puede superar el metro. Estos depósitos llegan a colmatar grandes galerías. En las zonas de cresterio las dolinas y simas se taponan por derrubios calizos.

En la zona de Oltza se localizan grandes cantidades de barro en los conductos inferiores provenientes de la zona margosa de Urbia.

Tabla n.º1. Las mayores simas de Aloña-Aizkorri-Aratz.

Nombre	Desnivel
Katabera 1	250
Sima UL-3	210
Zubiondoko Lezia	206
Gesaltza	140
Mandobide	130
Urdabide 1	130
Sima de los Sondeos de Urkilla	130
Gomistegi	120
Katabera 17	110

Tabla n.º 2. Las mayores cuevas de Aloña - Aizkorri.

Nombre	Desarrollo
Gesaltza-Arrikruz	14.000
Mandobide	2.300
Iritegi-Aixen Koba	1.515
Ubao	1.300
Gomistegi	1.150
Artzen Koba	900
Atzuriko miña	576
Urdabide 1	550
Arantzazu Erreka 1	

Los depósitos litoquímicos (estalactitas, estalagmitas, columnas, coladas) se sitúan en las cavidades bajas, destacando las localizadas en la cavidad de Arrikruz muy deterioradas estos últimos años. En las zonas altas las concreciones se limitan a pequeñas coladas en las paredes. En la zona de Katabera se localiza una sima Katabera 3 con gran cantidad de Moon Milk.

CAVIDADES EN LOS DIFERENTES ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

Cavidades en cuesta

Cuesta de Aloña.
Cuesta de Katabera.
Cuesta de Aizkorri.
Sector de Aratz.

Cavidades en depresiones karsticas.

Depresiones de Duru y Malla.
Depresión de Urbia.
Depresión de Aitzgaizto.
Depresión de Oltza.
Depresión de Sutoki.
Cañón de Aranzazu.

Cavidades en relieves residuales.

Madina.
Gesaltza.
Aitzabal.
Bellotza-Erbizkun.
Gazteluaitz.
Cavidades en el talweg del río.

TIPOLOGÍA DE CAVIDADES EN LAS DIFERENTES LITOLOGÍAS.

Cavidades en calizas urgonianas.

Situadas en los lapiaces del cresterío de la Sierra Aloña-Artzanburu-Katabera-Aizkorri-Aratz. Lapiaz de Aitzgaizto y pirámides residuales calizas del fondo del valle de Aranzazu.

Formadas en dolinas de collado y dolinas de vertiente.
La mayoría de las cavidades se forman en esta litología.

Destacan cavidades de Gesaltza, Mandobide, Iritegi - Aixen Koba, Urdabide I, Arantzazu Erreka, Katabera I.

MANDOBIDEKO LEZIA 1

Coord. U.T.M.: X 555.250 Y 4.754.750 Z 1.150.

La entrada de la cueva es un pozo de 4 x 7 m.

La boca de entrada es un pozo vertical de 13 m de profundidad.

Esta cavidad de grandes dimensiones está formada a favor de fallas de dirección 315-135, cortadas por otras de 60-240.

Las galerías con una anchura media de 8 m están cubiertas por grandes bloques inestables, en la mayoría de los tramos.

La galería principal de la cavidad es cortada por un pozo de 22 m, para continuar, a la misma cota más adelante.

La zona media meridional presenta dos sifones siendo el único lugar de la cavidad donde se aprecian depósitos aluviales.

Los pozos de esta sima son muy peligrosos por los grandes bloques de caliza inestables que presenta.

KATABERA 1

Coord. U.T.M.: X 552.911 Y 4.758.350 Z 1.300

Cavidad situada en medio del karst de Katabera.

La boca de entrada se localiza en una gran dolina de 50x25 m, a pocos metros al S del cresterío.

La sima tiene dos entradas la mayor situada en una gran dolina y la otra más a NE a favor de una grieta.

La cavidad está formada siguiendo una dirección 56-236. Tiene una profundidad de 255 m. Los primeros 150 m de desnivel son una serie de planos inclinados de gran pendiente, con cantidad de derrubios en su base. A partir de aquí hay un pozo vertical de 100 m. de profundidad, que nos deja en otra base de derrubios, que comunica con una pequeña galería.

A -120 se localiza un pozo de agua sin corriente alguna.

Cavidades en calizas margosas.

Formadas sobre dolinas en la zona de cresterío sobre calizas margosas.

Destacan las cavidades de: Buetraitz 7, Belargo Lezia, Ezateko koba, Azkonar Zulueta.

La morfología dominante en este tipo de cavidades es la laberíntica entre caos de bloques. Sus bocas de pequeño tamaño expulsan por lo general una gran corriente de aire que nos hacen intuir la presencia de grandes volúmenes de aire. El desarrollo de estas cavidades es generalmente corto ya que su exploración es peligrosa, debido a la existencia de grandes bloques inestables. Seguramente su desarrollo será muchísimo mayor en la realidad.

Cavidades en el contacto de las calizas arrecifales y margosas.

Situadas en las zonas altas cercanas al cresterío. En el contacto entre las largas barras de calizas arrecifales y margosas con dirección 215°.

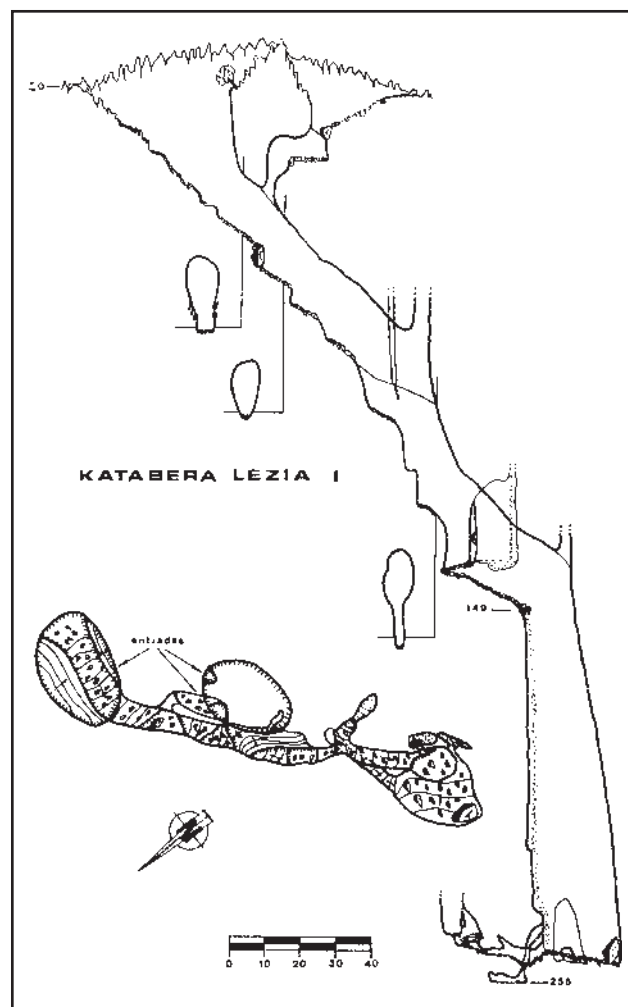


Figura 5.- Katabera I. Topografía.

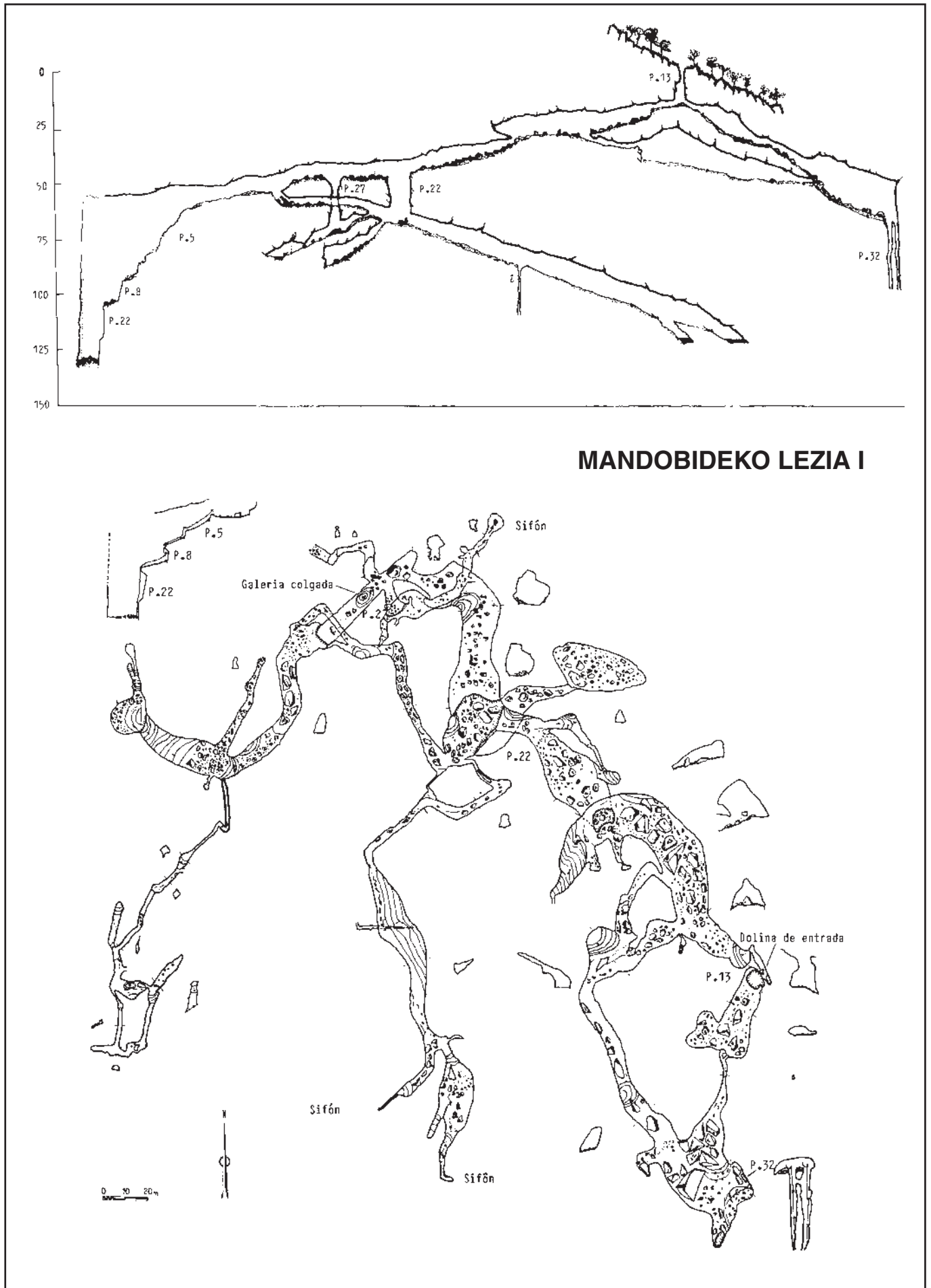


Figura 6.- Mandobide I. Topografía Lokatza E.T.; AMET; Besaide E.T.

Cavidades de Katabera 9, Katabera 17, Katabera 19, Enaitz, Azkonar Zulueta, Ubao.

GOMISTEGI.

Coordenadas X. 548682 Y: 4759790 Z:728.

La cavidad está formada a favor de una falla inversa de dirección 293-113, que actúa como galería colectora. Además de esta hay otras dos fallas que al unirse a la principal forman grandes salas, la primera de ella de dirección 60-240 y la segunda de dirección 113-293.

En el extremo W hay una falla de dirección 42-122° que conduce el colector hacia el río Aranzazu (Falla de Azkonar).

Además de estas fallas existen otras de menor calibre sobre las que se forman pequeñas regatas, que actúan como afluentes del colector principal.

El buzamiento de los estratos varia entre los 30y 40°.

La cavidad en la actualidad tiene un desarrollo de 1150 m. y 140 m de desnivel.

La cavidad es rectilínea, alternándose con algunas derivaciones ortogonales. Constando de un único conducto, mas o menos lineal y meandriforme.

Hay varios tipos de galerías:

- a.- Las galerías verticales formadas sobre calizas arrecifales, con formas rosariformes (marmitas conjugadas), altura media de 10m y anchura variable (cuanto más nos alejamos de la entrada mas se estrecha). En su génesis hay influido la circulación forzada seguida de erosión fluvial.
- b.- Las galerías elipsoidales inclinadas formadas sobre calizas impuras que discurren a favor de las juntas de estratificación.

Los depósitos mas importantes y característicos de la cavidad son los graviclásticos bloques de gran tamaño, de formas paralelepípedas rectangulares que se apoyan en el suelo ordenadamente, en disposición anisótropa, sin matriz ni cemento alguno. Después de los hundimientos, los techos adoptan formas planas, angulosas y

en el suelo aparecen grandes losas ordenadas en la misma posición en la que cayeron, pudiéndose observar en ocasiones las juntas de las diaclasas. En la sala Iñigo Ibarrondo estos bloques son muy abundantes y peligrosos ya que se deslizan rampa abajo con el peligro que supone.

En otras zonas estos depósitos están cubiertos por una capa de calcita que los cementa impidiendo que se muevan.

En la sala Unaimendi se localiza un gran cono de deyección que separa las dos galerías escalonadas. El deposito se apoya en la pared vertical localizándose grandes bloques en la zona baja y depósitos de cantos más pequeños en la zona alta.

Los caos de bloques obstruyen la cavidad en varios lugares, así en el extremo E un caos de bloques impide la progresión por el momento, este punto corresponde en planta al punto mas bajo de la depresión de Duru situada en el exterior.

Los depósitos pavimentarios : gours y coladas se forman junto a los afluentes que descargan el agua a la galería colectora. Aquí el ancho de la galería hace que el agua discurra en una delgada capa formándose coladas que poco a poco van cerrando las galerías, siendo el acceso a estos afluentes imposible en algunos casos. En algunas zonas los caos de bloques se cubren de calcita cementando los bloques, impidiendo que se muevan.

Evolución de la cavidad.

El extremo E de la cavidad finaliza bajo el punto más bajo de la depresión de Duru. En este lugar se localiza un sumidero fósil que podría ser el comienzo del río subterráneo.

El agua formaría la cavidad aprovechando la falla de dirección 293-113 para ir profundizándola.

En la zonas de calizas arrecifales se aprecian marmitas conjugadas que muestran como el río fue excavando en profundidad apreciándose como el mayor caudal se produjo en cotas superiores a las actuales.

Las galerías formadas sobre calizas impuras erosionaron las juntas de estratificación siendo de mayor sección que las formadas sobre las calizas arrecifales.

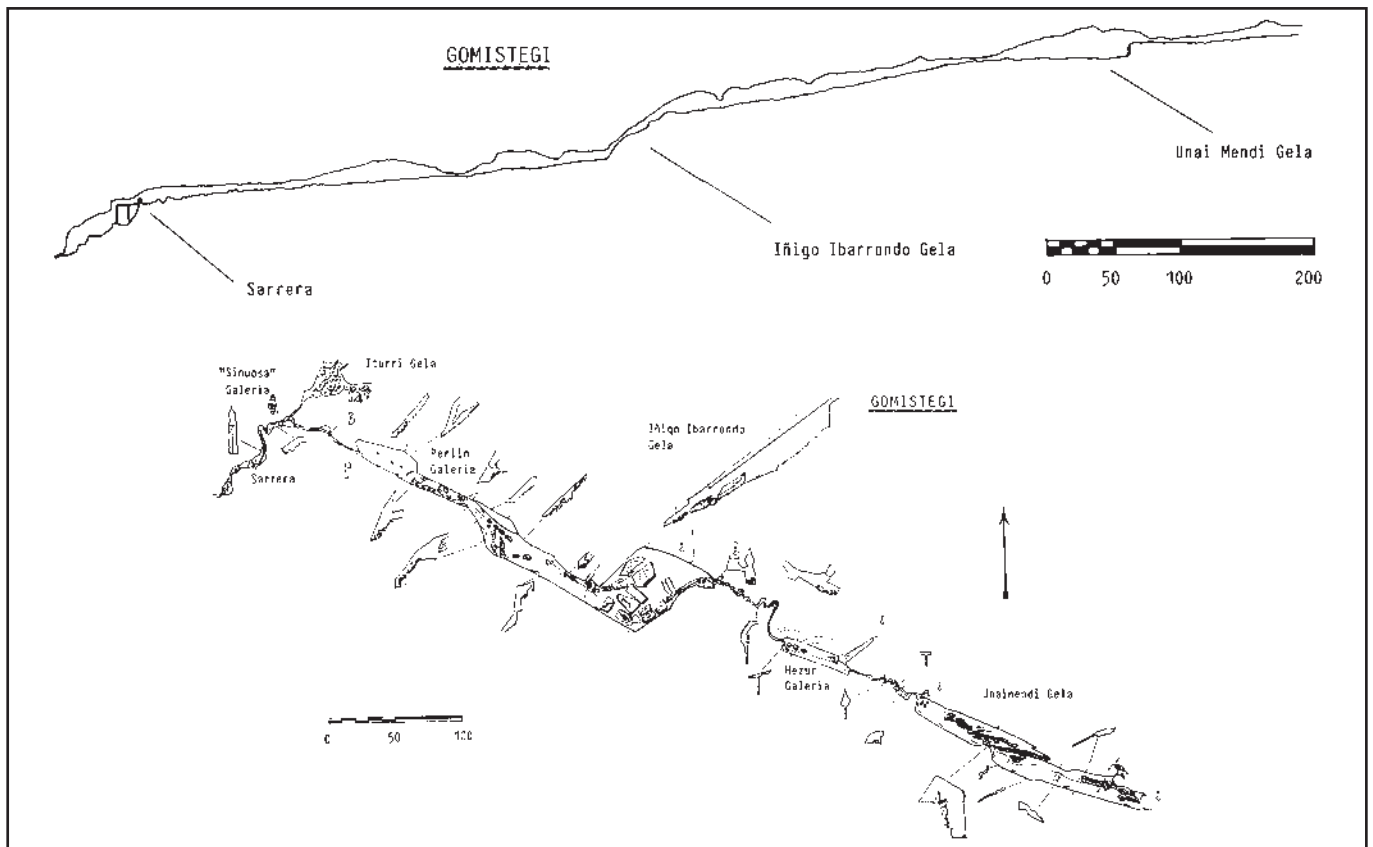


Figura 7.- Gomistegi. Topografía

La sala Iñigo Ibarondo se ha formado por un retroceso en cascada ya que la roca del pie (caliza margosa) es menos dura que la superior (caliza arrecifal), el río va minando la base, ocasionando de cuando en cuando el desplome de la parte superior por falta de apoyo, retrocediendo la cascada. Seguidamente de la excavación de la galería, quedarían bloques de estratos inestables, que podrían caer por simple gravedad (movimientos graviclástico).

El origen de la sala Unaimendi es debido a la intersección de dos fallas.

Actualmente el caudal que circula por la cavidad parece muy inferior al que tuvo en un pasado, así las aguas que circulan por ella la hacen por una fina película de agua favoreciendo la formación de espeleotemas pavimentarios coladas, gours, microgours y macizos, que poco a poco van cerrando la cavidad en algunos puntos.

Cavidades en el contacto de las calizas arrecifales y areniscas.

Situadas en el contacto de las calizas con las argilitas - limonitas- areniscas de la sierra Elgea-Urkilla -Artia. La mayoría de ellas sumideros.

Zubiondo, Astozulo, Sutokis, Okola, Arrikruz.

ZUBIONDOKO LEZIA.

Coord. U.T.M.: X 553.332 Y 4.755.270 Z 1.130

Esta cavidad es el sumidero temporal de la regata del mismo nombre proveniente de la vertiente N del final de la Sierra de Urkilla en su contacto con las calizas de Oltza.

Esta sima sumidero de 206 m de desnivel y 348 m de desarrollo consta de una serie de pozos de 3, 7,9 y 27 metros separados por



Estrecho meandro de la sima Katabera 3.

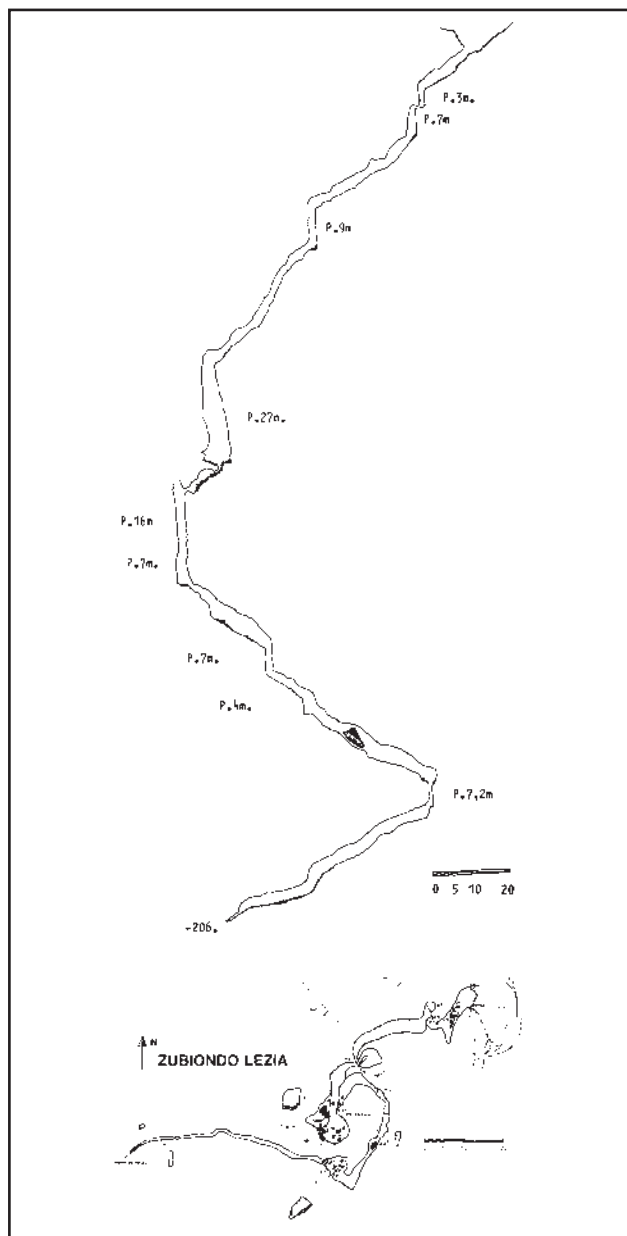


Figura 4.- Sumidero de Zubiondo. Topografía

rampas. La base del pozo de 27 es una sala redondeada cubierta por hojas y cantos rodados que se suele taponar. En dos exploraciones ha sido necesario desobstruir este paso. A continuación la cavidad continua en meandro alto alternando los pozos con las rampas de fuerte pendiente, los pozos se alternan de la siguiente manera 23, 7, 4 y 8. La zona final es un conducto forzado taponado por hojas sueltas de haya.

En la exploración de 1969 se detectó CO₂, no así en la siguiente de 1983. En la última visita su acceso estaba taponado por un derrumbe.

ASTO ZULO 2.

Cavidad situada en la cabecera del valle de Oltza en el contacto de las calizas con las areniscas, entre los montes Burgalaitz y PinPil.

