

**Las simas de Leizegazto y el karst de Otsabio:
Estudio hidrogeológico y espeleológico del macizo de Otsabio
(Valle del Araxes, Gipuzkoa-Navarra).**

Leizegazto chasms and the Otsabio karst: Hidrogeological and speleological study
of the Otsabio massif (Araxes valley, Gipuzkoa-Navarra).



Carlos GALAN, Rafael ZUBIRIA & Marian NIETO.
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Marzo 2005.

Las simas de Leizegazto y el karst de Otsabio: Estudio hidrogeológico y espeleológico del macizo de Otsabio (Valle del Araxes, Gipuzkoa-Navarra).

Leizegazto chasms and the Otsabio karst: Hydrogeological and speleological study
of the Otsabio massif (Araxes valley, Gipuzkoa-Navarra).

Carlos GALAN, Rafael ZUBIRIA & Marian NIETO.

Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Alto de Zorroaga s/n, 20014 San Sebastián - Spain.

e-mail: cegalham@yahoo.es

Marzo 2005.

RESUMEN.

El karst de Otsabio comprende 28 km² de afloramientos de rocas carbonáticas del Jurásico y Cretácico temprano. Posee un relieve muy abrupto, entre montañas de 850 m de altitud y fondos de valle a 150 m. La serie caliza Urgoniana llega a alcanzar 900 m de potencia, pero está poco karstificada. Durante el estudio se localizaron y exploraron 35 cavidades, destacando las grandes simas de Leizegazto, de -158 m de desnivel, las cuales constan de una sucesión de pozos verticales con cascadas. Se presenta un estudio hidrogeológico del karst, cuyos recursos hídricos subterráneos alcanzan un caudal medio anual de 454 l/s. Se presentan datos sobre la fauna cavernícola troglobia, con especies endémicas del País Vasco; el diplópodo *Vandeleuma vasconicum* es conocido en el mundo sólo de cuevas del País vasco francés y de este macizo. Se describe el hallazgo de un yacimiento con restos óseos humanos de época prehistórica en la cueva de Illaratzu.

Palabras clave: Karst, espeleología, hidrogeología, bioespeleología, antropología.

ABSTRACT.

Otsabio karst has a carbonate rocks surface of 28 km². The age of the limestone rocks formations are Jurassic and early Cretacic. The relief is very steep, with mountains and valleys between 850 and 150 meters of altitude. Potency of Urgonian reef serie is 900 meters, but the karst process is unequal. 35 caves are located and explored during the study. The most outstanding caves are Leizegazto chasms, with a pit-cascade serie of -158 meters deep. Hydrogeological features of the karst are studied. The hydric underground resources have a water volume of 454 l/s of average year. Data about troglobiont cave fauna are presented and there are endemics species of the Basque Country. The diplopod *Vandeleuma vasconicum* inhabit exclusively in caves of the French Basque Country and this massif. In Illaratzu cave has been finded an archaeological site with prehistoric human bones. The discovery is described in this work.

Key words: Karst, spelology, hydrogeology, cave fauna, anthropology.

INTRODUCCION.

El macizo de Otsabio se extiende sobre una serie de elevaciones montañosas a ambos lados del río Araxes. Hasta diciembre de 2001, fecha en la cual se inició el presente estudio, sólo existían referencias sobre dos cavidades no topografiadas. Durante el período 2002-2004 se exploró en detalle el macizo y se obtuvo información sobre un total de 35 cavidades, las cuales fueron situadas, estudiadas y topografiadas detalladamente. Adicionalmente se obtuvieron datos de interés hidrogeológico, bioespeleológico y arqueológico, incluyendo el hallazgo de diversas especies de fauna cavernícola y de un yacimiento en cueva con restos óseos humanos de época prehistórica.

Este karst, cuya existencia no podía pasar desapercibida (ya que la antigua carretera general Tolosa - Pamplona sigue el valle del Araxes y la caliza es observable sobre ambos flancos), no había sido objeto de prospección. A ello contribuía su abrupto relieve (de muy fuertes pendientes), la falta de datos sobre cuevas y su cercanía al potente karst

de la Sierra de Aralar, lo que hacía que estos afloramientos calcáreos no despertaran la curiosidad ni el interés por revisar un macizo considerado menor o de poca importancia. Los datos obtenidos muestran, por el contrario, que la exploración espeleológica del territorio dista mucho de estar completa y que diversas zonas pueden albergar rasgos y formas de interés geo y bioespeleológico.

ANTECEDENTES.

Las primeras referencias sobre cavidades en el macizo corresponden a la localización y visita de la cueva de Illaratzu, en el término de Lizartza, efectuada por F. Leizaola, P. Sistiaga y J.A. Barea (SCA) en 1964.