Sima de 104 m de desarrollo y 62 m de desnivel. Esta sima forma parte de una galería colectora a la cual se accede a través de una dolina de hundimiento de 12 m de desnivel.

Cavidad formada a favor de una diaclasa de dirección N-S.

Tras el primer salto inicial la cavidad desciende en rampa a través de galerías parcialmente colmatadas por cantos de arenisca

(diámetro 40 cm). Del W confluyen varias galerías formadas a favor del buzamiento de los estratos, obstruidas por areniscas.

A continuación la galería se encañona localizándose dos pozos verticales de 5 y 10 m Al final la galería aumenta de tamaño llegando a la sala final colmatada por un derrumbe proveniente de una alta chimenea con aporte de agua, que ha rescabado parte del deposito.

Nos encontramos a la altura del sumidero de Asto zulo, que ha cortado la galería.

TIPOLOGÍA DE CAVIDADES SEGÚN SU GÉNESIS.

La ampliación de fisuras por disolución debida a la circulación de agua a su través, representa la característica más genuina del proceso de karstificación.

En virtud del proceso que las ha generado, podemos dividir el tipo de cavidades en 4 grupos:

- a.- Cavidades fluviales.
- b.- Cavidades
- c.- Cavidades nivales.
- d.- Cavidades tectónicas.

a.- Cavidades fluviales.

Cavidades generadas por un río que tras un recorrido epígeo sobre materiales impermeables se sume en la masa caliza a través de alguna fisura privilegiada.

Pueden ser activas o fósiles. Las activas se localizan en el contacto de las argilitas-limolitas con las en el fondo de valles ciegos



**Galería horizontal en la sima Mondobide I.
Cavidad tectónica.**

y en la cabecera de antiguos valles fluviales, hoy karstificados. Podemos destacar las siguientes cavidades sumidero: Gesaltza, Arrikruz, Zubiondo, Sima UL - 3, Sima de los Sondeos, Sutokis, Okola, Aitzabal, Aitzabal Osteko Urzuloa.

Las fósiles han quedado colgados por la erosión diferencial de las calizas arrecifales con las calizas margosas, areniscas y margas; y por procesos de captura en las calizas arrecifales. Algunas de ellas han dejado de ser activas al variar el cauce el río que las formaba en la zona coluviones y aluviones en el fondo de los poljes o valles.

Generalmente sus entradas están obstruidas por coluviones y cantos rodados de areniscas con matriz arenosa y arcillosa, localizándose en dolinas ponnsors que presentan una rampa situada sobre el sustrato impermeable y un frente vertical en el corte calizo. Destacan Iritegi, Aixen Koba, Artzen Koba y Okola 3.

El tamaño de sus conductos esta en función del tamaño de la cuenca del río y de la precipitación de la zona.

Cavidades de sección redondeada, con presencia de marmitas y gran cantidad de cantos rodados de arenisca y calizas, e importantes series de depósitos.

Destaca la cavidad de Gesaltza con una cuenca de 27 Km² y una caudal medio de 978 l/sg. De este mismo tipo destacan Arrikruz, Arantzazu Erreka, Zubiondo.

b.- Cavidades formadas por el agua de infiltración que va ensanchando las fisuras, solamente se amplían unas pocas, aquellas que dispongan de un mejor drenaje local. En definitiva solamente unas pocas fisuras privilegiadas son las que se amplían por disolución con detrimento de las otras, convirtiéndose en la red de conductos tridimensional que representa el acuífero kárstico.

Galerías de sección redondeada, de menor tamaño que las anteriores. Presentan pequeños cantos rodados de caliza

Estas no están relacionadas con sumideros. Destaca la cavidad de Gomistegi, galería colectora que se accede a ella en su tramo medio.

c.- Cavidades tectónicas.

Cavidades formadas a favor de esfuerzos tectónicos, fallas. El agua de infiltración amplía los huecos interconectados formando amplias galerías de sección casi geométrica, de paredes lisas y rectas, con abundancia de grandes bloques en su fondo. Ausencia de circulación de agua, salvo en goteos. Destaca la cavidad de Mandobide.

d.- Cavidades nivales.

Cavidades localizadas en las zonas altas de cresterío (1300 - 1500 m), corresponden principalmente a depresiones cerradas sin descarga natural superficial, en donde la nieve se acumulaba con facilidad. Cavidades formadas en épocas frías del Pleistoceno en la actualidad fósiles.

Constan de una dolina de gran sección en rampa o vertical que actuaba en forma de nevero que da acceso a un estrecho meandro por donde circulaba el agua de fusión. Destacan las simas de Katabera 1, Katabera 3, Katabera 5, Aizkorri 3, 4.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo es una síntesis de los trabajos realizados por el grupo A.M.E.T. en 30 años de trabajos continuados. Las labores realizadas han sido siempre en equipo (topografías, fotografías, exploraciones, etc). Desde el año 78 hasta nuestros días los miembros activos que han hecho posible la realización de este trabajo han sido los siguientes:

Alberdi, Carmelo; Arrizabalaga, Iñigo; Arrue, Keltze; Azkarate, Xabier; Azkoaga, Xabier; Dorado, Joseba; Dulanto, Diego; Eraña, Carlos; Eraña, Ricardo; Etxegoien, Javier; Ezkibel, Iñigo; Galdos, Aritz; Goñi, Fernando; Ibarrondo, Iñigo; Lakontxa, Josu; Maiztegui, Sergio; Olalde, Andoni; Ugarte, Jon; Ugarte, Mikel; Ugarte, Santiago; Umeretz, Iokin; Urkia, Javier.

No podemos olvidar la labor realizada por nuestros predecesores, ya que sentaron las bases sobre las que hemos trabajado.

Queremos dedicar este trabajo a dos miembros que recientemente nos dejaron: Iñigo Ibarrondo gran fotógrafo y explorador y a Felix M^a Ugarte impulsor de los trabajos espeleológicos del macizo sin cuyas citas este trabajo no tendría sentido.

Agradecer a Javier Maeztu la revisión del texto y sus consejos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, F. & 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 Guipuzcoa. Oñate. Ed. Biblioteca Municipal. 101 pp.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. Aportaciones al Catálogo Espeleológico de Gipuzkoa. (1981-1999).
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1989. Trabajos sobre el karst de Katabera. Inedito.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1994. Gesarribe Multzo Karstikoa. 51 pp.
- ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA. 1997. Macizo de Aitzkorri. El Mundo Subterráneo en Euskalherria. Etor-Ostoa. Lasarte, pp 206-229.
- 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. El karst de Andarto - Kurtzeberri-Orkatzategi. Karraitza nº 6. U.E.V./E.E.E. San Sebastián - Donostia. pp.21-33.
- ERAÑA, C & F.M.UGARTE. (1992). Katabera, Sierra d' Aitzkorri: un karst spécifique d'altitude en moyenne montagne basco-cantabrique (Espagne). Karst et évolutions climatiques, pp: 309-316.
- E.V.E. 1994. Mapa geológico del País Vasco-Euskal Herriko Mapa Geologikoa. Hojas 113-I, 113-II, 88-III.
- EVE. 1996. Mapa hidrogeológico del País Vasco. Escala 1:100.000: 163-172.
- LOKATZA ESPELEOLOGIA TALDEA. Aportaciones al Catálogo Espeleológico de Gipuzkoa. (1981-1994). Legazpi.
- LLOPIS LLADO, N. 1970. Fundamentos de hidrología kárstica. Introducción a la geoespeleología. Ed. Blume. Madrid.
- MAEZTU, J.J. 1994. Modelo para la descripción de cavidades y del karst. Karraitza nº.3. U.E.V. San Sebastian. pp.(1-2).
- MAEZTU, J.J.(1996): El karst en Álava. Diversidad, distribución y tipología. Tesis doctoral. UPV-EHU. Vitoria. 525 páginas.
- RIGAULT, P; UGARTE, F. M. 1970. Macizo de Aitzkorri - Aloña. Aportación al estudio del Karst del SW de Guipuzcoa. Aloña Mendi G.E; S.E.C.D. EIBAR; G.E.Pol-Pol Bergara. Oñati.
- UGARTE, F.M. 1982. Oñatiko inguru fisikoaren azterketa. Aranzadi Zientzi Elkarte. Oñatiko Udala. 156-161.
- UGARTE, F.M. 1982. La Geomorfología del Valle de Oñate (Guipuzcoa). Memoria de Licenciatura. Dpto. Geografía. Universidad Autónoma. Madrid. 238pp.

CONTRIBUCIÓN AL ANÁLISIS DE FLUJO DEL ACUÍFERO KÁRSTICO DE ITXINA (MACIZO DEL GORBEA, PAÍS VASCO)

Jaime GARFIAS¹, Hilario LLANOS², Ismael HERRERA³

1 Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ingeniería. Toluca, México.

2 Universidad del País Vasco. Departamento de Geodinámica. Vitoria-Gasteiz.

3 Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. México D.F.

(Recibido en Noviembre 1999)

RESUMEN

En los acuíferos kársticos las fracturas contribuyen con una porosidad secundaria a la ya existente, introduciendo elementos que dificultan la comprensión del fenómeno y la caracterización del flujo subterráneo. Este es el caso del acuífero kárstico de Itxina, que presenta un alto grado de kárstificación. Dado que el punto de inicio de la modelación es la comprensión clara de los diferentes procesos naturales, este artículo presenta, en primer término, los resultados del análisis y conceptualización del acuífero de Itxina, y en segundo término, la modelación de flujo del acuífero. La información disponible ha permitido aplicar un modelo de doble porosidad, dando como resultado una estimación del nivel freático y del caudal en el manantial de Aldabide.

Palabras clave: hidrogeología, acuífero kárstico, doble porosidad, modelación de flujo, elemento finito, Trafrap-wt, Itxina, País Vasco.

SUMMARY

In karstic aquifers, the fractures contribute to the present porosity with a secondary one, introducing elements that make difficult the understand-

ing of the phenomenon and the characterization of the underground flow. This is the case of the karstic aquifer of Itxina, which presents a high degree of karstification. Since the starting point for modelation is the clear comprehension of the different natural processes, this article first presents the results of the analysis and conceptualization of the aquifer of Itxina. The second part treats the modelation of the flows in the aquifer. The available information has permitted to apply a double porosity model.

Key words: hydrogeology, karstic aquifer, double porosity, flow modeling, finite element, Trafrap-wt, Itxina, Basque Country.

LABURPENA

Urdun karstikoetan, hausturek porotasun sekundario bat batzen diote bertan dagoenari, gertakariaren ezagupena eta lurpeko jarioaren karakterizazioa oztopatzen duten elementuak barneratuz. Hau, karstifikazio gradu altua erakusten duen Itxinako urdunaren kasua da. Modelizazioaren hasierako puntua prozesu naturalen ulerkuntza denez, artikulu honek, Itxinako urdunaren analisi eta kotzeptualizazioaren emaitzak eta urdunaren jarioaren modelizazioa aurkezten ditu. Eskura dagoen informazioak porositate bikoitzeko eredu bat aplikatzen lagundu du, emaitzat maila freatikoaren eta Aldabideko urbegiko emariaren estimazioak eman dituelarik.

Hitz gakoak: Hidrogeologia, urdun karstikoa, porositate bikoitza, jarioaren modelizazioa, elementu finitua, Trafrap-wt, Itxina, Euskal Herria.



Vista general de los escarpes calcáreos de la vertiente occidental del macizo de Itxina.



Las campas de Arraba se encuentran situadas sobre una amplia plataforma estructural colgada sobre el valle de Arratia. Nótese el grado de organización de la red de drenaje desarrollada sobre los niveles limoarenosos cuyas escorrentías, progresivamente más jerarquizadas hacia el oeste, pasan a formar parte de los recursos subterráneos de la unidad a través de sumideros próximos localizados en el contacto con la formación carbonatada.

INTRODUCCIÓN

Por lo general el análisis de flujo en acuíferos kársticos resulta una tarea que, en sí mismo, entraña una gran dificultad, debido a la elevada heterogeneidad que muestran estas formaciones carbonatadas. En efecto, la propia geometría y demás características de los sistemas fracturados comunmente no son bien conocidas, por lo que no es posible modelar de un modo explícito y por separado las diferentes fracturas o la matriz de bloques. Para soslayar esta dificultad, frecuentemente se suele abordar el problema bajo el enfoque del modelo de doble porosidad (Zimmerman et al., 1993), ya que en dicho modelo, también llamado dual, no es esencial el conocimiento de las características geométricas e hidrológicas de la fracturación; en su lugar es necesario, sin embargo, el conocimiento de ciertas propiedades medias, tales como el espaciamiento de las propias fracturas.

De este modo, para la simulación numérica del proceso de flujo en un sistema de doble porosidad, las celdas computacionales individuales se consideran lo suficientemente grandes, como para que la asignación de propiedades medias efectivas al edificio rocoso sea significativa. A pesar de esta simplificación, la simulación numérica de acuíferos fracturados mediante el enfoque de la doble porosidad resulta bastante compleja y extremadamente laboriosa, ya que, en general, se precisa de una discretización espacial de la matriz de bloques, particularmente densa. Además, la modelación de un acuífero fracturado supone un mayor esfuerzo computacional, en comparación al que se requiere para un acuífero no fracturado de las mismas dimensiones.

En la literatura existe una gran cantidad de modelos fundamentados en el concepto de doble porosidad o multidominio que han sido utilizados para describir el flujo de agua o el transporte de solutos en suelos macroscópicos (Davidson, 1985; Bruggeman y

Mostaghimi, 1991), en rocas fracturadas no saturadas (Berkowitz et al., 1988; Dudley et al., 1988) y en sistemas porosos fisurados (Duguid y Loe, 1977; Bibby, 1981). Así mismo, varios autores asignan una geometría específica a las fracturas para el análisis del flujo del agua subterránea (Wang y Narasimhan, 1985; Pruess et al., 1990) o para el transporte de solutos (Van Genuchten y Dalton, 1986). La aplicación de la mayor parte de estos modelos está, no obstante, limitada a condiciones de saturación, en situaciones estacionarias, o para condiciones en las que el flujo o el almacenamiento en un sistema de poros puede ser despreciado. Finalmente, se ha de mencionar que algunos investigadores asumen una importante simplificación, en ocasiones excesiva, de la geometría de las fracturas y/o de los bloques.

En resumen, el estado actual de la investigación en este campo permite constatar que muy pocas investigaciones han sido desarrolladas sobre sistemas naturales. Por consiguiente, y con la finalidad de vislumbrar una respuesta más realista a las diferentes situaciones, tanto de recarga como de descarga, a las que está sometido un acuífero kárstico, el objetivo del presente artículo es, en primer lugar, identificar los aspectos científicos y técnicos que se presentan cuando se aplican modelos en acuíferos fracturados y, en segundo lugar, aplicar dichos aspectos al acuífero de Itxina, al objeto de simular el flujo de este peculiar sistema kárstico.

PROBLEMAS DE LA MODELACIÓN

Desde un punto de vista práctico y en sentido teórico, puede afirmarse que los diferentes métodos desarrollados están sujetos a un cierto número de limitaciones, que afectan indudablemente al propio proceso de modelación. Esencialmente pueden distinguirse tres problemas básicos que dificultan la aplicación prác-

tica de estas técnicas: (1) la aproximación de medios fracturados como continuos, (2) las limitaciones computacionales de los modelos de redes discretas y (3) la incertidumbre de la geometría de la red.

Así, cuando se aborda la modelación de un medio poroso considerándolo como un medio continuo, se asume implícitamente que el dominio o, mejor dicho, el conjunto de las celdas individuales que componen el dominio, para las que la ecuación de flujo se establece, satisfacen la condición del volumen elemental representativo, lo que en muchos casos resulta correcto. Del mismo modo, esta condición debe cumplirse para la modelación de un medio fracturado usando métodos continuos. Sin embargo, en este segundo caso es mucho menos evidente asumir a priori la validez de la condición del volumen elemental representativo (Schwartz y Smith, 1987). En resumen, esta simplificación no es aplicable a gran parte de los acuíferos fracturados, los cuales constituyen sistemas que no pueden ser modelados utilizando el método continuo. En tales casos parece indiscutiblemente más apropiado inclinarse por alguno de los métodos de modelación discreta, los cuales presentan problemas característicos, como se muestra a continuación.

La modelación de flujo en una red de fracturas discretas no requiere que las fracturas constituyan un medio continuo, de manera que las cuestiones discutidas en los epígrafes precedentes pueden ser ahora retomadas considerando, eso sí, ciertas limitaciones teóricas que pueden afectar a la capacidad de modelación de las redes fracturadas. Una de las principales limitaciones es el número de intersecciones de las fracturas consideradas, dado que la descripción del flujo en la red requiere el que la carga hidráulica sea calculada en cada intersección. Por ejemplo, para el análisis, en dos dimensiones, del flujo en una red compuesta por 50.000 intersecciones se precisará de un mayor esfuerzo de cálculo lo que se traduce, a la postre, en un mayor costo.

Una segunda cuestión a tener en cuenta es el tamaño de la red, que en muchos casos puede no coincidir con los límites reales de la región a estudiar, por lo que probablemente no siempre se puede configurar un sistema fracturado discreto en dos dimensiones que sea ampliamente suficiente para resolver problemas intermedios y regionales. La situación se convierte aún más pesimista cuando se trata de analizar la presencia de bloques de rocas o bien de considerar la fracturación en tres dimensiones. En estas condiciones de flujo, no existe otra posibilidad que reducir el número de fracturas que pueden ser incorporadas dentro del modelo.

Otra de las principales limitaciones en el uso de los modelos discretos fracturados es la necesidad de definir de un modo lo más aproximado posible la geometría de la red. Esta situación representa de hecho un grave problema, ya que, por lo general, resulta difícil, cuando no imposible, establecer con exactitud la geometría de una red fracturada. En este sentido, y a pesar de que las pruebas hidráulicas, como bombeos y ensayos de recarga, pueden proporcionar estimaciones complementarias a cerca de las dimensiones de los conductos, y de que los trabajos de cartografía y demás observaciones de campo suministren indicaciones estadísticas de la orientación, longitud y densidad de la fracturación, cabe concluir, sin embargo, que no siempre la aplicación de éstas y otras técnicas conduce a un conocimiento definitivo de la estructuración interna de los acuíferos fracturados.

Esta incertidumbre en la descripción de la red, se traduce inevitablemente en una incertidumbre en las predicciones del modelo establecido a la hora de simular el flujo en el interior del sistema. A este respecto, los modelos estocásticos (Smith y Freeze, 1979), pudieran ofrecer una posible solución proporcionando predicciones y estableciendo el potencial rango de incertidumbre por efecto de la incertidumbre en la información de base. En suma, por todas estas razones, son relativamente escasas las investigaciones que han sido desarrolladas sobre acuíferos fracturados en régimen natural y, en particular, sobre los de naturaleza kárstica.

SIMULACIÓN DE FLUJO EN UN MEDIO POROSO FRACTURADO

A pesar de las dificultades que conlleva el estudio de los medios fracturados, numerosos avances han sido alcanzados en la modelación de flujo y transporte, introduciendo nuevos conceptos lo que representa un progreso significativo. Así, entre los más sofisticados planteamientos matemáticos que describen el flujo y el transporte en medios fracturados, cabe citar los formulados por Shapiro (1987). A estos avances hay que añadir numerosos esquemas numéricos que permiten la solución de las ecuaciones que gobiernan los diferentes procesos. Dichos esquemas se basan en la técnica del elemento finito o el método integrado de diferencias finitas y elemento finito. Así mismo, en la literatura hidrogeológica es posible encontrar algunos trabajos en los que se explicita el desarrollo de soluciones analíticas aplicables a medios fracturados, para flujo y transporte.

Entre las primeras aportaciones, se puede mencionar la de Gureghian (1975) quien presentó un modelo de elemento finito para flujo en tres dimensiones en un medio poroso fracturado. Este autor utilizó elementos tetraédricos para la matriz y elementos triangulares para representar las fracturas, los cuales fueron diseñados para corresponder con los lados de los tetraedros seleccionados. Este modelo, aunque formulado bajo una perspectiva diferente, conceptualmente es similar al modelo presentado por Wilson y Witherspoon (1974).

Posteriormente, formulaciones en cierto modo análogas han sido desarrolladas por Baca et al. (1984), dirigidas al flujo y transporte de masa en un medio poroso fracturado. En dicho trabajo se plantearon dos ecuaciones, tomando como base el esquema del elemento finito, las cuales fueron combinadas mediante el método de los residuos pesados de Galerkin. Este planteamiento actualmente es seguido por una gran número de investigadores, advirtiéndose en sus es-

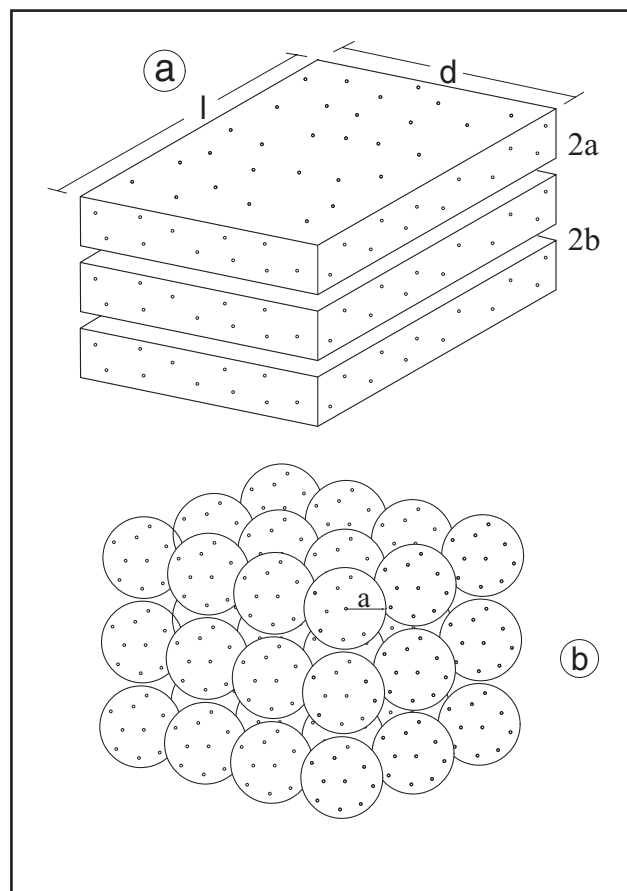


Figura 1. Modelos de doble porosidad: a) bloques prismáticos, b) modelo de esferas

tudios una clara tendencia a reproducir datos de series históricas y experimentales.

Como vemos, para la completa descripción del movimiento del agua subterránea en un medio fracturado se requiere de dos ecuaciones. En el modelo de doble porosidad, se emplean dos ecuaciones continuas, una para las fracturas y otra para los bloques, estando a su vez estas dos ecuaciones asociadas mediante una función de transferencia, que describe el intercambio de masa entre los bloques y las fracturas. En este último caso se puede optar por idealizar el sistema de dos maneras, bien mediante un modelo de bloques rectangulares o asimilándolo a un modelo de esferas (figura. 1).

Por ejemplo, en el caso de un acuífero fracturado en régimen de confinamiento, la ecuación que describe el flujo en el dominio de las fracturas puede escribirse como:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left(T_{ij} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) = S \frac{\partial h}{\partial t} - \Lambda - q \quad \forall_i = 1, 2 \quad (1)$$

donde h es la carga hidráulica en la fractura, T_{ij} y S representan el tensor de la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento de la formación fracturada, respectivamente; Λ es la tasa de transferencia de fluido por área unitaria, del bloque poroso hacia las fracturas, y q constituye la tasa volumétrica de fluido por área unitaria, provenientes de fuentes como pozos de inyección y recarga por precipitación (o bombeo).

T_{ij} y S , para el sistema fracturado pueden ser expresados como:

$$T_{ij} = \phi_f H K_{ij} \quad (2)$$

$$S = \phi H S_s \quad \text{acuífero confinado} \quad (3)$$

$$S = \phi_f H S_s + S_y \quad \text{acuífero libre} \quad (4)$$

donde H es el espesor de la formación modelada, K_{ij} es la conductividad hidráulica y S_s es el coeficiente de almacenamiento específico de las fracturas representativas; S_y es el almacenamiento específico del sistema fracturado, y ϕ_f es la porosidad de la fractura, definida como el volumen de fracturas por volumen unitario de la formación.

El término Λ en la ecuación 1 representa la interacción entre la matriz porosa y la fractura. Como la carga hidráulica es reducida en la fractura, el fluido fluye de la matriz hacia las fracturas, de modo que el flujo Λ es una función de la carga en las fracturas y de la carga en la matriz porosa. De este modo, y asumiendo que la permeabilidad de la matriz porosa es pequeña comparada con la permeabilidad de la fractura, la distribución de la carga hidráulica en una matriz de bloques puede establecerse resolviendo un problema de flujo transitorio en una dimensión.

En este sentido, en la presente investigación se optó por utilizar el modelo TRAFRAP-WT, cuyas características permiten analizar un acuífero fracturado desde la perspectiva de la doble porosidad. Además, un somero análisis de las peculiaridades del acuífero en estudio, que a continuación se muestran, permiten llegar a la conclusión de que éste posee, entre otras características, una muy escasa regulación; en consecuencia, parece más realista abordar el análisis de flujo de acuerdo con el concepto de doble porosidad.

Huyakorn et al. (1994) desarrollaron el modelo TRAFRAP-WT, basado en el código de elemento finito en dos dimensiones, para analizar el flujo y el transporte de contaminantes en medios porosos fracturados bajo los dos enfoques alternativos ya mencionados de fracturas discretas y/o doble porosidad. Este modelo permite, así mismo, simular procesos de flujo y transporte en acuíferos confinados y no confinados de naturaleza granular (no fracturados). El lector que requiera más detalles sobre el funcionamiento de dicho modelo puede acudir al manual de operación (Huyakorn et al., 1994).

DESCRIPCIÓN DEL ACUÍFERO DE ITXINA

El acuífero de Itxina, situado en la provincia de Vizcaya, constituye una unidad morfoestructural integrante de la alineación montañosa que, en buena parte de la Comunidad Autónoma Vasca, define la divisoria de aguas superficiales entre las vertientes cantábrica y mediterránea. Geográficamente está representado por un área amesetada de geometría triangular y relieve especialmente accidentado, conocida como montes de Itxina, que tiene como puntos culminantes a las cumbres de Aitzkorrigane (1090 m), Lekanda (1308 m) e Ipergorta (1225 m).

Lateralmente presenta una red hidrográfica divergente estructurada en dos vertientes a partir de las elevaciones de Gorostieta. Así, mientras hacia el Norte los flujos superficiales se canalizan a través de los ríos Arnauri y Arratia, tributarios respectivamente de los ríos Nervión e Ibaizabal, por el Sur el drenaje se organiza hacia el río Zadorra siguiendo el cauce del río Bayas. Así mismo, es de destacar en el borde suroriental de la unidad, y anexa a la misma, la existencia de una depresión conocida como campas de Arraba, caracterizada por la presencia de una red de drenaje propia de carácter endorreico que finaliza al pie de los montes de Itxina.

Geológicamente el macizo de Itxina forma parte de una unidad de orden mayor (unidad del Macizo del Gorbea) cuyos materiales aflorantes, correspondientes al Cretácico inferior, se agrupan básicamente en dos conjuntos litológicos conocidos como complejo Urgoniano y Supraurgoniano (Ramirez del Pozo, 1972; IGME,



El Ojo de Atxular, que facilita un cómodo acceso al interior del macizo, constituye una forma residual correspondiente muy posiblemente a una pretérita red de conductos desarrollada a un nivel de karstificación superior por lo que actualmente, en su mayor parte, se encuentra desmantelada por la erosión.

1978: EVE, 1992). El superior (Supraurgoniano) muestra un carácter predominantemente terrígeno e incluye las formaciones detríticas del Albense-Cenomanense, en tanto que el inferior (Urgoniano) está representado por las secuencias marinas de edad Aptense-Albense que engloban desde materiales detríticos hasta calizas arrecifales (figura 2).

Este último presenta una notable complejidad desde el punto de vista estratigráfico, pudiéndose reconocer en algunos puntos de sus afloramientos numerosas interdigitaciones e importantes cambios laterales de facies. Además hay que destacar la presencia de depósitos cuaternarios asociados en unos casos a los procesos erosivos actuales, representados por depósitos de pié de monte, desigualmente distribuidos hacia la base de los principales escarpes, y en otros están relacionados con los mecanismos de disolución de las formaciones carbonatadas que dan lugar a la existencia de los niveles de alteración que contribuyen al relleno de las depresiones kársticas existentes (figura 3).

Desde el punto de vista tectónico el macizo de Itxina no presenta mayor complejidad estructural, si bien pueden reconocerse algunas dislocaciones que localmente trastocan la geometría de sus bordes (figura 2). En general, los materiales aflorantes definen suaves estructuras monoclinales, de bajos buzamientos hacia el suroeste, y presentan una baja deformación a excepción de las formaciones carbonatadas, en las que es común la presencia de numerosos y densos sistemas de diclasas y, en menor proporción, de fallas normales, en su mayor parte de carácter distensivo, a partir de los cuales se ha desarrollado todo un espectacular cortejo de fenómenos kársticos (figura 3).

El acuífero de Itxina constituye una subunidad hidrogeológica independiente a pesar de estar integrado en la unidad hidrogeológica del macizo del Gorbea, con la que presenta



Figura 2. Esquema hidrogeológico del macizo del Gorbea.

una cierta continuidad física en su borde meridional (figura 2). Está representado por un afloramiento de unos 6 km² de calizas urgonianas desigualmente desarrolladas, dado su carácter arrecifal, que en algunos puntos llegan a superar ampliamente los 300 metros de potencia. Presenta una tipología de acuífero libre, estructuralmente colgado, y se caracteriza por presentar altos valores de permeabilidad por fracturación y karstificación, lo que unido al carácter endorreico de sus materiales en superficie, con profusión de formas de absorción bien patentes, contribuye a que la infiltración se realice de forma extremadamente rápida.

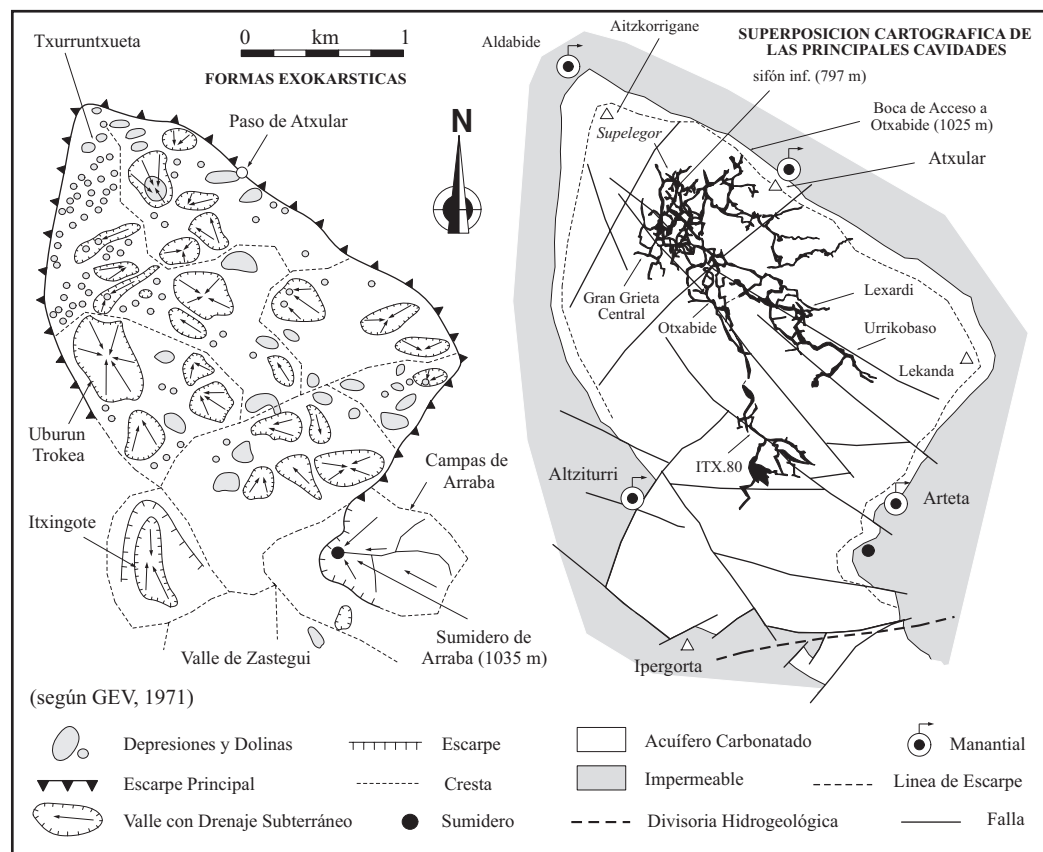


Figura 3. Esquema de las morfologías kársticas del macizo de Itxina.

Con una lluvia útil de unos 1300 mm y una infiltración prácticamente total de la misma, sus recursos subterráneos interanuales pueden cifrarse en cerca de los 8 Hm³, cuya descarga se efectúa de forma minoritaria por el conjunto de manantiales situados en sus bordes oriental y occidental, entre los que cabe citar las fuentes de Atxular y Arteta y el nacedero de Altziturri (figuras 2 y 3). En general, dichos manantiales muestran bajos caudales y una gran irregularidad cuyos funcionamientos estarían asociados al drenaje de pequeñas estructuras y depresiones cercanas. La surgencia más importante de la unidad es el manantial de Aldabide, situado en el extremo septentrional del macizo y en la cota más baja del mismo (725 m), en el contacto con los materiales impermeables subyacentes. A través de este punto se produce la principal descarga del macizo de Itxina (el 85% de los recursos), con un caudal anual medio aproximado de 250 l/seg.



Aspecto que presentan en el borde sur de la unidad las calizas urgonianas correspondientes a la alineación Gorostieta-Gotxarrieta.

Se trata de una surgencia permanente caracterizada por importantes oscilaciones de caudal correspondientes a tiempos de respuesta, ante una ocasional precipitación, de escasas horas, lo que evidencia la baja capacidad de autorregulación del acuífero, puesta de manifiesto en anteriores estudios (Antigüedad, 1986; EVE, 1992; Llanos y Garfias, 1996; Llanos y Garfias, 1998; Llanos et al., 1998). Así mismo, puede afirmarse que la vehiculización de estos recursos a través del acuífero se realizaría a favor de amplios conductos según un esquema general de circulación subterránea, en dirección NNW, desde su extremo suroccidental, en los sumideros existentes en las campas de Arraba (figuras 2 y 3), hasta el manantial de Aldabide, principal colector del acuífero.

Las calizas arrecifales muestran una gran variedad de fenómenos relacionados con el modelado kárstico que incluye tanto formas externas como internas. Entre las primeras cabe citar los lapiazes que contribuyen de un modo decisivo a la infiltración del agua atmosférica. Presentan diversas modalidades con desigual desarrollo, si bien todas ellas están controladas por la fracturación y por la evolución en el tiempo de diversos factores de carácter bio-climático. En la unidad de Ixina ocupan amplias superficies de elevadas pendientes, especialmente intensas en las zonas inmediatas a la línea de cumbres que bordea la unidad (GEV, 1971; Latasa, 1997).

Las dolinas son igualmente numerosas y constituyen formas características del karst de Ixina. En su mayor parte se encuentran agrupadas en torno a los principales accidentes tectónicos, pudiendo mostrar un desigual desarrollo unas de otras. En general, presentan unas claras morfologías de tendencia embudo aunque puntualmente variables. Así, es posible reconocer tanto dolinas de disolución asociadas a los procesos de fusión de nieve (origen nival), como dolinas de hundimiento. En el primer caso se presentan como auténticos pozos verticales que ocasionalmente dan paso a profundas simas como la de Lezandi, y en el segundo corresponden a formas superficiales de colapso sobre conductos previamente desarrollados en el interior de las

calizas. A este último tipo de morfologías responden las bocas de acceso de cavidades tales como Supelegor y la Cran Grieta Central (Latasa, 1997).

Así mismo, es de reseñar la presencia de diferentes "poljes" o valles ciegos en la unidad originados por la evolución y posterior coalescencia de dolinas contiguas dando lugar a la formación de importantes depresiones cerradas de hábito generalmente elipsoidal caracterizadas por una circulación del agua de tipo endorreico. Entre ellas deben citarse la existente en Arko Axpe, y en las inmediaciones de la sima de Urrikobaso, entre otras, destacando por su espectacular desarrollo la presente en el término de Itxingote localizado en el extremo suroccidental de la unidad (figura 3A).

Por su parte, las formas endokársticas son muy numerosas destacando tanto por su magnitud como por su desarrollo. En este sentido, los últimos estudios espeleológicos llevados a cabo en este sistema arrojan unos índices de karstificación muy elevados, si los comparamos con otros sistemas vecinos desarrollados en estos mismos materiales, como los karst de Aitzkorri y Amboto-Aramotz, con más de 25 cavidades por km² (Maeztu, 1994; Latasa, 1997) y una longitud de conductos por km² superior a los 6 km. La presencia de dichos conductos puestos de manifiesto durante las últimas décadas (GEV, 1971; GEV, 1975; GEV, 1985; GAES, 1997; Latasa, 1997)), es de una gran transcendencia a la hora de establecer su funcionamiento, ya que condicionan las direcciones de drenaje y las modalidades de tránsito del agua subterránea en el acuífero.

Sin entrar en la descripción de las distintas fases evolutivas de este sistema que han desembocado en la implantación de la compleja red de conductos y cavidades actualmente observables, y al margen de procesos morfogenéticos diversos que, de un modo colateral, tienen que ver con el desarrollo del cavernamiento, conviene señalar que, en su mayor parte, se ha instaurado bajo un estricto control estructural, hasta el punto de que algunas de las cavidades muestran una acusada relación espacial con la existencia de ac-

cidentes mayores que intersectan longitudinalmente la unidad. Este hecho se patentiza aún más si cabe al analizar la figura 3B, en la que se muestra un encaje cartográfico de las principales superpuesto al esquema hidrogeológico simplificado de la unidad.

RESULTADOS

En base a las características hidrogeológicas y estructurales del macizo de Itxina, para la aplicación del modelo de flujo se abordó inicialmente una etapa de conceptualización del acuífero, cuyos resultados se esquematizan en la figura 4. Las condiciones de base utilizadas fueron las siguientes. Por un lado, se consideró la simulación de flujo del sistema como la correspondiente a un acuífero no confinado y en condiciones estacionarias y, por otro, se asimió el medio rocoso compuesto por fracturas paralelas regularmente distribuidas en el interior de una matriz de bloques prismáticos. Los valores de los parámetros físicos empleados en la simulación se resumen en la tabla I. Del mismo modo, las aberturas de las fracturas y el espesor de cada bloque prismático se establecieron en 0.5 ft y 10 ft (0.03 y 3.05 m), respectivamente.

A fin de obtener una solución basada en el esquema del método de los elementos finitos, fue necesario establecer una malla rectangular compuesta de 217 nodos y 180 elementos para representar el dominio de flujo en dos dimensiones (figura 4). El espaciamiento entre filas y columnas fue considerado como constante, lo que dio como resultado una malla de 7 líneas horizontales y 31 líneas verticales. Además, el bloque prismático fue discretizado tratando de reproducir la forma del acuífero de Itxina, cuyos contornos naturales muestran frentes escarpados en las fronteras confluyendo finalmente en el manantial de Aldabide.

Por otra parte, se consideró como eje de referencia del modelo el nivel de base impermeable del acuífero, constituyendo éste el punto cero del sistema, e igualmente se estableció la altura promedio del acuífero en 300 m. De este modo, el manantial de Aldabide (punto más bajo) y el sumidero de las campas de Arraba, con unas alturas de 725 m y de 1033 m respectivamente, constituyen los dos puntos de referencia, inferior y superior, del nivel freático, o lo que es lo mismo, dichos puntos fueron asimilados a condiciones de frontera de primer orden, o Dirichlet, en el modelo (figura 4).

propiedades de la matriz	
conductividad hidráulica K_{xx}	0.0005 ft/d
conductividad hidráulica K_{yy}	0.0005 ft/d
coeficiente de almacenamiento S_s	0.0005 1/ft
altura de los bloques b'	10 ft
propiedades de las fracturas	
porosidad de las fracturas ϕ_f	0.05
coeficiente de almacenamiento S_s	0.04 1/ft
almacenamiento específico S_y	0.025
conductividad hidráulica K_{xx}	500 ft/d
conductividad hidráulica K_{yy}	500 ft/d

Tabla I. Propiedades de la matriz y de las fracturas

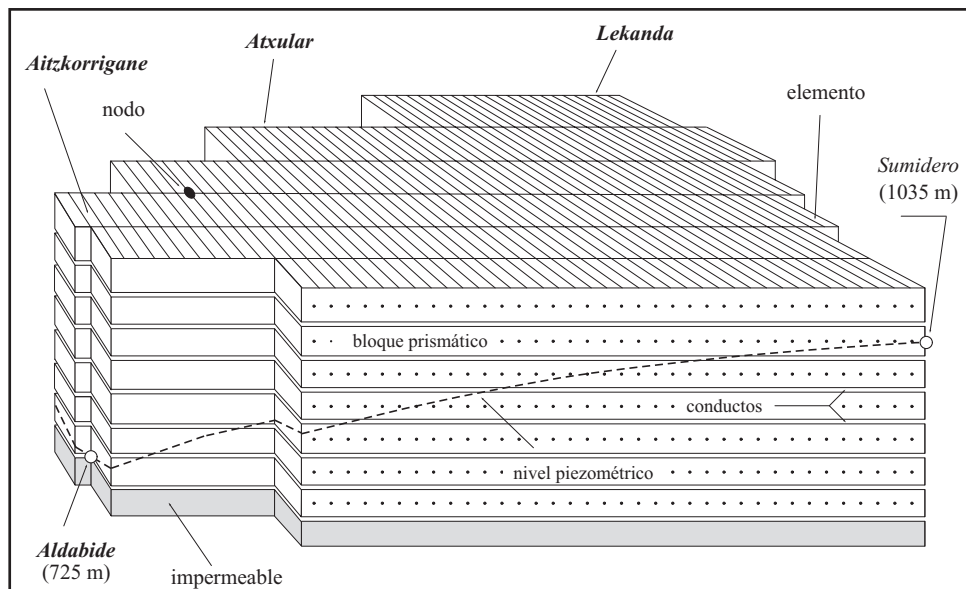


Figura 4. Modelo conceptual simplificado del acuífero kárstico de Itxina.

En base a estas premisas se efectuaron diferentes simulaciones previas al objeto de definir la distribución más probable del nivel freático a lo largo del sistema kárstico. Hay que reseñar que para su definición, y dado que por el momento no existen observaciones piezométricas en el acuífero de Itxina, se tuvo en cuenta únicamente como punto de referencia adicional del nivel freático el nivel dinámico, de 797 m, reportado en el sifón terminal de la cueva de Otxabide (GEV, 1985). En la figura 5 se muestra la distribución de las diferentes líneas isopiezas simuladas, advirtiéndose una pequeña discrepancia en la po-

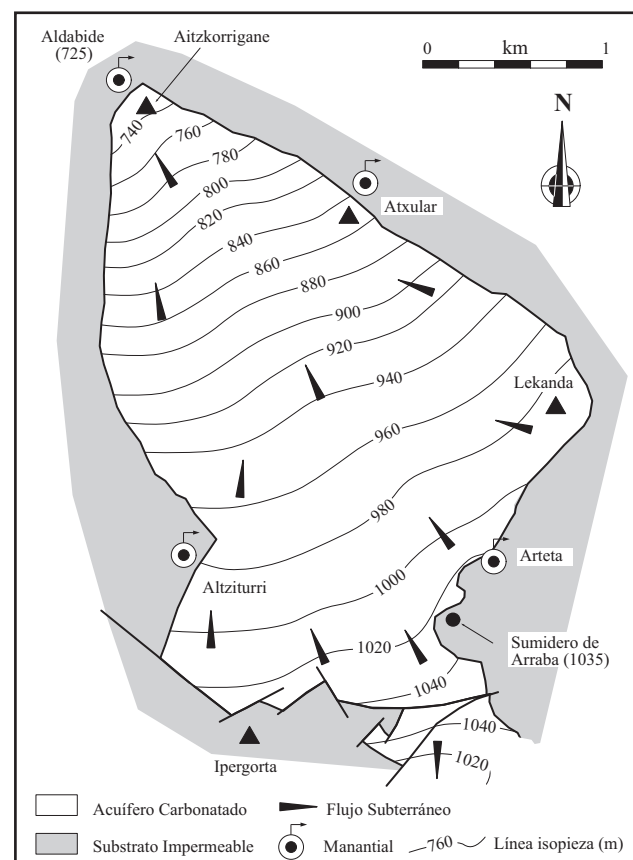
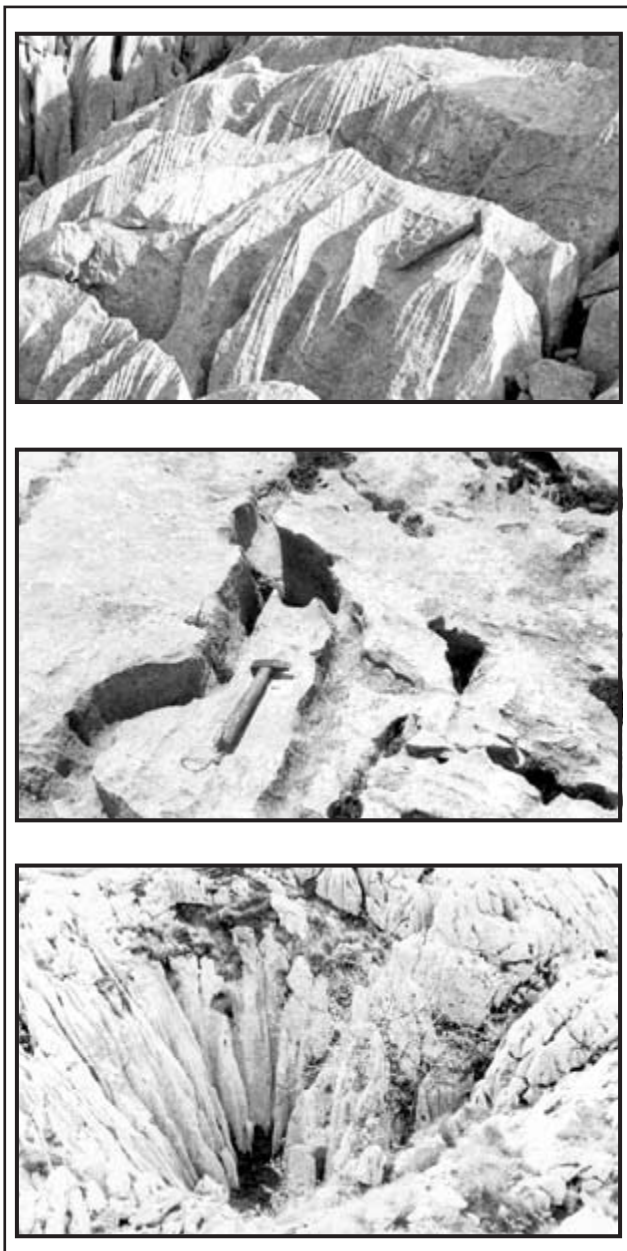


Figura 5. Distribución de las líneas isopiezas.



Los fenómenos de disolución de las calizas, bajo un sinfín de tipologías, favorecen la infiltración de las aguas meteóricas al interior del macizo y contribuyen con su progresivo desarrollo a incrementar el atormentado aspecto que caracteriza al paisaje kárstico.

Fotos: Grupo Espeleológico Vizcaino

sición del nivel dinámico observado en el sifón ya comentado (figura 3) y el nivel calculado por el modelo (figura 5). Estas diferencias se explicarían, razonablemente, por la variabilidad del medio rocoso, caracterizado por una notable heterogeneidad, en el que el flujo estaría básicamente condicionado por la distribución de las fracturas, cuya variabilidad es altamente aleatoria.

Bajo estas mismas circunstancias, se consideró, así mismo, el flujo en el manantial de Aldabide, de modo que, teniendo en cuenta las condiciones de frontera anteriormente prescritas y una vez alcanzada la estabilidad en el proceso de modelación, se obtuvo un caudal promedio de 239 l/s en condiciones estacionarias. Informaciones recientes sobre las aportaciones medias interanuales de dicho manantial coinciden en asignarle un caudal promedio de 250 l/s (EVE, 1992; Llanos y Garfias, 1996), el cual difiere ligeramente del valor obtenido en la modelación.

Pese a ello hay que indicar que ambos guardan una estrecha convergencia y que el valor obtenido se encuentra dentro los márgenes aceptables, por lo que constituye un buen elemento alternativo para la verificación del modelo aplicado.

Las condiciones anteriores fueron aplicadas considerando una situación en el acuífero propia de un régimen natural, no influenciado, esto es, sin intervención alguna externa al sistema, tales como bombeos, recarga, etc. Por ello, en una segunda instancia, se tuvo en cuenta el efecto de la recarga sobre el sistema considerando un valor constante de la misma de 0.01 ft/d y manteniendo las condiciones de frontera invariables (condición de Dirichlet). Bajo estas nuevas condiciones, el modelo muestra un ligero aumento del nivel freático, que se manifiesta por el correspondiente incremento del caudal en el manantial de Aldabide que pasa de 239 l/s a 246 l/s. A pesar de la adición de la recarga, el cambio en el nivel freático no es substancial, lo que confirma la falta de regulación existente en el sistema, debido al alto grado de canalización existente.

CONCLUSIONES

El sistema acuífero en estudio es complejo y extraordinariamente difícil de caracterizar, especialmente por el alto grado de karstificación alcanzado. A este respecto hay que hacer notar una vez más que la información disponible se ha limitado únicamente a la morfología y desigual desarrollo de las formas endokársticas observables, sin considerar otros elementos de referencia que pudieran arrojar cierta luz sobre la evolución de la superficie piezométrica en el acuífero. Esta situación representa de hecho una gran limitación en la investigación, dado que, como ya se ha esbozado, resulta difícil definir con exactitud la geometría de la red de fracturas y conductos, lo que se traduce en una incertidumbre en las predicciones del modelo para simular el flujo del sistema.

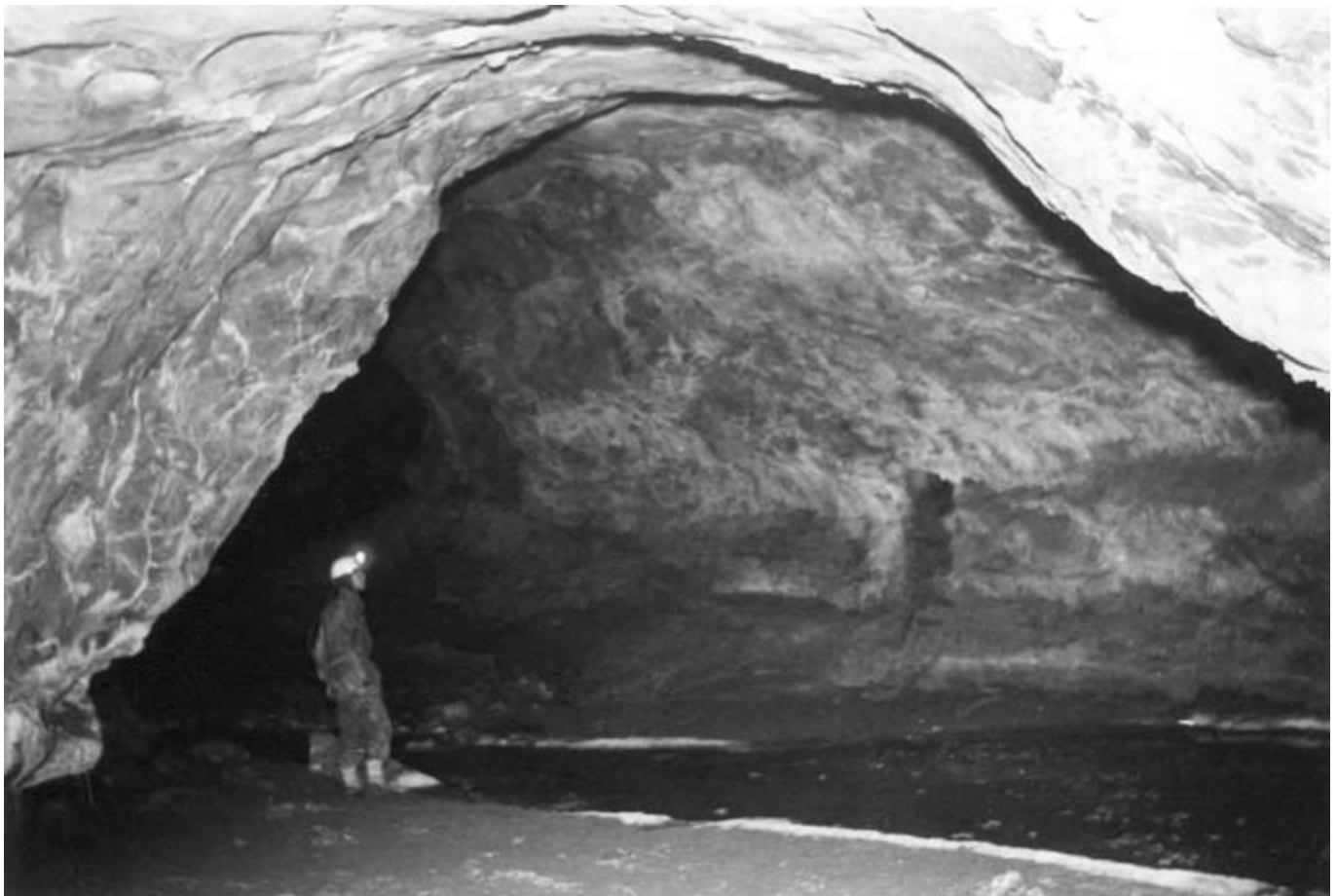
Es indudable que el modelo introduce un alto grado de simplificación, a partir del momento que considera bloques prismáticos regulares, cuando en la realidad la forma y variación de las fracturas y bloques es completamente irregular. No obstante, la información disponible ha permitido aplicar un modelo de doble porosidad, dando como resultado una estimación del nivel freático y del caudal en el manantial de Aldabide, principal surgencia del macizo de Itxina. Las diferentes simulaciones han permitido caracterizar al acuífero como un sistema altamente canalizado con una rápida respuesta a las solicitaciones externas. Sin embargo, las predicciones bajo estas condiciones necesitan ser consideradas con cierta prudencia, dado que, por el momento, no existen elementos de juicio que posibiliten un más adecuado conocimiento de los parámetros hidrogeológicos del acuífero, los cuales permitirían alcanzar un mayor grado de ajuste por el modelo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo, se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación: UPV-EHU 001.154 EA 061-95, subvencionado por la Universidad del País Vasco, y del Proyecto: 0390P-T9506 financiado por el Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT). Así mismo, los autores desean expresar su más vivo agradecimiento a los antiguos compañeros del Grupo Espeleológico Vizcaino por sus valiosísimas aportaciones y facilidades, de todo tipo, prestadas para el desarrollo de este estudio, a las familias Intxaurraga, Olabarria y Olabari de Zeanuri, Urigoiti e Ibarra respectivamente, así como al Centro Territorial del País Vasco del Instituto Nacional de Meteorología, al Ayuntamiento de Orozko y al Servicio Vasco de Meteorología.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTIGÜEDAD I. (1986). Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Nervión-Ibaizábal. Tesis Doctoral Universidad del País Vasco, 320 pp. Leioa, Bizkaia.
- BACA R.G., ARNETT R.C. and LANGFORD C.W. (1984). Modeling of fluid flow in fractured porous rock masses by finite-element techniques. *Int. J. Num. Meth. Fluids*, 4, 337-348.
- BERKOWITZ B., BEAR J. and BRAESTER C. (1988). Continuum models for contaminant transport in fractured porous formations. *Water Resour. Res.*, 24, 1225-1236.
- BRUGGEMAN A.C. and MOSTAGHIMI S. (1991). Simulation of preferential flow and solute transport using an efficient finite element model. In *Preferential Flow*, edited by T.J. Gish and A. Shirmohammadi, pp. 244-255, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mich.
- DAVIDSON M.R. (1985). Numerical calculation of saturated-unsaturated infiltration in a cracked soil. *Water Resour. Res.*, 21, 709-714.
- DUDLEY A.L., PETERS R.R., GAUTHIER J.H., WILSON M.L., TIERNEY M.S. and KLAVETTER E.A. (1988). Yucca Mountain Project, Total system performance assessment code (TOSPAC), vol. 1, Physical and mathematical bases. Sandia Rep. San85-0002, Sandia Natl. Lab., Albuquerque, N. M.
- DUGUID J.O. and LOE P.C.Y. (1977). Flow in fractured porous media. *Water Resour. Res.*, 13, 558-566.
- EVE (1992). Investigación Hidrogeológica del Area de Itxina. Ente Vasco de la Energía. Bilbao-Bilbo, (informe inédito).
- GAES (1997). Inventario de Cavidades de Itxina. Bilbao-Bilbo, (informe inédito).
- GEV (1971). Observaciones Preliminares sobre el Macizo Kárstico de Itxina. Macizo del Gorbea (Vizcaya). *Kobie* 3, pp. 56-99. Bilbao-Bilbo.
- GEV (1975). Simas Vizcaínas con un Desnivel Mayor de 200 metros. *Kobie* 6, pp. 209-242. Bilbao-Bilbo.
- GEV. (1985). Catálogo de Cuevas de Vizcaya. Edit. Diputación Foral del Señorío de Vizcaya, 95 p. Bilbao, España.
- GUREGHIAN A.B. (1975). A study by the finite element method of the influence of fractures in confined aquifers. *Soc. Pet. Eng.J.*, 15, 181-191.
- HUYAKORN P.S., WHITE H.O., WADSWORTH T.D. (Jr) and BUCKLEY J.E. (1994). TRAFRAP-WT, Two-Dimensional Fluid Flow and Solute Transport in Fractured Rock. International Ground Water Modeling Center. Colorado School of Mines.
- IGME (1978). Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000 (serie MAGNA), Hoja nº: 87 (Elorrio). Edit. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, España
- LATASA I. (1997). El Karst de Itxina. Últimas Exploraciones Espeleológicas. *Karraitza*, vol. 6, pp. 9-20. Ed. Unión de Espeleólogos Vascos-Euskal Espeleologoan Elkargoa. Donostia-San Sebastián.
- LLANOS H. y GARFIAS J. (1996). Reconstitución de Hidrogramas de Manantiales de la Unidad Hidrogeológica del Macizo del Gorbea (País Vasco). In *Contribuciones a la Investigación y Gestión del Agua Subterránea*, pp. 115-130. (I. Morell y J.R. Fagundo, eds.). Universitat Jaume I. Castellón, España.
- LLANOS H. y GARFIAS J. (1998). Análisis Temporal y Simulación de Hidrogramas del Manantial de Aldabide (Sistema Kárstico de Itxina-País Vasco). *Karraitza*, vol. 7, pp. 38-44. Ed. Unión de Espeleólogos Vascos-Euskal Espeleologoan Elkargoa. Donostia-San Sebastián.



Sima de Otxabide. Exploración del nivel inferior de la cavidad siguiendo el cauce principal en su recorrido final hacia el sifón terminal. Expedición Grupo Espeleológico Vizcaino, agosto 1968.



El manantial de Aldabide, con un caudal medio interanual de unos 250 litros/segundo, constituye la principal surgencia de los recursos hídricos subterráneos de sistema kárstico de Itxina.

- LLANOS H., GARFIAS J., ARRATE I, BEZARES P. y ALO-NSO R. (1998). Establecimiento de la Vulnerabilidad a la Contaminación de la Unidad Hidrogeológica de Itxina (Macizo del Gorbea-País Vasco) a Partir de Ensayos de Trazado. *Karraitza*, vol. 7, pp. 45-51. Ed. Unión de Espeleólogos Vascos-Euskal Espeleologoan Elkargoa. Donostia-San Sebastián.
- MAEZTU J.J. (1994). Modelo para la Descripción de Cavidades y del Karst. *Karraitza*, vol. 3, pp. 1-2. Ed. Unión de Espeleólogos Vascos-Euskal Espeleologoan Elkargoa. Donostia-San Sebastián.
- PRUESS K., WANG J.S.Y. and TSANG Y.W. (1990). On thermohydrologic conditions near high-level nuclear wastes emplaced in partially saturated fractured tuff, 1, Simulation studies with explicit consideration of fracture effects. *Water Resour. Res.*, 26, 1235-1248.
- RAMIREZ DEL POZO J. (1973). Síntesis Geológica de la Provincia de Alava. Edit. Dpto. de Obras Sociales de la Caja Municipal de Ahorros de Alava, 90 pp. Vitoria-Gasteiz.
- SCHWARTS F.W. and SMITH L. (1987). An overview of the stochastic modeling of dispersion in fractured media. In *Advances in Transport Phenomena in Porous media*, J. Bear and M.Y. Corapcioglu, eds. NATO Advanced Study Institutes Series, Series E Applied Sciences, Vol. 128, pp. 729-750. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- SHAPIRO A.M. (1987). Transport equations for fractured porous media. In *Advances in Transport Phenomena in Porous Media*, J. Bear and M. Y. Corapcioglu, eds. NATO Advanced Study Institutes Series, Series E Applied Sciences, Vol. 128, pp. 407-471. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- SMITH L. and FREEZE R.A. (1979). Stochastic analysis of steady state groundwater flow in a bounded domain, 1. One-dimensional simulations. *Water Resour. Res.* 15(3), 521-528.
- VAN GENUCHTEN M.T. and DALTON F.N. (1986). Models for simulating salt movement in aggregated field soils. *Geoderma*, 38, 165-183.
- WANG J.S.Y. and NARASIMHAN T.N. (1985). Hydrologic mechanisms governing fluid flow in a partially saturated, fractured, porous medium. *Water Resour. Res.*, 21, 1861-1874.
- WILSON C.R. and WITHERSPOON P.A. (1974). Steady state flow in rigid networks of fractures. *Water Resour. Res.*, 10(2), 328-335.
- ZIMMERMAN R.W., CHEN G., HADGUT. and BOOVARSSON G.S. (1993). A Numerical Dual-Porosity Model with Semianalytical Treatment of Fracture/Matrix Flow. *Water Resour. Res.*, Vol. 29(7), pp. 2117-2137.

INVESTIGACIÓN ESPELEOLÓGICA E INMERSIÓN SUBACUÁTICA EN EL NACEDERO DE MOZARRE. ELKOAZ (NAVARRA)

Víctor ABENDAÑO

Satorrak Espeleologi Taldea (G.E.S.)

Descalzos, 37 bajo, bis 31001 Iruñea - Nafarroa

(Recibido en Noviembre de 1999)

RESUMEN

Este artículo pretende recoger el estudio de desobstrucción, investigación espeleológica e inmersión subacuática en el nacedero de Mozarre, cavidad situada en el término municipal de Elkoaz (Navarra). Se trata de un avance de futuros estudios y catalogación de cavidades que se están realizando en los montes de Areta y los cuales están siendo subvencionados por el departamento de Obras públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra.

LABURPENA

Artikulu honen xedea Mozarreko iturrian (Elkoatz-Urraul Goiti, Nafarroa) egindako lanen berri ematea da; bertan ahoa zabaldu, ikerketa espeleologikoa eta urpekariaren saioak egin dira. Orain arte egindako lanak Aretako mendiko lurrazpiaren ikerketan lortutako lehen emaitzak dira, etorkizunean bertze batzuk azalduko direlakoan gaude. Lan hauek Nafarroako Gobernuaren herri lan departamenduaren dirulaguntza izandute.

ABSTRACT

This article tries to depict the study of unblocking, speleological research and underwater dive in the surgence of Mozarre, cave situated in Elkoaz (Navarra). It's an advance of future studies and classification of caves that are taking place in Areta mountains and which are being subsidized by Public Works, Transport and Communications Department of Navarra Government.

INTRODUCCIÓN (ANTECEDENTES)

El desaparecido Grupo de Espeleología "Príncipe de Viana" de la Institución Príncipe de Viana (I.P.V), fue quién realizó los primeros estudios espeleológicos y recogida de información en varias cavidades en el área de los montes de Areta hasta los años 80. Posteriormente se han elaborado diversos trabajos en la citada área por Grupos del país Vasco-Francés y espeleólogos locales, donde se actualizan y exploran nuevas cavidades.

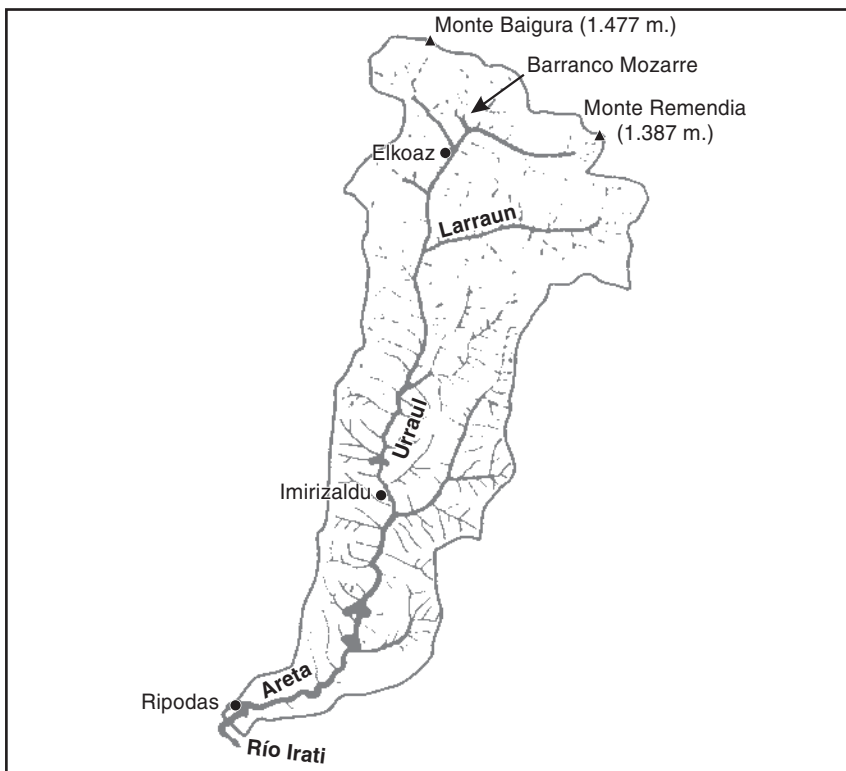
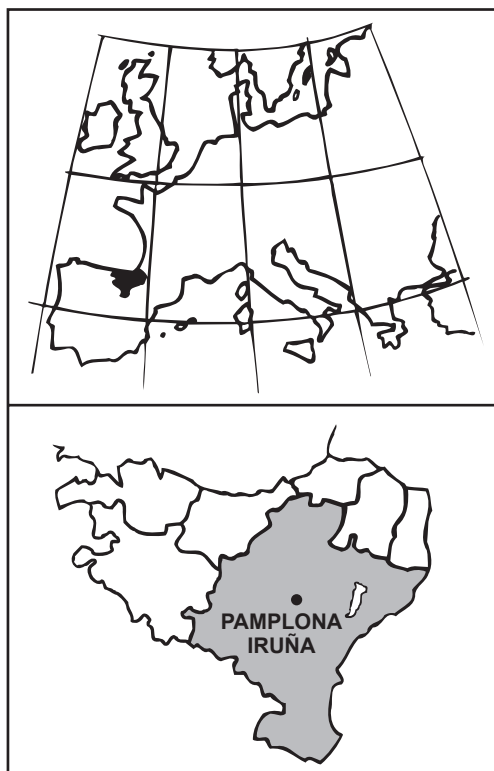
Tras 10 años de prospecciones sin excesivos frutos se consiguen nuevos descubrimientos; siendo uno de ellos la investigación espeleológica del nacedero de Mozarre, cavidad situada en el término municipal de Elkoaz, donde miembros del Grupo de Espeleología Satorrak y espeleólogos locales han trabajado conjuntamente.

En este artículo damos a conocer los rasgos generales de la zona, la desobstrucción de la cavidad y sus posteriores trabajos en la exploración e inmersión subacuática del nacedero como de su cuenca de captación.

MARCO GEOGRÁFICO

El área kárstica de los montes de Areta está ubicada dentro de la unidad hidrogeológica de Pamplona-Otxagabia, en la zona N-NE de Navarra. Asimismo está incluida dentro los afloramientos calizos del Daniense-Montiense (Paleoceno) que rodean el "Domo de Oroz Betelu". El área queda comprendida entre las hojas nº 116 y 117 del servicio Cartográfico de Navarra, a escala 1: 50.000, correspondientes a Garralda y Otxagabia.

Su situación le confiere un clima de transición subalpino-submediterráneo montano, con una pluviometría estimada de 900-1200 mm anuales. Su régimen de tipo pluvio-nival presenta un destacado periodo de altas aguas invernales seguido de un prolongado estiaje (C.A.N. 1991).



Montes de Areta

A caballo entre las Abaurreas por el Norte y el valle de Urreaú alto por el Sur encontramos la barrera de los montes de Areta, con alturas comprendidas entre los 900 y 1470 m.s.n.m. (Monte Baigura). Esta barrera orográfica delimita dos grandes cuencas hidrográficas comprendidas desde el río Irati por la vertiente W hasta el Valle de Salazar por el E.

Los Montes de Areta están formados por un doble sinclinal-anticlinal de dirección W-E, a lo largo del cuál discurre una barra de calizas paleocenas del Daniense-Montiense (Cenozoico). En esta barra de moderados contrastes altimétricos, con cotas mínimas en el barranco del río Areta (800m.) y máximas en el ya citado Monte Baigura (1470 m), se localizan las principales y diferentes zonas estudiadas (Mozarre y Borrokosko).

LOS ACCESOS

1.- *Sector del Nacedero de Mozarre*: la zona de trabajo se encuentra localizada en el término municipal del pueblo de Elkoaz. A la salida del paraje formado por una corta foz llamada "El Pontarrón", se unen los cauces de dos regatas procedentes del barranco del "Potxe" y del de "Mozarre" (cauce principal proveniente del N). Es en este último y tras quince minutos de ascensión por su margen derecho entre un tupido bosque, donde se sitúa el manantial.

2.- *Monte Borrokosko*: del pueblo de Ayetxu se accede a la pista que asciende a los montes de Areta, donde tras 7 Km de subida y 700 m de desnivel se alcanza el collado formado por el monte Arnazu y Borrokosko a 1.330 m de altitud. A lo largo de su falda N, se encuentran la gran mayoría de sumideros.

MARCO GEOLÓGICO

La zona forma parte de todo el flanco S y SE que rodean el denominado Domo de Oroz Betelu en el cual los materiales buzan en dirección S con unos valores medios de 60-70°.

Estratigrafía

Desde el punto de vista geológico y basándonos en la hoja de Garralda 1:50.000 (I.G.M.1978) este sector encaja en la unidad hidrogeológica Pamplona-Otxagabia. El área está constituida por materiales del Cretácico Superior y Cenozoico en facies marinas (C.A.N.1991), dentro de los cuales las calizas paleocenas del Dano-Montiense son las de mayor importancia para nuestro estudio. Estos materiales presentes son, de menor a mayor antigüedad los siguientes:

1.- *Eoceno Medio Inferior*: calizas brechoides; de procedencia alóctona las encontramos en formas de Olistostromas en la foz denominada "El Pontarrón", apareciendo sus materiales totalmente verticales.

2.- *Paleoceno Daniense-Montiense*: calizas de algas-dolomíticas; son calizas microcristalinas de color gris presentando una potencia de 200 m de espesor. Es una de las barreras de materiales más importante del sector y se encuentran encajadas en el anticlinal-sinclinal del conjunto limitando al W por el río Irati y al NE por el barranco de Zaldaña al S de Jaurrieta. En ella se encuentran el nacedero de Mozarre y la cueva.

3.- *Maastrichtiense*: calizas arenosas; junto a las anteriores también forman el conjunto principal. De una potencia cercana a los 200 m, su posición es discordante en torno al Domo de Oroz Betelu. Se encuentran en la zona alta de la sierra en la alineación de los montes Motzorro, S de Borrokosko y Areta. En su Exokarst es donde se han formado una gran parte de las pérdidas y cavidades.

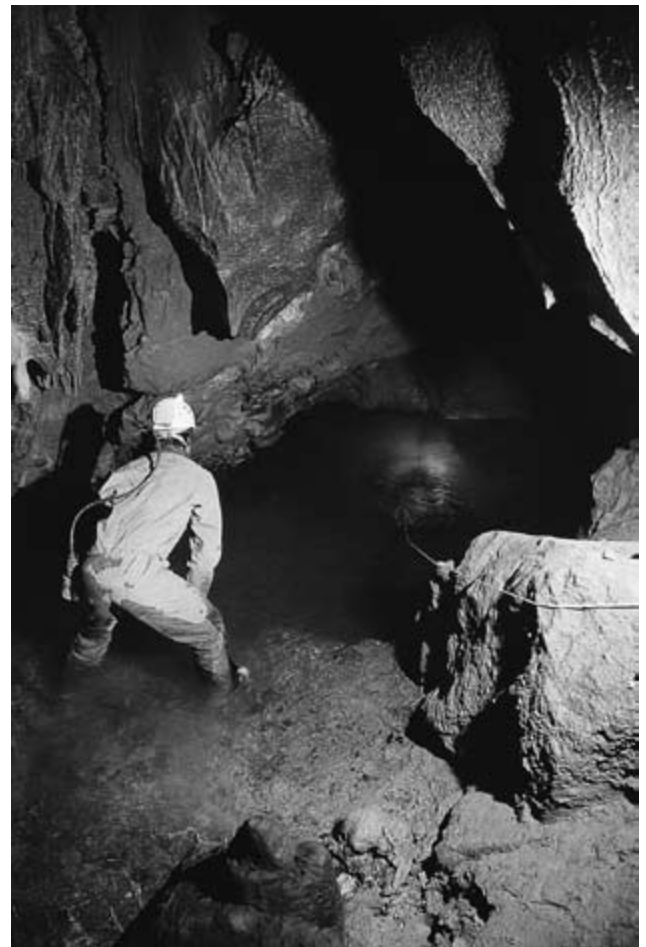
4.- *Maastrichtiense*: arcillas calcáreas y margo-calizas; tramo muy extenso. Localizadas al N de la alineación anterior y encajadas en los materiales triásicos y primarios del Domo en la gran falla del monte Baigura cruzando de NW-E. Es en estos terrenos impermeables donde se han desarrollado numerosos cauces, posteriormente infiltrados en los citados sumideros de la barrera calcárea citada anteriormente.

5.- *Triásico y terrenos primarios*: constituyen el origen y núcleo de la formación del sector (Domo de Oroz- Betelu).

Tras la orogenia Hercínica se formó la compleja estructura anticlinal del llamado Domo de Oroz Betelu de materiales Triásicos y primarios. Dentro de los accidentes tectónicos que provocó se encuentran los pliegues y fallas post-Hercinianas que han afectado a todo el conjunto de materiales del Cretácico y Terciario.

1.- *Pliegues*: a raíz del levantamiento Herciniano se observan al S del mismo una serie de importantes pliegues (anticlinal-sinclinal) asimétrico de gran desarrollo, que limitan por el E al río Irati (pueblo de Oroz Betelu) y al W de forma discordante hasta el valle de Salazar. De hasta 70° de buzamiento en su límite S, estas deformaciones han originado fuertes inclinaciones de los materiales calcáreos de las zonas kársticas bajas de la sierra (nacedero de Mozarre).

2.- *Fallas*: Uno de los accidentes tectónicos más importantes lo localizamos al S del "Domo". Se trata de una gran falla normal (MELENDEZ-FUSTER, 1991) con dirección NO-SE y buzamiento de hasta 75° S. Asociadas a esta falla, existen una serie de fallas posteriores con dirección E-O y N-S. Se encuentran en el eje de la barrera orográfica y afectan de forma extraordinaria al área kárstica separando claramente las unidades hidrogeológicas del río Zatoya



Eliseo Belzunce buceando en el primer sifón del Nacedero de Mozarre. Foto: Carlos Cabodevilla.

al N. y la aquí estudiada, el nacedero de Mozarre tributario del río Areta.

3.- *Diaclasas*: las fuertes inclinaciones de los estratos han originado zonas de fuerte fisuración perpendicular a los plegamientos claramente visibles en el “paso del Pontarrón”. Se aprecian diaclasas con dirección preferencial N-S y con tamaños que alcanzan los 20 m de longitud y 1 m anchura de término medio. En la zona alta del macizo (Borrokosko y Baigura) a pesar de la fuerte cobertura vegetal, la existencia de lapiaz gigante es evidente y las diaclasas llegan a desarrollar unas dimensiones de hasta 50 m de longitud y 2-3 m de anchura.

GEOMORFOLOGÍA

Los principales factores geomorfológicos que influyen en el relieve son:

1.- Existencia de diferentes litologías con un comportamiento distinto ante la erosión mostrando áreas deprimidas (calizas arcillosas, y margocalizas) frente a áreas escarpadas (calizas) que ocupan las zonas altas.

2.- Estructura plegada con una adaptación del relieve a la estructura en determinados sectores, coincidiendo las mayores pendientes con los flancos anticlinales y las zonas de menor pendiente con las charnelas sinclinales y anticlinales.

3.- Clima de transición atlántico-mediterráneo con precipitaciones que superan los 1000 mm/año y temperaturas moderadas lo que favorece la edafogénesis y los procesos de biostasia en las zonas deprimidas en oposición a las zonas más elevadas donde predominan los procesos periglaciares y/o kársticos.

4.- Karstificación diferencial en función de las características del material carbonatado, predominando las dolinas en las zonas más débiles y/o con menor pendiente y lapiaces en las zonas más resistentes y/o inclinadas.

5.- Recarga pluviométrica mixta. A la aportada por la precipitación se unen los cauces de varios arroyos que se suman al karst en puntos concretos, lo que aumenta el volumen de aguas en tránsito.

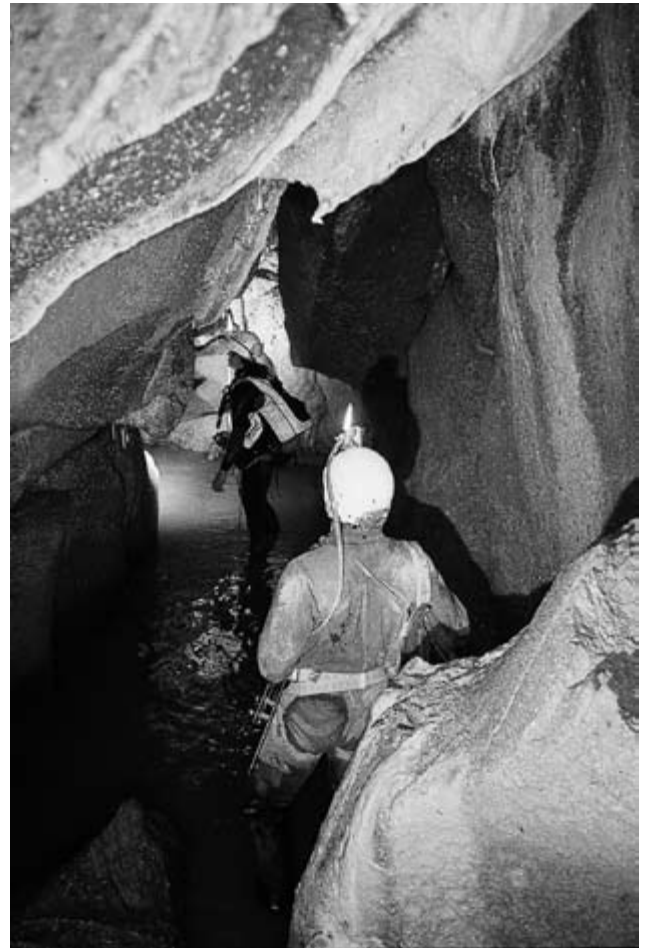
EXOKARST

Por la altura y la situación geográfica de los Montes de Areta y el sector de Mozarre (800-1470 m), la zona posee un Exokarst muy característico donde las zonas elevadas muestran modelados periglaciares con crestas y promontorios redondeados debido a la acción del viento y de la nieve que ocupa durante el invierno la zona. A todo lo largo del cresterio formado por la alineación de montes Baigura-Motzorro-Ordinaga-Arnazu-Borrokosko es donde hallamos los mayores modelados kársticos.

Lenares o Lapiaces.

Aunque en la mayor parte del conjunto la cobertura vegetal cubre las rocas y se desarrolla una comunidad vegetal compleja, hay superficies en las que la roca aparece desnuda, destacando la parte alta del macizo. Concretamente la zona estudiada se trata de franja de moderadas dimensiones, de dirección E-W, de fuerte lapiaz en tramos. Lugares tan descarnados como los situados en el monte Baigura y las faldas E de Borrokosko, con fuerte lenarización y formación de lapiaz gigante a favor de la fracturación en las calizas arenosas, hacen muy dificultosa su prospección.

Encontramos lapiaces de tipo klufkarren en la zona citada anteriormente y algunos son del tipo Roundkarren como en el puerto de Areta. En el sector del nacedero es reseñable la verticalidad de los estratos con fuertes fisuraciones puntuales en cotas bajas del macizo y a favor del Buzamiento.



Cañón principal del Nacedero Mozarre. Foto: Víctor Abendaño (G. E. Satorrak)

Dolinas.

No son muy abundantes las dolinas en la zona prospectada, ni llegan a tener dimensiones como en otros entornos cercanos de parecidas características climáticas. No obstante se encuentran algunas de tamaño considerable y hasta 15 m de profundidad en los collados del puerto de Areta. Estas se encuentran siguiendo las líneas de rotura y contacto más importantes, alternadas con fuerte vegetación. Buen ejemplo es las dolinas de la falda N de Borrokosko, aunque de tamaño decamétrico. Un gran número de ellas actúan como sumideros activos de las pequeñas arroyadas formadas en el entorno.

La situación geográfica de los montes de Alkoaz, con su eje mayor orientado al mediodía no ha propiciado la formación de los llamados “pozos de nieve”, pero si que se han desarrollado dolinas de “hundimiento o de colapso” en numerosos puntos.

Cañones.

La acción erosiva de las aguas superficiales recogidas fuera del karst no han llegado a tallar en las calizas cañones propiamente dichos, aunque si tramos encañados debido a la mayor dureza de las barras que se oponen transversalmente a los cauces situados en terrenos menos competentes. Existen tres puntos que creemos de interés. En la parte baja del macizo encontramos y a la altura del nacedero de Mozarre, un tramo encañonado con saltos que muy pocas veces lleva agua. Del nacedero valle abajo, este lleva agua con el nombre de barranco de Mozarre, alimentado con el caudal de la surgencia. Un segundo lo localizamos en el barranco de Espile, tras el nacedero del mismo nombre y donde la regata ha tallado un corto tramo encañonado de bellas formas. Estas aguas se

unen en el paso del "Pontarrón" con las provenientes del barranco de Mozarre.

En la parte alta de la sierra se ha formado el barranco de Areta, que se alimenta de las fuentes procedentes de sus campas en el puerto y que sume sus aguas en una gran pérdida citada en el apartado anterior.

HIDROLOGÍA

A nuestro entender, la gran falla N. del sector ejerce de divisoria de aguas. Al N, el río Zatoya es el encargado de encauzar las aguas y al S. el río Areta es el principal destino de las aguas de la sierra. Las características litológicas, morfológicas y climáticas han dado lugar al asentamiento de un sistema kárstico de aproximadamente 5 km² en el cual las aguas se sumen tras su mayor o menor recorrido en superficie.

La hipótesis apunta a la evidencia del drenaje del karst en su mayoría a la Surgencia de Mozarre. Una comprobación mediante coloración sería el sistema idóneo de apoyar la hipótesis.

Nacederos

Nacedero de Mozarre:

Es la surgencia principal del Sistema. Supuestamente recoge las aguas del total de los afloramientos calizos del conjunto. El desagüe se realiza en la cota de 819 m en diversos puntos localizados muy cercanos entre sí al contacto con las margas y Flysch. Carente de estudios hídricos de rigor, el caudal estimado varía entre los 50-75 l/sg. en estiaje y se ha comprobado un módulo en épocas de carga de aproximadamente 2.000 l/sg.

Estas variaciones de caudal importantes aunque de largo período sugieren un acuífero de tipo mixto con capacidad de almacenamiento y transmisividad de tipo medio, en el que junto a la circulación a través de drenes se supone una zona vadosa de espesor variable con circulación fisural y un grado no muy elevado de karstificación. El número y las formas de las cavidades localizadas corroboran esta hipótesis

El cauce activo de la cavidad no se corresponde con el total del volumen hídrico que mana en toda la surgencia. Esto abre las posibilidades de un posible ramal dentro del sistema o bien a la ya citada circulación fisural en la zona vadosa.

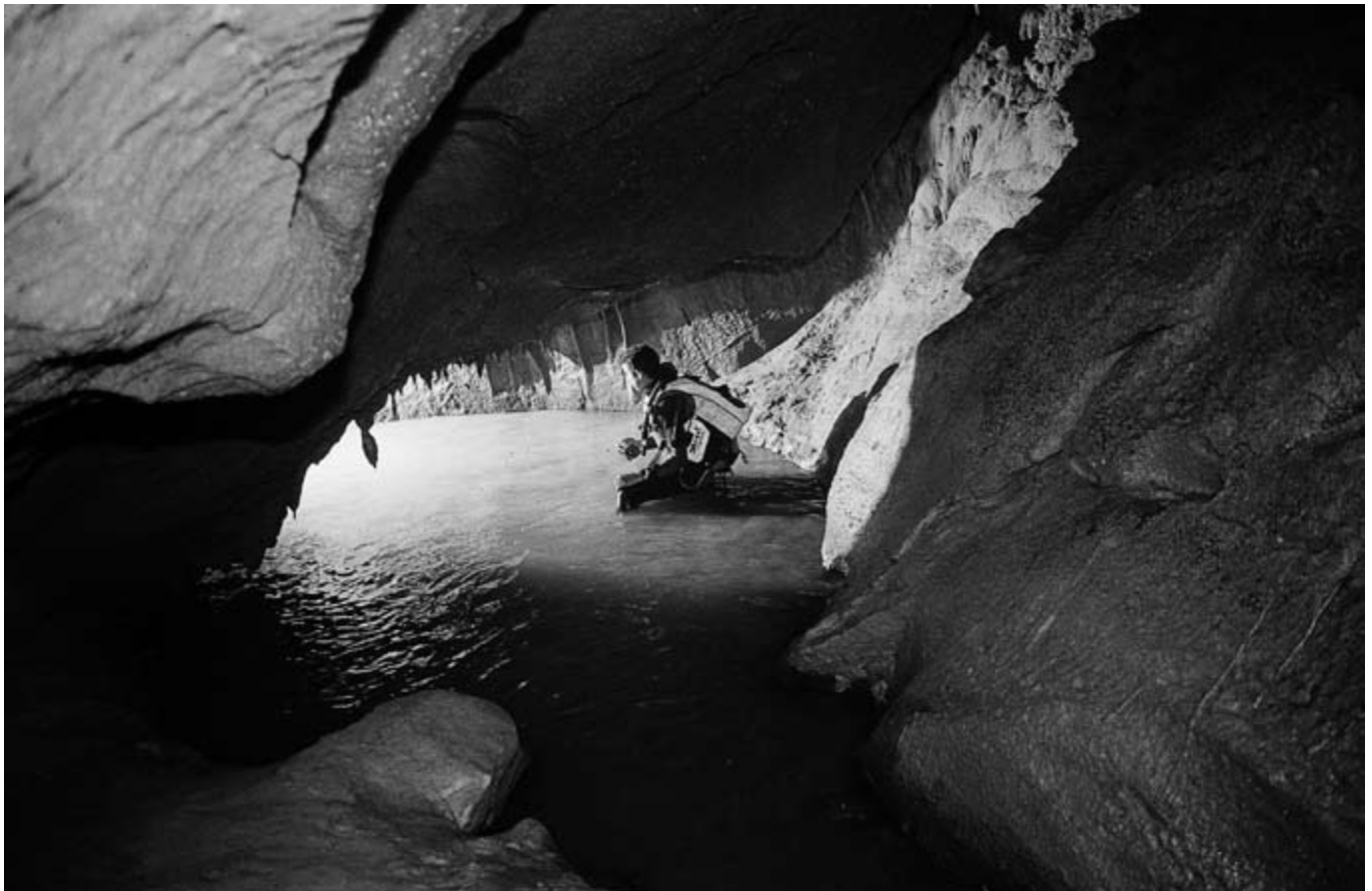
El Manantial abastece de agua al pueblo de Elkoaz principalmente, así como alguna explotación ganadera, lo que hace que sea extremadamente vulnerable ante posibles focos de contaminación.

Nacedero de Ordinaga:

Esta fuente está localizada a 1.300 m de altitud al E del monte Motzorro y NW de Ordinaga. Parte de sus aguas han sido canalizadas para uso ganadero hasta el puerto de Areta y el resto fluyen a través de un barranco donde tras unos 500 m desaparecen en la sima-sumidero de Ordinaga (Catálogo Espeleológico de Navarra).

Fuente de Espile:

Situada al S de la sima de Ordinaga y al NNO del nacedero de Mozarre a una cota de 1000 m. da lugar al barranco del mismo nombre. Sus aguas son tributarias del río Areta en el paso del "Pontarrón" a unos 200m. de la confluencia del barranco de Mozarre. De 15 l/sg de módulo anual medio, supuestamente sus aguas son las filtradas con anterioridad en el sumidero de Ordinaga, pero un análisis lo corroboraría porque actualmente sé desconoce su procedencia.



Marmita en el colector general (Mozarre). Foto: Carlos Cabodevilla



**Contraluz en el meandro principal (Mozarre).
Foto: Carlos Cabodevilla.**

Pérdidas

Sima de Ordinaga:

Se trata de la más importante pérdida del conjunto estudiado. De gran volumen de cavernamiento, esta sima, ya explorada con anterioridad, sus aguas se filtran entre los depósitos arcillosos y vegetales a -41 m profundidad. Creemos que sus aguas reaparecen en la fuente de Espile.

Zona del puerto de Areta:

Las aguas encauzadas en el puerto de Areta inician el descenso hacia el S entre el monte de Ordinaga y Arnazu. En la cota de 1100 m y en el contacto entre las calizas del Maastrichtiense y Paleocenas localizamos una pérdida total de la regata en el mismo eje del barranco.

Sumideros de Borrokosko:

En la cara N de dicho Monte se han localizado y explorado una decena de sumideros a una altitud aproximada de 1.275 m y en un claro contacto entre las calizas del Paleoceno y Flysch del Eoceno inferior. Con dirección preferencial E-W se ha formado una alineación de dolinas, simas y sumideros receptores de corrientes de muy escaso recorrido.

CAVIDADES MÁS IMPORTANTES

Cueva de Mozarre

Coordenadas UTM: E 645.340; N 4.745.935

Altitud: 833 m

Dimensiones: Desarrollo = 40 m; Desnivel = -2m

La cavidad abierta por un porche de 4x3 m, prosigue en una galería a favor de una diaclasa con orientación NNE/SSW e inclinada una decena de metros al W. Esta fractura determina la orientación general de la cueva.

Esta gruta ofrece todas las características de una cavidad fósil. Su morfología compleja explica el funcionamiento antiguo y sucesivo en régimen inundado, donde las fases de sedimentación y elevación del agua han sido muy evidentes, constituyendo seguramente un antiguo exutorio de la actual surgencia escasos metros por debajo. Su estudio no ha conseguido resultados satisfactorios en el aspecto espeleológico, al no poder progresar en una supuesta entrada antigua al manantial.

Nacedero de Mozarre

Coordenadas UTM: E 645.340; N 4.745.912

Altitud: 819 m.

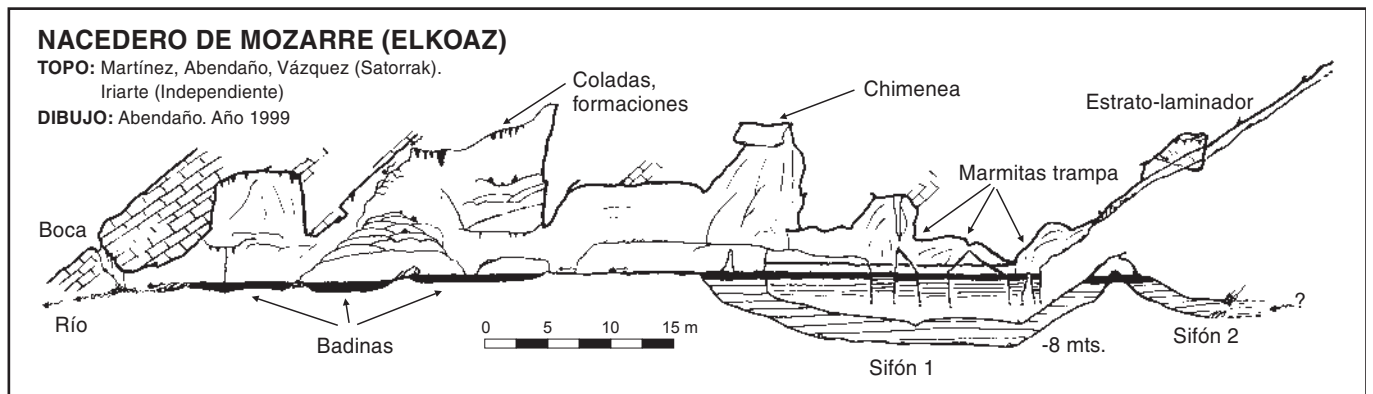
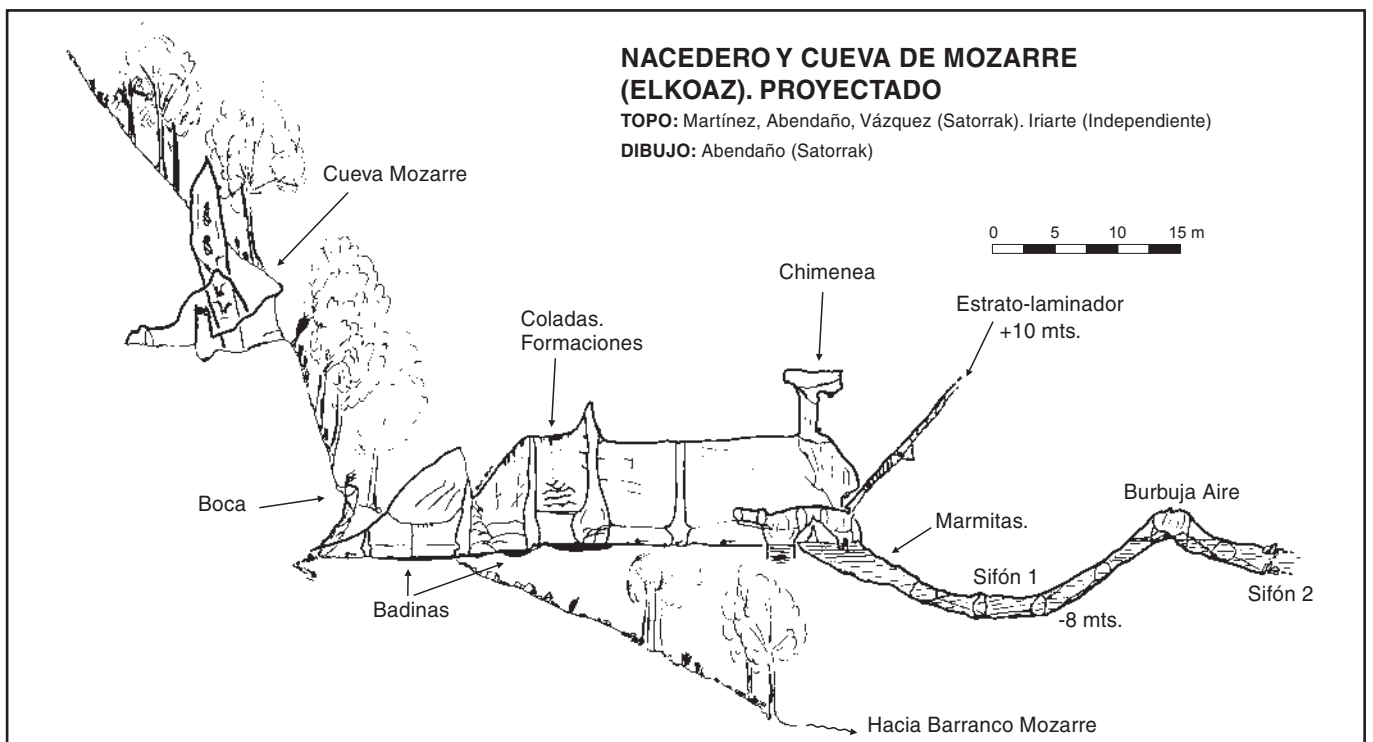
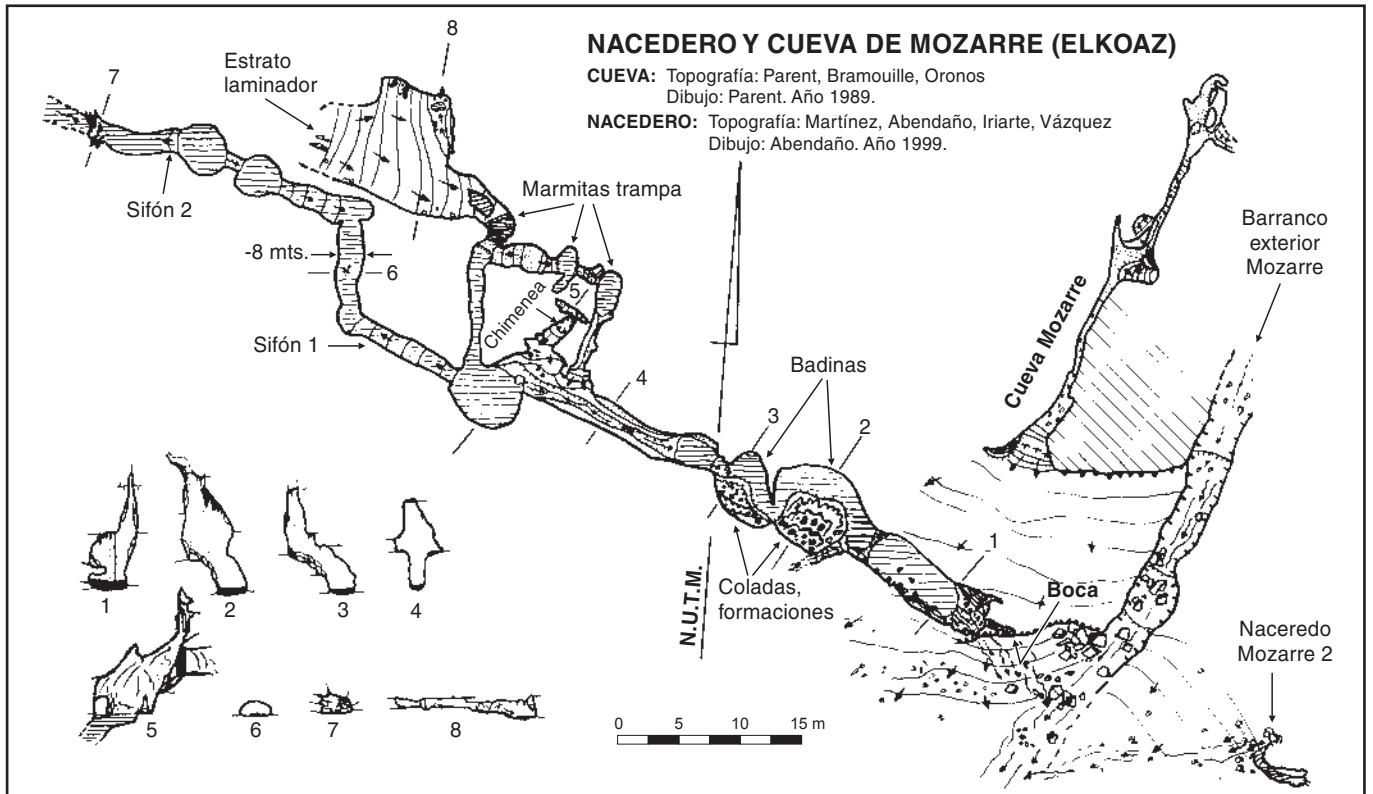
Dimensiones: Desarrollo = 175 m Desnivel -8 m

La boca de entrada tiene unas dimensiones de 0,5 X 0,5 m donde en una corta gatera descendente alcanzamos el curso del cauce activo. Esto fue posible gracias a los sucesivos intentos de desobstrucción entre bloques, que impedían su acceso debido a las características del lugar. Uno de ellos en su parte alta permitió cortocircuitar el colector central.

El meandro encañonado que prosigue adquiere dimensiones importantes (15x2 m) en algunos puntos siendo de 60 m de desarrollo. Algunas marmitas de gigante intercaladas en marcadas curvas de meandro son excavadas por un importante cauce que en épocas



**Río principal del Sistema de Mozarre.
Foto: Carlos Cabodevilla.**





Preparativos en el sífon nº 1 del Nacedero de Mozarre.
Foto: Víctor Abendaño (G. E. Satorrak)

de estiaje se estima en 50 l/sg. Este finaliza en un sífon con unas medidas de 4x3 m, punto principal de la cavidad. Interesante lugar desde el cual también se accede y comunica con un pasaje inundado en conducto forzado y un meandro jalonado de marmitas pozotrampa donde su progresión es compleja a través de pasamanos. La existencia de un laminador ascendente en este tramo complicó su exploración por las reducidas dimensiones.

Varios intentos de inmersión sucesivos en solitario, por parte del espeleobuceador Eliseo Belzunce, dió a conocer un sífon principal de 30 m de desarrollo y alcanzándose una profundidad de -6 m. Tras superar una cámara de aire y al inicio de un segundo sífon de escasos metros, dió por terminada la inmersión en una peligrosa zona de bloques inestables. Actualmente queda descartada cualquier posibilidad de continuación en la cavidad. Una escalada en un conducto ascendente encima del sífon tampoco dió resultados satisfactorios.

Sima-sumidero de Ordinaga

Coordenadas UTM: E 644.890; N 4.747.150

Altitud: 1.225 m

Dimensiones: Desarrollo = 75 m; Desnivel: -43 m

Dos cursos de agua de diferente importancia, convergen hacia un desfondamiento muy marcado, de un diámetro de 15 m sobre una dolina y rodeada de bloques en un lapiaz. Este desfondamiento da origen al espectacular sumidero, donde una sucesión de resaltes muy activos de 24,3 y 12 m respectivamente, finalizan en una diaclasa con grandes depósitos arcillosos colmatando cualquier posibilidad de continuación. La dirección preferencial de la cavidad es NE/SE a favor de dos planos de fracturación. Se trata de la mayor pérdida

del sector S del macizo y donde unas decenas de metros por debajo de ella mana una fuente llamada "Espile". Se cree que sus aguas son tributarias del citado sumidero, a falta de una comprobación más científica.

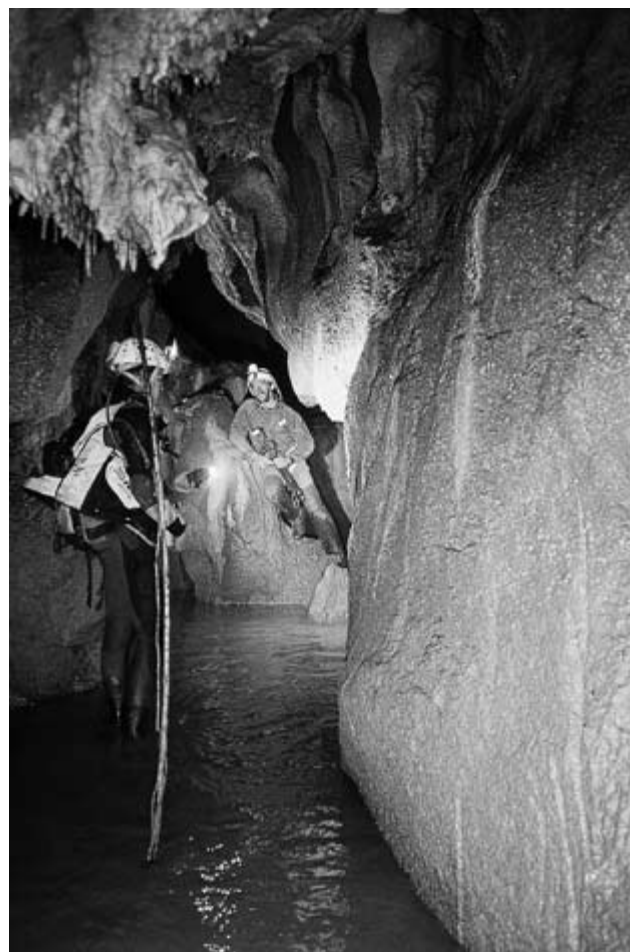
CONCLUSIONES

Sobre la zona de calizas Paleocenas (Daniense-Montiense) se ha establecido un sistema kárstico delimitado al N. por una gran falla de dirección preferencial NW-SE que establece la divisoria de aguas. Este sistema de aproximadamente 5 km² tiene un desagüe principal en el nacedero de Mozarre. Por otro lado hay que citar la existencia de varias fuentes menores en toda el área.

La recarga del sistema se realiza principalmente por medio de numerosos sumideros o pérdidas, no por ello sin olvidarnos de las precipitaciones anuales que oscilan entre los 900-1.200 mm. Se han contabilizado más de 20 infiltraciones importantes en el karst hasta la fecha. Hidrológicamente hablando, los caudales infiltrados estudiados no suman el volumen hídrico emitido por el nacedero dejando abiertos los límites de su cuenca de captación al E y W.

No se han explorado grandes cavernamientos en las cavidades estudiadas debido las características de la barra caliza, desconociendo la posibilidad de una gran cavidad con un colector principal. Las exploraciones de simas y sumideros en la zona superior de Borrokosko, debido a la fuerte colmatación por materiales alóctonos, no ha permitido progresión en el endokarst.

Las inmersiones subacuáticas realizadas en el nacedero de Mozarre han dado a conocer 2 sífones. El 1º profundiza 6 m y tiene un



Formaciones litogénicas en el meandro del Nacedero Mozarre. Foto: Víctor Abendaño (G. E. Satorrak)

desarrollo de 30 m, alcanzado una cámara de aire. Posteriormente comienza un 2º sifón que resulta impracticable a escasos metros por reducidas dimensiones y riesgos de caída de bloques. Por otro lado la escalada realizada sobre el sifón y la exploración de una galería paralela, también han dado resultados negativos. A priori, se cierran las expectativas de progresión a través del nacedero en las dos incógnitas principales.

Se ha observado el enturbiamiento de las aguas del colector activo del nacedero, mientras que no ocurría lo mismo en otro de los puntos exteriores de la surgencia. Es interesante la realización de una coloración con trazadores para delimitar la cuenca de captación y comprobar la conexión de los sumideros con el exutorio, ampliando los futuros trabajos en zonas altas del macizo. Finalmente citar que al tratarse de una zona tanto de uso agrícola como ganadero, es patente el riesgo de contaminación. Vertidos incontrolados de restos de animales o basuras pueden provocar una excesiva emisión de nitritos contaminantes. Tomar unas medidas necesarias, sobre todo informativas para ganaderos y usuarios, ayudaría a mantener un equilibrio razonable en el entorno.

Actualmente no es importante la posible contaminación del manantial de Mozarre, pero cabe recordar que existe una captación para el consumo de algunos vecinos de Elkoaz. Citar que dicha captación se encuentra en pésimo estado con rotura de la tubería en diferentes puntos, siendo un foco de riesgo de contaminación por las características del entorno con el paso de ganado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar la inestimable labor del espeleobuceador Eliseo Belzunce, pieza fundamental en este trabajo. Por otro lado

agradecer la colaboración recibida de Carlos Cabodevilla (espeleólogo local) y Antonio Iriarte, así como de todos los miembros del G.E. Satorrak, que han participado directa e indirectamente en este trabajo. En este estudio aparecen algunos datos que se han contrastado con trabajos de grupos de Iparralde del antiguo Comité Departamental 64. A Javier Maeztu por la revisión del texto e inestimable colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- COMITÉ DEPARTAMENTAL DE PYRENEES ATLANTIQUES. 1989. Trabajo en Urraúl Alto.
- CABODEVILLA CARLOS. Catalogación de cavidades en el macizo de Areta. 1989
- G.E. SATORRAK. 1.998. Berrendipea y el Karst de Abodi-Berrendi. 97. Grupo de Espeleología Satorrak. Karaitza nº7 UEV, San Sebastián, pp 3-17.
- D.F.N. 1982. Las aguas Subterráneas de Navarra. Proyecto Hidrogeológico.
- D.F.N. 1970. Mapa topográfico 1:10.000.
- D.F.N. 1997. Hoja 117 del mapa toponímico de Navarra.
- I.G.M. 1978. Mapas geológicos de Garralda y Otxagabia. 1: 50.000.
- C.A.N. 1.991. El agua en Navarra.
- MAIRE. 1.983. Connaissances actuelles del K. Larra..
- MELENDEZ-FUSTER. 1991. Geología. 5ª edición.
- COLLIGNON, B. 1988. Speleologie: Approches scientifiques. Edisud. Aix-en-Provence.



EUSKAL
ESPELEOLOGOEN
ELKARGOIA

UNIÓN DE
ESPELEÓLOGOS
VASCOS

UNION DE
SPELEOLOGUES
BASQUES



((112))
SOS DEIAK



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

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

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.

AVISA DONDE VAS

De esta manera el grupo de rescate sabrá donde buscarte. Avisa también a qué hora esperas volver.

REVISA TU EQUIPO

Usa el frontal eléctrico u otro sistema a prueba de agua. Desconfía de las linternas de mano. Lleva pilas de repuesto.

ATENCIÓN AL TIEMPO

No entres con lluvia. Las crecidas en una cavidad son torrenciales. Aunque el agua no te arrastre, puedes quedar atrapado.

RECUERDA:

En emergencias
avisa al

112
SOS DEIAK

LAS 20 CAVIDADES DE MAYOR DESARROLLO Y PROFUNDIDAD DE EUSKAL HERRIA

Jon ESTOMBA

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Sección Karstología
Paseo Mikeletegi, 67 - Torre de Arbidé - Apdo. 563.
20008 Donostia - San Sebastián

(Recibido en Octubre de 1999)

Euskal Herria es un lugar privilegiado con relación a la superficie karstificada, ya que la mayoría de nuestros macizos montañosos se levantan sobre rocas calcáreas, permitiendo la presencia de gran número de cavidades y sistemas espeleológicos, varios de ellos de considerable desarrollo y longitud. Sin lugar a dudas, el macizo más importante es Larra, que ha sido, es y lo será en un futuro un lugar de obligada referencia para todos los espeleólogos.

El macizo de Larra, situado entre Zuberoa y Nafarroa, contiene las 11 simas más profundas de Euskal Herria, y 2 entre las 15 simas más profundas del mundo. De las 20 simas más profundas, 14 se encuentran en Larra, 3 están en el macizo de Aralar, y con una sola cavidad se encuentran los macizos de Aitzgorri, Urkulu y Karrantza / Rasines*.

En cuanto a las 20 cavidades de mayor desarrollo, 9 se encuentran en Larra, 3 en el macizo de Gorbea y 1 cavidad contienen los macizos de Izarraitz, Aitzgorri, Salvada, Montes de Santiago, Zaramillo, Galdames, Urkulu y Karrantza / Rasines*. En Karrantza/Rasines* se encuentra un sistema con un desarrollo entre los 25 mayores del mundo.

SIMAS MÁS PROFUNDAS DE EUSKAL HERRIA

1.- Illaminako Ateeneko Leizea (BU-56)	Larra	-1.408m
2.- San Martingo Harria	Larra	-1.342m
3.- BT6-Soudet Ibaia	Larra	-1.170m
4.- Arresteliako Ziloa	Larra	-835m
5.- AN-8	Larra	-811m
6.- Lonné Pyret	Larra	-774m
7.- Bourruges B3	Larra	-745m
8.- Couey Lodge (DS-30)	Larra	-733m
9.- UK-4	Larra	-717m
10.- Sistema Arphidia	Larra	-712m
11.- Sistema Anielarra	Larra	-711m
12.- Lizurritzetako Leizea (AR-1)	Aralar	-584m
13.- Ormazarreta 2	Aralar	-576m
14.- Beia lezia	Urkulu	-569m
15.- Chipi Joseteko Leze Handia	Larra	-553m
16.- Illobiko Lezea	Aralar	-547m
17.- Sistema Caballos Valle	Karrantza/Rasines*	-542m
18.- Gazteluko Urzuloa	Aitzgorri	-522m
19.- M-413-Z Ibaia	Larra	-520m
20.- Ukerdi Ibaia	Larra	-512m

CAVIDADES CON MAYOR DESARROLLO DE EUSKAL HERRIA

1.- Sistema Caballos Valle	Karrantza/Rasines	60.000m
2.- San Martingo Harria	Larra	53.800m
3.- Sistema del Hayal de Ponata (SI-44)	Salvada	45.000m
4.- Arresteliako Ziloa	Larra	40.000m
5.- Sistema Artekona-Arenaza	Galdames	23.029m
6.- Sistema Kakuetta	Larra	23.000m
7.- Sistema Arphidia	Larra	21.570m
8.- Lonné Peyret	Larra	17.000m
9.- Illaminako Ateeneko Leizea (BU-56)	Larra	15.000m
10.- Gesaltza-Arrikruz	Aitzgorri	14.000m
11.- Goba Aundi	Montes de Santiago	13.038m
12.- Otsabide Pagozabala Ganekoaxpea	Gorbea	12.824m
13.- Mairuelegorreta	Gorbea	12.340m
14.- Aixa	Izarraitz	12.050m
15.- Sistema Anielarra	Larra	12.000m
16.- Egarritori	Gorbea	10.050m
17.- Beia Lezia	Urkulu	9.450m
18.- Bourruges B3	Larra	9.010m
19.- BT6-Soudet Ibaia	Larra	8.750m
20.- Saratxoko Sarea	Zaramillo	8.533m

BIBLIOGRAFÍA

Karaitza nº1, Las mayores cavidades del País Vasco: Febrero 1992, pp 48

ESTONBA, Jon y MUGA, Xabier. Cavidades de mayor desarrollo y profundidad, pp XV-XVI. El mundo subterráneo en Euskal Herria, ETOR-OSTOA, 1997

Con la colaboración de D. Díaz Thale, y datos actualizados del boletín A.R.S.I.P. y las memorias de los grupos de Bizkaia.

*Este sistema se ubica entre los macizos de Karrantza (Bizkaia) y Rasines (Cantabria).

ACTIVIDADES EFECTUADAS POR LA UEV (1998)

Aloña Mendi Espeleologia Taldea

Prospekzio lanak Aizkorri mendikateko alde honetan egin ditugu:

- Aloña-Buetraitz-Akaintzeko aldea. Hemen bi kobazulo berri katalogatu ditugu; Akaintz 2 eta Akaintz 3.
 - Aitzgain. Bi kobazulo berri katalogatu (Orkatzategi 4 eta 5) eta beste bat berriz esploratu dugu (Aitzgain 2).
 - Okolako sakonunea. Okola 3 katalogatu dugu.
- Arrikutzeko 53 galeria turismorako egokitzeko projektuan aholkularitza lanean dihardugu. Honen inguruan zenbait lan egin dugu.

Kobak turismorako egokitzean aditu diren batzuekin harremanetan jarri ginen eta hortarako uztailen Andaluziara joan gara. Han, Manuel José González Ríos eta Federico Ramírez (Espainiako Espeleologia Eskolaren zuzendaria) jaunekin egoteko aukera izan dugu eta eurek lagunduta, Cueva de las Ventanas eta Cueva del Agua (Iznalloz-Granada) bisitatu ditugu. Lehenengo koba turismorako prestazen ari dira eta bigarrenean lurrazpiko estazio klimatiko bat dago.

Koba turistikoekin jarraituz, Nerjako koba bisitatu dugu, bertako zuzendariak, Antonio Rivas jauna, lagunduta eta gidatuta. Cueva de los Murciélagos eta Cueva del Tesoro ere ikusi ditugu.

Bisita hauek oso lagungarri izan dira turismoak koba batean izan dezakeen inpaktua ebaluatzeko eta hortarako hartu beharreko neurri zuzentzaileak ezagutzeko.

Arrikutzeko kobaren aldagai klimatikoak turismorako zabaldu baino lehenago nolakoak diren jakiteko, taldeak ikerketa bat aurrera eramango du. Ikerketa honen alde zuzentzeko txosten bat egin dugu. Ikerketa honen helburuak hauek dira:

- Urteroko zikloan, kobako airearen faktore nagusien aldaketak (tenperatura, hezetasuna, haizearen abiadura, CO₂ aren kontzentrazioa) neurtzea, baloratzea eta ulertzea. Datu hauek interpretatzeko ezinbestekoa da koba barruan sartzen den Aldaola errearen funtzionamendua ezagutzeko.
- Kobak airearen berriztapenerako zenbat denbora behar duen ezaugarria. Honek zehaztuko du bisitarien kopurua, bisitariak zenbat denbora egon daitezkeen koba barruan eta bisiten tartekak

Projektu honen inguruan ere, Oñatiko koba batzuk isteko txosten bat egin dugu. Txosten honetan Gesaltza -Arrikutz sistemako sarreren itxitura proposamen bat egin dugu. Hauxe, batez ere, bertako ondare paleontologiko eta arkeologikoa babesteko da. Jose Ramon Aihartza jaunak saguzarrei buruzko ikerketa burutu zuen eta bertan ixiturak nolakoak izan behar diren zehazten da.

Bioespeleologia, topografia eta klimatikari buruzko ikerketak egin ahal izateko, itxitura hauen beharra planteatu dugu Oñatiko udaletxearen aurrean.

Koben itxiturekin batera, honen inguruan interesatuta egon daitezkeen kolektiboekin harremanetan jarri gara, ixtearen arrazoia eta beharra azaltzeko eta baita ondare paleontologiko eta arkeologikoa babesaren inguruan kontzientzia pizteko.

Enrike Beruete bioespeleologoarekin Arrikutz eta Gesaltzara joan gara. Biotopo ezberdinetan aritu eta espezie batzuk jaso ditugu.

Honetaz aparte, beste aditu batzuekin batera Lurrazpiko Ondarearen balorazioari buruzko ikerketa batean parte hartu dugu. Ikerketa honen helburua Lurrazpiko Ondarea baloratzeko tresna bat egitea da. Hau lortuz gero, tresna edo eredu hau gure Erkidego Autonomoko edozein kobetan aplikatu liteke.

GAES (Bizkaia), GEA (Araba) eta Aranzadi taldeekin Lizurritzeta leizezuloko esplorazio lanetan aritu gara. Lortu den sakonarekin Lizurritzeta EAEko zulorik sakonena da. Gure taldekoak bi esplorazioetan egon dira eta Aranzadiarekin batera, hau talde koordinatzailea izanik, lekurik sakoneraino iritsi gara. Lurrazpiko

errekaren agerpena, haize korrante nabarmena, iturbururaino dagoen distantzia (11 Km), desnibela (190 m)... honek guztiak leize hau oso interesgarri egiten du.

Arrasateko Besaide taldearekin batera Deba Garaiko III Espeleolaguntza Ihardunaldiak burutu ditugu. Gesaltzako koban izan dira. Kontrapisuak, tirolinak eta era horretako instalazioak praktikatu ditugu. Bioespeleologia laginketak egiteko ere aprobetxatu dugu aukera hau.

Besaide ETrekin elkarlanean Aixako koban galeria berriak aurkitu ditugu.

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Sección Karstología.

Excursiones didácticas:

Este año hemos realizado dos excursiones a lugares especialmente interesantes dentro de los fenómenos kársticos.

El 15 de Marzo excursión al valle de Karrantza. Visita a la cueva de Pozalagua, con una de las mayores concentraciones de estalagmitas excéntricas del mundo. Seguidamente nos dirigimos a la Torca del Carlista, sima emblemática por poseer una de las salas más grandes de Europa. En la boca se pudo observar cómo espeleólogos del GAES de Bizkaia y de SC Aranzadi se equiparon y descendieron a la sima. Acudieron 30 personas.

El 5 de Julio se realizó otra excursión a la Galería 53 dentro del complejo Gesaltza-Arrikutz en Oñati. Actualmente allí se están realizando obras de acondicionamiento para poder ser visitable. Acudieron 20 personas.

Exploraciones AR 1 (Lizurritzetako Leizea):

La sima AR-1 fue localizada en 1994, en las inmediaciones del monte Arbelo, entre el barranco de Arritzaga e Irumugarrieta. Está situada en el lado más oriental de la Escama de Aralar, en territorio guipuzcoano.

En 1997 se vierte 1 Kg. de fluoresceína sódica en un pequeño caudal que recorre uno de los meandros de la sima. La coloración da positivo en el manantial navarro de Larraun (Iribas), invirtiendo 28 días en recorrer 11 Km y 700 m de desnivel. Esto confirma la existencia de un desfase entre la divisoria de aguas teórica y la real, y sitúa la nueva divisoria al Este de la anterior.

En exploración desde el principio los pasos estrechos dificultaron enormemente la progresión. Hasta la cota -235 hay un predominio de verticales más o menos amplias, enlazadas entre sí por pasos muy estrechos que en ocasiones se prolongan varias decenas de metros. En esta fase, cualquier nueva exploración dependía de la desobstrucción de una estrechez. La base del último pozo está ocupada por una charca arcillosa de la que parte un caudal apenas mayor que el que usamos para la coloración 200 m más arriba.

A partir de aquí la progresión se hace por un meandro exiguo. Espaciados a intervalos regulares, pequeños pozos de 10-15 m entrecortan la progresión horizontal. A pesar de algunas estrecheces notorias, parece que se va ensanchando (poco) que el caudal también aumenta algo y desde luego tiene una corriente de aire bien perceptible. Las puntas de exploración se suceden y a principios de 1998 la situación es la siguiente: Cota máxima alcanzada, -371, la topografía está levantada hasta -235. El meandro lleva agua y su estrechez le hace muy sensible a las crecidas. Hay que tener cuidado, ya que bastaría que subiera medio metro para que algunos de los pasos estrechos ineludibles quedara sumergido.

Por tanto decidimos limitar las salidas a periodos en que se hubiera venido observando estabilidad meteorológica y buenas previsiones para las siguientes 48 horas. En Enero se nos presentó una buena oportunidad y un equipo de tres personas continúa el

levantamiento topográfico hasta la última punta de exploración: -371. En Marzo otro equipo coloca el último punto explorado en la cota -430, y aunque la sima continúa, da media vuelta debido a la prolongada estancia en la cavidad. Estas salidas fueron de 20 y 22 horas ininterrumpidas respectivamente.

Hay que decir que la cavidad no da muchas oportunidades: el meandro se prolonga inacabable y sigue siendo necesario superar numerosas estrecheces, ralentizando la exploración. El tipo de roca cambia, apreciándose numerosas aristas que dificultan enormemente el paso, y toda la superficie en general es tan cortante y abrasiva que el material se desgasta a un ritmo alarmante.

Se considera que abordar una exploración de 20 horas, mas las aproximaciones, mas los viajes en coche hasta nuestros domicilios, es correr un riesgo inaceptable. Solución: la organización de un campamento lo más cercano posible a la sima, con el fin de reducir el trabajo a la exploración exclusivamente.

Esto se llevó a cabo entre el 17 y el 23 de Agosto. Obtenido el pertinente permiso, instalamos nuestras tiendas en los rasos de Igaratza. Contábamos con la colaboración de dos compañeros del Aloña Mendi Espeleología Taldea y otros dos del Grupo Espeleológico Alavés. Por nuestra parte éramos 12, es decir, un total de 16 personas, lo que permitió organizar en siete días la entrada de 8 equipos de profundidad para encargarse de diferentes tareas a realizar: exploración, topografía, desostrucción y telefonía. En el exterior se organizaron equipos de superficie para la infraestructura, logística y manutención.

Dada la dificultad de progresión y en previsión de posibles accidentes originados por la fatiga, se instaló una red de telefonía con genófonos que mantenía en contacto el campamento exterior y la cota de -235 m, para lo que fueron necesarios 1.600 metros de cable. Indispensable para tener una información precisa en el exterior de los trabajos de los diferentes equipos, gracias a lo cual era posible coordinar los trabajos. También nos permitiría avisar a los equipos en caso de que hubiera peligro de crecida, ya que por experiencia anterior sabemos que el agua tarda 45 minutos en alcanzar esa cota.

Concretamente en el apartado desobstrucciones se han ensanchado varios de los peores pasos ya desobstruidos con el fin de evitar "embotellamientos" y se atacan varios nuevos en el meandro Biafra para lograr que sean menos críticos en caso de crecida.

La última punta de exploración alcanzó la cota -530 m. el día 20 de Agosto. Esta fue medida con un altímetro digital, que proporciona una precisión de ± 3 metros. En previsión de posibles variaciones de presión en el interior de la cavidad que pudieran desvirtuar las lecturas, se cotejaron con los puntos topográficos ya levantados, obteniendo en todos los casos lecturas dentro del margen de error antes indicado. Por lo cual consideramos la cota máxima alcanzada como perfectamente fiable.

Los equipos de topografía han dado una de cal y otra de arena, alcanzado la cota -438 m en el primer envite pero en el segundo un equipo totalmente diferente al anterior hubo de salir al exterior sin cumplir su cometido. Queda pendiente el levantamiento topográfico entre las cotas -430 y -530.

En cuanto a la exploración, como ya indicamos, se alcanzó la cota -530 progresando por el meandro, que se va ensanchando poco a poco y recibiendo aportes laterales que aumentan su caudal. La exploración fue interrumpida al alcanzar la conexión con una amplia galería que permite abrigar las expectativas más optimistas. De cumplirse éstas, tendríamos acceso a los niveles inferiores del sistema a través de una amplia galería. Por tanto las perspectivas a futuro son muy amplias.

Las exploraciones han durado una media de 20 horas. La más corta 18, la más larga, 22. De este total, sólo unas cuatro horas -en el mejor de los casos- han sido dedicadas a la exploración en sí: el resto se han de emplear en llegar hasta el último punto explorado anteriormente y al regreso desde la nueva punta de exploración. De aquí que nos planteemos seriamente la necesidad de instalar un campamento subterráneo. Colocarse en una situación de intenso

ejercicio físico ininterrumpido durante 20 horas es un riesgo inaceptable, sobre todo si de todo ese tiempo menos de la cuarta parte es realmente útil. Con la instalación del campamento, los exploradores podrán reponerse y dormir antes de afrontar la salida al exterior. Eso aumenta enormemente el radio de acción de los equipos. Y también la estancia bajo tierra, que pasará a estar en torno a las 30-36 horas.

El material es otro punto a tener muy en cuenta. Ya a finales de 1997, se procedió a modificar y renovar la instalación de cuerdas fijas hasta -250. Ahora será necesario hacer otro tanto con la instalación hasta la cota explorada. Asimismo, el material personal de exploración hay que reponerlo y adquirir material específico para el campamento interior. Las excelentes perspectivas que se nos ofrecen van a necesitar gran parte nuestro esfuerzo organizativo, físico y económico.

Urtxikiain

Este año hemos continuado con el estudio de la surgencia Urtxikiain situada en la zona Nororiental de Aralar. Nuestro objetivo era la delimitación de la cuenca de este manantial todavía no conocido, red de drenaje y régimen de caudales.

A lo largo de este año se realizaron inicialmente 8 salidas para el trabajo de campo: Se ha procedido a la prospección sistemática del área de estudio localizando, explorando y topografiando varias simas surgencias y sumideros. El punto más interesante para inyectar el trazador se encontró en Komonsao. Una pequeña fuente que sume su agua a pocos metros de distancia. Después de esperar la fecha mas propicia, el día 11 de Octubre se vierten 2 Kg. de fluoresceína con 20 l. de alcohol disuelto en el caudal. Para la recogida de muestras habíamos establecido como posibles surgencias de captación Bonbatxulo, Osinberde y Arkaka Txiki.

Seis días mas tarde, las muestras de agua y fluocaptadores situados en Urtxikiain daban positivo, mientras las otras dos resultaron con análisis negativos. Durante las fechas posteriores fueron innumerables las salidas que hicimos para la recogida de muestras de agua y cambio de fluocaptadores.

Gracias a los datos de precipitaciones y de la estación de aforos colocada en Urtxikiain cedidos por la D.F. de Gipuzkoa, y los análisis realizados por la Facultad de Químicas de Donostia, hemos podido completar un exhaustivo trabajo sobre Urtxikiain, caudales y cuenca de captación hasta ahora desconocidos.

Por otro lado y gracias a la colaboración el grupo LET- GE Estella, se han continuado con las labores de topografía del sifón y su posterior zona vadosa.

Aitzbitarte

A solicitud del Ayuntamiento de Errenteria, dos miembros de esta Sección han llevado a cabo el diseño e instalación de una serie de paneles divulgativos en Aitzbitarte 4.

Los temas abordados son: Morfología, Biología, Prehistoria, Contaminación, Hidrogeología, en tamaño A2, y uno con información general en tamaño A0.

El objetivo que se pretende conseguir, es el siguiente: ya que Aitzbitarte es un macizo muy relacionado con una zona de esparcimiento y por tanto muy visitado y degradado, se espera que mediante la divulgación de información que muestre el verdadero valor de ese entorno aumente el cuidado que los visitantes tienen allí. No se pretende ni limitar el acceso ni fomentar la visita hasta el punto de afectar las condiciones del entorno. Cosa que inevitablemente ocurriría si se planteara una instalación de tipo turístico habitual, con pasarelas e iluminación. Simplemente se trata de que la gente que ya visita la cueva, al tener información sobre su importancia, no la desprecie como hasta ahora. Complementariamente se instalarán una serie de pasamanos y barandados en los lugares más propicios al resbalón o tropezón y potencialmente peligrosos, así como el cierre de parte de la cavidad (mucho menos visitada) en consideración a la hibernación de los murciélagos y un posible yacimiento paleontológico cuya importancia está pendiente de valoración.

Zerain

A petición del Ayuntamiento de Zerain, a través de la Fundación que mantienen para el aprovechamiento turístico de los restos arqueológicos industriales y por intermediación de la D.F.G. en la persona de Manu Izagirre, esta sección ha llevado a cabo un trabajo de prospección, localización y exploración preliminar en la zona de las Minas de Aizpea (Aizpea Meategiak)

El objetivo del trabajo era la localización de una mina de suficiente tamaño y amplitud de galerías, en las inmediaciones de los hornos de calcinación que allí se encuentran, con vistas a estudiar el posible aprovechamiento turístico de la misma, previa localización y exploración por nuestra parte, y dependiendo siempre de la certificación de un Ingeniero de Minas.

Las labores de prospección realizadas han permitido la localización y exploración de 53 antiguas minas, en su inmensa mayoría actualmente derrumbadas y de poco desarrollo. Únicamente 3 de las minas han ofrecido un desarrollo de galerías superior a los 100 metros, constatándose cambios de facies que propician los derrumbes al hacerse el terreno más margoso.

Tres de las explotaciones han dado un desarrollo medio, a falta de completar exploraciones, cosa no contemplada por el momento dada la peligrosidad intrínseca del medio, artificial y abierto a base de explosivos, con lo que las consideraciones referentes a seguridad caen enseguida bajo mínimos. Otras dos han sido localizadas en una posición ideal, a escasos 50 m de los hornos de calcinación. Sin embargo estas dos explotaciones se hallan obstruidas por potentes derrumbes y/o rellenos intencionados que las colmatan a 35 y 3 m de la entrada respectivamente. Aunque a la vista de las características se puede aventurar que pueda darse un buen desarrollo de galerías tras estos derrumbes, no puede asegurarse que esto sea así, ni, en el mismo sentido, se puede asegurar tampoco que tras ese derrumbe no se encuentren otros. Por tanto las perspectivas no son demasiado halagüeñas, ya que las explotaciones con cierto potencial comprobado están alejadas de los hornos de calcinación e incluso aunque se aprovecharan las antiguas rampas y planos inclinados de la explotación, algunas de ellas tienen cierto desnivel con respecto a éstas, considerable si se ve desde el punto de vista de una persona de costumbres sedentarias y/o una edad más o menos madura.

Relación con la Unión de Espeleólogos Vascos

Como integrante histórico, este departamento ha colaborado activamente en todas las actividades organizadas desde la U.E.V.

La revista especializada Karaitza, órgano difusor de los estudios y actividades de los grupos integrantes, ha sido editada este año desde este departamento. Con este, ya son siete los números publicados en los últimos siete años.

En cuanto a las actividades de espeleosocorro, este departamento ha organizado la práctica general anual. Esta es a nivel de toda Euskal Herria. Se desarrolló en el sistema Leize Haundia-Sabesaia del macizo de Hernio. Hubo una participación de 60 espeleosocorristas que extrajeron la camilla desde la base de Leize Haundia hasta la base de Sabesaia, y desde allí hasta el exterior por los pozos de esta última. Hay que destacar que para la realización de dicho simulacro, se instaló cable telefónico por todo el recorrido de la camilla con la instalación de ocho genófonos que se comunicaban constantemente con el exterior.

Por otra parte, y dentro del adiestramiento general que se realiza en este departamento, se han realizado diversas prácticas de entrenamiento de espeleosocorro.

Dado el interés que nos suscita el rescate en cavidades, seis miembros de este departamento han recibido el curso que nos capacita como socorristas. Ha sido impartido por la Federación Gipukoana de Salvamento y Socorrismo con una duración de 30 horas.

Arrigorriaga: A petición de un concejal del Ayto. de Arrigorriaga nos trasladamos a este municipio Vizcaíno para visitar una cueva en una cantera en explotación, por si tuviera algún interés arqueológico, paleontológico o hidrogeológico. El 22 de Noviembre

visitamos la cavidad y la topografiamos. Se realiza informe y topografía.

Campos de trabajo: Como otros años se han realizado salidas divulgativas a los jóvenes participantes de los campos de trabajo que la Kutxa patrocina en diversos lugares del Territorio Histórico. En total se realizan nueve salidas a diversas cuevas y charlas con diapositivas

Nuevos miembros: Como todos los años, se producen ingresos de nuevos miembros en este departamento. Además de los conocimientos básicos de geología, hidrogeología, se han realizado 7 salidas para el conocimiento de técnica de progresión y topografía así como técnicas de autosocorro y rescate en cavidad.

Grupo Espeleológico Alavés

El Grupo Espeleológico Alavés un año más ha trabajado en el Sistema del Hayal de Ponata. A lo largo del año se ha continuado con los trabajos de exploración y topográficos de los Meandros en la Red del Duque y del Laberinto Podrido, en el cual se resolvieron incógnitas y se realizó una escalada sin frutos mencionables. Por otra parte se exploró una cavidad de 150 m en la localidad de Nanclares de la Oca (Sierra de Badaia), que apareció debido a las obras de canalización del gas.

Dentro de la campaña de verano, volvimos otra vez al sector del Río Kobata, accediendo desde la SR-7. Se acondicionó dicha cavidad para realizar el buceo del sifón de Río Arriba, que finalmente no pudo realizarse. Así mismo, se realizó la topografía del Río Kobata que suponía el enlace de la poligonal principal con la boca de la SR-7. Una bonita y acuática travesía que descubrimos, con gran frustración, que tenía que realizarse de nuevo, debido al mal funcionamiento de una de las brújulas utilizadas.

Se reequipó también la entrada clásica del Sistema del Hayal de Ponata (la SI-44) para futuras incursiones invernales que servirían de entrenamiento a la nueva cantera de espeleólogos que entrara al grupo.

Por otro lado, hemos concentrado gran parte del trabajo de este año en el estudio hidrológico de Sierra Salvada, potenciado el año anterior durante las XXIV Jornadas de Espeleología del País Vasco. Durante el primer mes se recogieron muestras de agua, y datos de los fluocaptos obteniéndose datos positivos en la Cueva del Agua. Se ha realizado periódicamente el seguimiento del limnógrafo colocado en la Surgencia de la Cueva del Agua y del pluviómetro situado en el Barranco de Kobata, junto al Refugio del Nido, así como la medición del caudal de Cueva del Agua para establecer la curva de gasto.

Como actividad extraordinaria, el GEA ha organizado la campaña "Conoce el mundo subterráneo de Álava" con el propósito de difundir la espeleología y captar nuevos miembros para el grupo. Se realizaron unas prácticas de técnicas de progresión vertical en el rocódromo de Vitoria-Gasteiz con el propósito de preparar técnicamente a los y las cursillistas para la travesía proyectada entre la Sima del Puente y la Sima del Humo. Travesía que no se pudo realizar debido a que las grandes lluvias que cayeron esa semana, del orden de 174 l/m², que inundaron 500 metros de galería, obligando así la progresión en piraucho.

A su vez, miembros del grupo han colaborado con Aranzadi Taldea en la exploración de la sima A.R.1, con el grupo burgalés Edelweiss en los trabajos del Sistema de Ojo Guareña y participado en las prácticas de espeleosocorro realizadas en Baltzola y Rasines.

Grupo de Espeleología de Estella - Lizarrako Espeleologia Taldea

Las actividades realizadas por el GEE-LET durante el año 1998 han estado centradas en varios aspectos:

En la sima de Ilobi se ha realizado exploraciones y topografía de los pozos y galerías que continuaban desde el meandro de las Marmitas.

Esta nueva zona está situada entre los 100 y 130 metros de profundidad accediéndose desde el Pozo de los Osos, atravesando el meandro que comunica con la Galería Illaun y pasando al Meandro de las Marmitas y está compuesta por diferentes tramos entre los que se pueden destacar verticales, grandes espacios de bloques y meandros estrechos. La nueva franja explorada discurre en el mismo plano de estratificación y profundidad que la galería activa que se encuentra después de la bifurcación de la ruta clásica de descenso a la Gran Barrera. En la primera parte de la zona explorada se puede apreciar un pequeño cauce de agua proveniente del Meandro de las Marmitas.

Por otro lado, cabe destacar que en el transcurso de una incursión realizada al sifón de la cavidad en el mes de octubre, se descubrió, tras una escalada, un nuevo paso cercano a la cabecera del pozo donde termina la galería activa a menos 100 metros. Esta nueva zona se desarrolla entre pozos y galerías con un desarrollo todavía sin determinar.

Se realiza una escalada de 7 mts. en la galería Txusenea (-275) situándonos en una repisa inclinada de roca muy cortante debido a la erosión del agua. Las dimensiones de ésta son más o menos como las de la galería Txusenea y con dirección paralela a la misma arranca un meandro ascendente de pequeñas dimensiones por el que discurre una pequeña cantidad de agua (medio l/s) y que se pierde por las paredes de la galería inferior. En su final dos infranqueables pasos nos cierran cualquier oportunidad de continuación.

La sección de subacuáticas del GEE-LET centra mayoritariamente sus esfuerzos en la exploración definitiva y realización de topografía del sifón del manantial de Riezu en el sistema Urbasa-Andía. Las exploraciones se dan por terminadas a los 90 metros de desarrollo donde la galería se estrecha considerablemente haciendo imposible la continuación. También se realizan inmersiones en los nacedores de Bombatxulo y Aitzarreta pertenecientes al acuífero de Aralar.

Como viene siendo habitual se realiza un cursillo de iniciación a la espeleología con la participación de 15 jóvenes de la zona. Las prácticas se realizan en las sierras de Urbasa y Lokiz.

Grupo de Actividades Espeleológicas Subterráneas (Bilbao)

Hemos continuado la línea de 1.997 trabajando en dos áreas hidrogeológicas del Gorbea: Itxina y Obarreta/Austingarmin. En Itxina ampliamos catálogo (12 nuevas cavidades) y avanzamos en la exploración de: Egarriturri'ko leizea (ITX-80). En Obarreta/Austingarmin, hemos continuado ampliando nuestro conocimiento sobre las cabeceras del sistema y hemos abierto nuevos sectores de prospección como son Urkumatxa, Lazarrekoatxa, etc catalogando 33 nuevas cavidades.

En **Egarriturri'ko Leizea (ITX-80)**, proseguimos realizando un importante esfuerzo para acondicionar las verticales de acceso, de manera que el tránsito por los pozos sean cada vez menos duro físicamente, más seguro, y menos gravoso para la economía de los exploradores. Se han continuado las exploraciones en diversos sectores (G. Papuas, G. Teletexto, Sala de las 1.000 Caras, G. de Agosto) topografiando más de 3.000 metros de conductos. La cavidad supera a finales del 98 los 9.500 m.

En **Itxina** se alcanza el número de catálogo: ITX-168. Las cavidades corresponden al sector de Atxerre, en donde éste año, al igual que el anterior, intentamos realizar un campamento de Semana Santa, pero la adversa climatología se encargó de desbaratar el plan y desaprovechar el esfuerzo de los porteos.

Obarreta/Austingarmin, exploramos varias cavidades en la depresión de Austingarmin, algunas de las cuales terminaron uniéndose al complicado enrejado hidrogeológico kilométrico que se ha organizado en esta milenaria majada pastoril. Amplian-

do sector de prospección e intentado localizar un eje de drenaje paralelo al del sistema de **Obarreta**, nos desplazamos al S-E, hacia Lazarrekoatxa y Urkumatxa. En este bello paraje topografiamos numerosas cavidades que si bien no ofrecen elevados desarrollos, por contra presentan hallazgos paleontológicos y arqueológicos, además de unas estéticas galerías freáticas. El Catálogo de Gorbea se eleva hasta la G-221.

La **campaña de verano** estuvo dedicada a Itxina. Se intentaba conectar ITX-80 / Otxabide / Urrikobaso mediante el buceo de sifones, objetivo que no se consiguió. La segunda semana de campaña estuvo dedicada a un vivac en la ITX-80. El descubrimiento de la fantástica G. de Agosto y las posibilidades que ofrece de conexión con Otxabide nos hizo disfrutar de un memorable y fructífero campamento subterráneo de 4 días.

El último trimestre del 98 lo dedicamos al **karst de Rasines**. El trabajo, orientado hacia la publicación de un trabajo monográfico sobre este karst, se centró fundamentalmente en la realización de reportajes fotográficos en cavidades importantes. También se reportografió alguna "antigua" cavidad cuya topografía fuese a ser incluida en el libro. Revisamos algunas incógnitas paleontológicas y arqueológicas pendientes, y, finalmente, realizamos alguna de las exploraciones pendientes. El trabajo de gabinete fue intenso y a el se sacrificaron, también, fines de semana.

La incorporación de nuevos espeleólogos al grupo ha propiciado salidas de **formación interna** en facetas tanto técnicas como de labores de campo. Tampoco han faltado las salidas de **visita-entrenamiento** a diversas cavidades. Carlita, Jornos II, Cañuela, Red del Silencio, RN-51 que buscaban acelerar la formación y preparación de estos nuevos miembros para que se pudiesen incorporar de lleno a las actividades programadas.

Invitados por el ADES, este año aprovechamos para conocer su zona de trabajo en Cantabria (el **karst de Mirones**). En una de las salidas participamos en la exploración y topografía de la red kilométrica de Ojancano, una merecida recompensa a la sistemática labor que están desarrollando sobre un karst que ya había sido "picoteado" por otros grupos.

Hemos publicado un **nuevo artículo en la revista Karaitza nº 7**. El artículo presenta de una manera muy sintética los resultados obtenidos en la exploración de la Red del Silencio y sus cabeceras hidrológicas.

Euskal Espeleo Laguntza

Respecto al programa anual de actividades del Espeleo-socorro Vasco recogido en el marco del convenio de colaboración con el Departamento de Interior del Gobierno Vasco reflejamos algunas de las actividades realizadas:

En el área de **Formación** se ha realizado un nuevo **curso de Iniciación al Espeleo-socorro**, al que se dedicaron 2 fines de semana. Las maniobras fundamentales se practicaron en Baltzola y los simulacros se desarrollaron en las cavidades-escuela de Rasines. Además del temario técnico, los participantes recibieron formación sobre aspectos organizativos y maneras de actuar ante diversas situaciones (como socorristas y/o como implicados en el equipo accidentado). Miembros del E.E.L. recibieron un **curso de Primeros Auxilios** (módulo de 30 h. adaptado a situaciones propias del medio subterráneo), impartido por monitores de la Federación Gipuzkoana de Salvamento y Socorrismo. Se desarrolló un **Encuentro Técnico** en la cavidad de Aitzulo (Oñate) orientado en esta ocasión a reforzar el conocimiento de maniobras básicas, adaptadas a las modificaciones introducidas por las últimas investigaciones del Espeleo-socorro Francés sobre la resistencia de la cuerda y aparatos mecánicos en instalaciones de socorro.

En el área de **Entrenamiento** se asistió a la **práctica organizada por los compañeros del socorro Aragonés** (sistema Bujerín del Alba- Valle de Benasque). Los espeleo-socorristas del **Alto Deba** celebraron su ya tradicional encuentro anual ejercitándose

en un **simulacro de rescate** celebrado en Gesaltza. A finales de Septiembre se desarrolló el **Simulacro General del E.E.L.**, esta vez en la Sierra de Ernio, en el complejo Leize Haundia - Sarobe Saia. En la práctica participaron 60 socorristas; 45 de ellos en los equipos técnicos de evacuación de camilla y 15 en las tareas de Gestión del Centro de Control e infraestructura (transporte, balizamiento, avituallamiento, equipo de transmisiones,...). En el interior, 8 genófonos (teléfono por cable) situados estratégicamente permitieron un constante seguimiento de las operaciones desde el Centro de Control. Un puesto de control en boca de sima permitía la comunicación entre los equipos de interior y el equipo de gestión en el exterior; además de controlar las entradas y salidas de todos y cada uno de los socorristas.

En otras áreas reseñamos la publicación en la revista Karaitza de una página-poster destinada a concienciar al espeleólogo, al organizado y al ocasional, en la importancia que tiene seguir normas de **prevención** para evitar el accidente subterráneo. El slogan utilizado fue: "atrapado lo tienes todo en contra". En el mes de Febrero se celebró la **Asamblea General**. La **Comisión Médica** ha realizado diversas actividades entre las que destacamos la asistencia a simulacros de rescate organizados por aragoneses y andaluces respectivamente; la elaboración de un documento "Medicalización en Espeleosocorro" ampliamente distribuido entre grupos de rescate profesionales y voluntarios espeleólogos. También se acude a una invitación del grupo de rescate de montaña de la Ertzaintza, que realiza un simulacro en la cueva de Lezate. En el área de Organización se ha trabajado en la elaboración del manual del Coordinador de Espeleosocorro y en la actualización y elaboración de nuevas planillas para el equipo de Gestión del Centro de Control.

Respecto a intervenciones reales el E.E.L. no ha tenido que actuar debido a que los incidentes acaecidos han sido resueltos por el grupo de montaña de la Ertzaintza o por los propios acompañantes del espeleólogo afectado.

Satorrak Espeleologia Taldea

En una continuación de lo que supuso el cambio de local social por parte del Satorrak Espeleologi Taldea en el año anterior, este año se han retomado los trabajos de investigación espeleológica pendientes con mayor seriedad si cabe. También se ha puesto al día el equipo informático con una ligera renovación y por fin poseemos dirección de correo electrónico.

Este es un resumen de nuestras actividades llevadas a cabo en el presente año, siendo principalmente en dos lugares donde se han desarrollado la mayor parte de ellas:

Aralar.

Oiarbide: Se han retomado las prospecciones y exploraciones de una de las zonas más emblemáticas trabajadas por el grupo durante los años 80; Oiarbide, donde tras numerosas incursiones en su complejo karst se han hallado nuevas cavidades así como continuado las exploraciones de cavidades pendientes. Se sigue adelante en la exploración de la cavidad O-28 así como de otras en sus cercanías.

Eulatz: En esta zona hemos realizado este año el proyecto y la memoria de investigación a las ayudas a actividades espeleológicas subvencionadas por Obras Públicas. El trabajo se centró en la elaboración de nuevos levantamientos topográficos y prospección sistemática de todo el sector. En el aspecto espeleológico citar el trabajo realizado en Eulatzko-leze, la nueva cavidad de espectacular vertical de -30 m sobre la sala Satorrak, siendo hasta la fecha el mayor cavernamiento descubierto en Aralar respecto a volúmenes. En ella se puede apreciar el desmantelamiento de techos en sus grandes bloques de origen clástico, así como numerosos y bellos procesos de reconstrucción que han originado importantes coladas, estalagmitas, columnas y gours hasta ahora tan escasos en Aralar. Una decena de cavidades de menor interés se añade a este dossier.

Amutxate: Este ha sido el gran caballo de batalla del presente año, una vez más, abarcando todo el mes de noviembre en la realización del proyecto de acondicionamiento de la cavidad para su posterior excavación paleontológica por parte del profesor Trinidad Torres. Esta labor ha supuesto un esfuerzo extra de todos los miembros del grupo en llevar adelante una obra faraónica en lo que a trabajos en desobstrucción se requiere. En la necesidad de adjudicación de las Obras a una empresa privada denominada Mastin-Marcos, varios miembros del grupo se vieron inmersos en la contratación como peones para desarrollar este tipo de trabajo tan específico y así poder preservar el yacimiento a posibles explosivos. En las labores realizadas destacamos la ampliación del meandro a cerca de 1 m de ancho; la colocación y acondicionamiento de los tramos verticales con escaleras fijas así como el cierre de la cavidad. Creemos que la excavación puede comenzar para mediados de julio del año que viene.

Garralda.

Este es el segundo año consecutivo que se visita la cavidad de Basanberro, como continuación de los trabajos del año 97 llevados a cabo por Gilles Parent y en colaboración conjunta. Debido a la gran intensidad de los trabajos realizados en otras zonas, no se ha podido realizar una labor sistemática seria por lo que nos hemos vistos obligados a posponer las exploraciones para el futuro año. El grupo ha realizado una decena de visitas tras las cuales se ha conseguido finalizar la práctica totalidad de incógnitas en el fondo de la cavidad. El desnivel máximo topografiado coloca a la cavidad con -240 m y un desarrollo total de más de 3 km, siendo los últimos 800 m los correspondientes a este año. Se dejan incógnitas en zonas intermedias de la cavidad para fechas venideras.

Por otro lado referimos a la correspondiente colaboración con la UEV y el Espeleosocorro Vasco, en la asistencia a diferentes actividades programadas: jornadas en Balzola, Rasines, Ernio y también citar la participación a las jornadas Vascas organizadas en Sierra Salvada por el grupo espeleológico Alavés.

Para finalizar comentar la participación del grupo en algún audiovisual y la colaboración con espeleólogos locales en diferentes actividades como las llevadas a cabo en el nacedero de Mozarre (Elkoaz). Todo ello en el afán de engrosar el Catalogo Espeleológico de Navarra.

Beaside Espeleologia Taldea

Las actividades llevadas a cabo durante este año han estado centradas en el macizo de Gurutzeberri y Udalaiz

En Gurutzeberri se ha trabajado en varias desobstrucciones, con escasos resultados y se ha realizado una revisión y puesta al día del catalogo de este macizo

El trabajo en Udalaiz ha sido en torno a fenómenos de origen minero cuya edad se intenta determinar y que se han explorado y topografiado

Además de los trabajos propios de la zona de Arrasate, se han realizado colaboraciones con AMET, como exploraciones en Degurixa y la organización de las IV jornadas de socorro del alto Deba

Grupo Espeleológico Matiena -GEMA- (Abadiño)

Dima

Localización de las bocas de Barronbarro I y II. Exploración y topografía de las simas Larrakoarri I y II, sin poder finalizar ésta última. La catalogación GEV resulta estar cambiada en ambas, asignando una profundidad de -106 a la Barronbarro I que sólo alcanza -26, siendo en realidad la II la que promete alcanzar una cota por debajo de -100 (en exploración actualmente).

En Jentilzubi realizamos la exploración de las cornisas fósiles en la zona alta de la conexión con Abaro, al inicio del Gran Cañón.

El desarrollo aumenta poco a poco, y todavía nos falta realizar al menos dos escaladas, así como dos meandros remontantes en la zona inferior activa próxima al sifón.

Untzillatx

Exploración y topografía de Kobaerretas sobre el barranco de Urkiola, en la que cabe destacar su gran volumen, especialmente en la sala final, a la que denominamos Ferrer en honor a quien primeramente dejara testimonio escrito de su existencia. Los datos topográficos revelan una proximidad de su techo a la superficie, si bien no se aprecia corriente de aire que haga pensar en la existencia de una salida. Será necesario prospeccionar a conciencia por la cresta de Untzillatx y alrededores del portillo de Saukuko.

Localizamos algunas pequeñas cavidades en los alrededores del mencionado portillo, una de ellas con ese mismo nombre, pero no hallamos ninguna que pudiera estar relacionada con Kobaerretas.

Anboto

Reexploración parcial de la sima de Larrano. Lo único realmente novedoso es -una vez más- la abundancia de basura y cristales en la entrada, lo que hace necesario el paso lateral por galerías de mina.

En lo referente a actividades fuera de la zona habitual, este año se ha dedicado por entero a la maquetación y sucesivas correcciones de los textos y fotos del libro sobre las cavidades del Parque de Urkiola. Tanto el propio Patronato, como GEMA, nos habíamos puesto como objetivo su aparición en el mercado a lo largo de este año 98, pero la lentitud de la traducción al euskera y la revisión toponímica por Euskaltzaindia han hecho inviable esta fecha. Confiamos que salga en el primer trimestre de 1999.

Hemos realizado un reportaje fotográfico para una publicación del Duranguesado en la que aparecerá un artículo sobre nuestro grupo y sus actividades. Su publicación está prevista igualmente para el primer trimestre del 99.

Dos miembros asisten a la práctica de socorro organizada por el EEL en la cueva de Baltzola.

Al habla con Javier Maeztu del GEA se ha comenzado el reconocimiento del Karst del NW de Llodio (Alava) en el que aparece una cavidad de escaso interés y se localiza un curioso sumidero intermitente colmatado por las inundaciones del 83.

Asociación Deportiva Espeleológica Saguzaharrak (ADES)

1.- En las comarcas de Busturialdea y Lea-Artibai se han realizado diversas incursiones obteniéndose por resultado el descubrimiento de objetos de indiscutible valor histórico en la cueva de Abita (Gizaburuaga); además de haber ampliado el catálogo de cavidades en el macizo de Bedartzandi, la topografía de la sima de Atxinda y la revisión topográfica de Paltzuaran I.

2.- En el karst del municipio cántabro de Miera se han realizado numerosas incursiones con importantes resultados:

- Reexploración y topografía parcial del sistema "Torca Fría-Cubillo del Coto".
- Reexploración y topografía de la Sima de los "Piratas".
- Exploración y topografía del sumidero de "los averones", además de finalizar su desobstrucción.
- Prospección de la zona alta del macizo de Miera, ampliando notablemente el catálogo de cavidades.
- Finalización de la exploración y topografía de la Sima del "Canalón".
- Jornadas de Semana Santa con el importante descubrimiento del "Cubillo del Ojancano".
- Exploración y topografía del "ojancano" con unos resultados a finales del 98 de 5000 m explorados.

- Descubrimiento de una nueva cavidad que constituye una nueva entrada al sistema.
- Reexploración y topografía parcial del Cubillo de las Cuevas.

3.- En el tema de Espeleosocorro se ha participado activamente en las prácticas organizadas por el socorro aragonés en el Sistema del Alba (Pirineo Oscense) y las organizadas por la Unión de Espeleólogos Vascos (UEV-EEE) en el macizo de Ernio.

Para finalizar este resumen de actividades mencionar la realización de la travesía "Cuesta del Cuivo-Mortero de Astrana", en el municipio cántabro de Astrana.

Por otra parte el colectivo Espeleoimagen, siguiendo su línea de continuos éxitos ha conseguido publicar sus fotografías en algunas de las más importantes publicaciones espeleológicas de ámbito nacional, además de acaparar gran cantidad de premios en los diversos concursos de fotografía subterránea en los que ha participado. Como es de suponer toda esta actividad ha supuesto un gran esfuerzo tanto de trabajo como económico, pero como también es de suponer, todo ha merecido la pena por los resultados obtenidos.

Para el 99 esperamos que siga habiendo, por lo menos, más de lo mismo, teniendo como principal objetivo continuar con el estudio del Sistema del Ojancano y esperar que nos siga desvelando la información tan importante que contiene acerca del funcionamiento hidrológico del macizo kárstico de Miera occidental.

Firma del Convenio UEV-EEE / FFS.

La Unión de Espeleólogos Vascos - Euskal Espeleologoen Elkargoa (UEV-EEE) y la Fédération Française de Spéléologie (FFS) han firmado un convenio de colaboración que afecta principalmente al seguro. Desde finales de 1.998 se venía negociando con la FFS la posibilidad de integrar a los espeleólogos vascos de la UEV en un seguro federativo que fuese de calidad y a la vez económico. La propuesta de la FFS, fue la de firmar un convenio que articulase la relación respetuosa entre ambas instituciones. Tras varios contactos se llegó a un principio de acuerdo en Enero del 99. El acuerdo fue rubricado el 22 de Febrero de 1.999 por el entonces Presidente de la UEV-EEE, Sr Félix Alangua y de la FFS, Sr. Claude Viala, cuyo acto solemne tuvo lugar en el Palacio de Arbide en la Ciudad de Donostia. Los acuerdos firmados hoy con los camaradas franceses están basados en la cordialidad y la conveniencia de un económico y buen seguro.

Asamblea General de la UEV-EEE

Dentro del marco de las XXX Jornadas de Espeleología del País Vasco, organizadas por el Grupo Espeleológico Alavés, tuvo lugar la Asamblea General de la UEV-EEE. El motivo principal de esta asamblea, además de otros temas de funcionamiento interno era la sustitución de los miembros de la Junta Directiva.

La nueva Junta Directiva queda compuesta por los siguientes miembros de la Asociación:

Sr. Santi Ugarte	Presidente
Sr. Peio Zabaleta	Tesorero
Sr. Iosu Lakontxa	Secretario
Sr. Iñaki Latasa	Vocal por Vizcaya
Sr. Javier Cuadrado	Vocal por Alava
Sr. Carlos Eraña	Vocal por Guipuzcoa
Sr. Patxi Azpilicueta	Vocal por Navarra

Estos cambios vienen producidos en función del desgaste de la anterior Junta Directiva, que ya necesitaba un merecido relevo tras varios años de dedicación. No nos queda sino agradecer el trabajo prestado a los anteriores miembros y desear suerte en su gestión al nuevo equipo.



NÚMEROS ATRASADOS

Recorte o fotocopie este cupón y envíelo por correo:
Euskal Espelelogoen Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos
Apdo. 563 • 20080 Donostia

Números sueltos 500 pts./unidad - Los siete 2.500 pts.

Marque con una X los números que desea recibir

1 2 3 4 5 6 7

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. N° 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

Aranzadi Zientzi Elkartea Karstologia

Paseo Mikeletegi, 67 - Torre de Ar-
bide
Apdo. 563 • 20003-Donostia
Gipuzkoa
e-mail: espeleo@euskalnet.net

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 Etxeberria 16 1° • 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

Lizarrar Espeleologia Taldea (LET)

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

Arrastakan Taldea

Zugarreta 26 3°
Etxarri-Aranatz • Nafarroa
e-mail: rinxaurra@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

KARAITZA
Publicación de la
Unión de Espeleólogos Vascos

INDICE

<i>El Karst de Obarreta-Austingarmin en el este del Gorbeia vizcaino</i> Iñaki Latasa y Oscar Sota (GAES)	5
<i>El Karst de Aloña-Aizkorri-Aratz</i> Carlos Eraña, Iñigo Arrizabalaga, Keltze Arrue, Xabier Azkarate, Xabier Azkoaga, Joseba Dorado, Diego DULantzo, Ricardo Eraña, Iñigo Ezkibel, Aritz Galdos, Josu Lakintza, Andoni Olalde, Jon Ugarte y Santiago Ugarte	17
<i>Contribución al análisis del flujo del acuífero kárstico de Itxina (Macizo del Gorbea, País Vasco)</i> Jaime Garfias, Hilario LLanos e Ismael Herrera	33
<i>Análisis temporal y simulación de hidrogramas del manantial de Aldabide (Sistema Kárstico de Itxina, País Vasco)</i> Hilario Llanos, Jaime Garfias	43
<i>Las 20 cavidades de mayor desarrollo y profundidad de Euskal Herria</i> Jon Estomba	51
<i>Actividades efectuadas por la EEE-UEV (1998)</i>	52

Unión de Espeleólogos Vascos
Paseo Mikeletegi, 67 - Torre de Arbide
Apartado Correos, 563
20080 Donostia - San Sebastián
País Vasco

ISSN - 1133-5505