En el campo bioespeleológico J.P. Mauries describe en 1966 un nuevo género troglobio de diplópodos: *Vandeleuma*, MAURIES (1966), endémico del País Vasco. *Vandeleuma vasconicum* es descrita de una cueva del País Vasco francés, pero poco después es encontrada en la cueva de Otsabio 1 (= Austokieta) (Lizartza, macizo de Otsabio). Una segunda especie del grupo, *Vandeleuma hispanica*, CEUCA (1967), es descrita un año más tarde de cuevas del sinclinal central de Aralar. Estas dos son las únicas especies del género, ambas troglobias y endémicas del País Vasco. Junto con el género *Guipuzcosoma*, VICENTE & MAURIES (1980), sólo conocido por la especie *Guipuzcosoma comasi*, del sistema Sabesaia - Leizeaundia (macizo de Ernio), constituyen un grupo de troglobios antiguos, endémicos del País Vasco, actualmente incluidos en la familia Vandeleumidae (VICENTE, 1980; GALAN, 1993).

Datos geológicos e hidrogeológicos generales sobre el macizo han sido expuestos por IGME (1971), CAMPOS (1979) y CARRERAS *et al.* (1987). Estos trabajos no mencionan cuevas, excepto la referencia a los manantiales de Insalus y Arterreka. El primero de ellos es ampliamente conocido porque sus aguas minerales sulfatadas-cálcicas son explotadas comercialmente por la empresa Agua de Insalus S.A., localizada en Lizartza. Existen también canteras de caliza en el flanco W del monte Narbaizu (sobre el valle del Araxes, hoy inactiva) y ladera SW de Otsabio (Arterreka, sobre el valle de Jaizkugañe). Y al menos tres minas (hoy abandonadas), en el flanco y base SW del monte Urkita.

El trabajo de campo a lo largo de este estudio ha mostrado que el macizo cubre una extensa superficie (de 10 km de largo por 4 km de ancho) y comprende afloramientos calizos del Jurásico y Cretácico temprano (complejo Urgoniano), desigualmente karstificados.

MATERIAL Y METODOS.

Las exploraciones en el karst de Otsabio fueron hechas a lo largo de 30 salidas de campo escalonadas entre diciembre de 2001 y diciembre de 2004. Los levantamientos topográficos de cuevas y datos de localización fueron tomados con instrumental Suunto: brújula y clinómetro centesimales, con precisión de 0.5°, y cinta métrica, con precisión decimétrica en la posición de las estaciones (Grado BCRA: 5 D). Las topografías de las cavidades fueron dibujadas en programa FreeHand Graphics para Macintosh.

En la exploración de simas se utilizaron las técnicas de jumars y cuerda estática habituales en Espeleología. Datos geo y biológicos fueron tomados durante las exploraciones. Para la ubicación de las cuevas se utilizó cartografía 1:5.000 y cartografía digital (hasta escala 1:2.000) del Servicio de Información Geográfico de la Diputación Foral de Gipuzkoa (<http://b5m.gipuzkoa.net>).

La captura de fauna se efectuó directamente y mediante sistemas de cebos. Se utilizó malla de plankton de 400 micras para la captura de stygobios y pincel y pinzas blandas de relojero para la captura de troglobios terrestres. Como conservador se utilizó alcohol etílico al 75%. Se tomaron algunos datos de temperatura en los biotopos de captura. La fauna fue estudiada en laboratorio con microscopio binocular, utilizándose material de comparación de la Colección de Bioespeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA) y bibliografía específica para cada grupo taxonómico.

Además de la consulta a agricultores, pastores y vecinos de las localidades cercanas que frecuentan estos montes, una gran parte de las cuevas fue localizada mediante prospecciones directas. La prospección del terreno permitió muchas veces delimitar con precisión las áreas de calizas compactas (muchas veces no coincidente con los mapas geológicos fotointerpretados o los que señalan la edad de las formaciones sin precisar su litología). Las simas y cuevas que atraviesan un cierto espesor de las series calcáreas arrojaron también información de gran interés. Datos de caudales en surgencias, sumideros y ríos subterráneos fueron obtenidos durante las exploraciones. Diversos aspectos de interés geomorfológico (en cuevas y superficie) fueron documentados mediante toma de datos in situ (mediciones de buzamientos, litología) y fotografía color cuando resultó posible.

RESULTADOS.

AREA DE ESTUDIO.

En la región montañosa que se extiende sobre ambos márgenes del río Araxes, en la zona limítrofe entre Gipuzkoa y Navarra, afloran calizas Jurásicas y Cretácicas conformando un abrupto macizo kárstico denominado Macizo de Otsabio. Debido a su posición marginal con respecto al cercano y extenso karst de la Sierra de Aralar, el macizo había pasado desapercibido y permanecía im prospectado. Hasta hace tres años sólo se tenía noticia de la existencia de dos pequeñas cuevas (GALAN, 1993; GALAN & ETXEBERRIA, 1994; GALAN et al., 2002). Sin embargo, el presente estudio permitió descubrir 35 cavidades (19 en Gipuzkoa y 16 en Navarra), algunas de ellas hidrológicamente activas o de considerable desnivel (-158 m). Al igual que en otros macizos limítrofes, como p.ej. Aralar (GALAN, 1989, 2004), las unidades y sistemas hidrogeológicos se extienden sobre ambos territorios y por ello fue necesario abordar su estudio conjunto.

DESCRIPCION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DEL MACIZO.

El macizo se extiende longitudinalmente de W á E a lo largo de 10 km, entre las localidades guipuzkoanas de Alegría de Oria, Altzo, Lizartza y Oresa, hasta las navarras de Areso, Gorriti y Arribe-Atallo. En sentido N-S tiene una extensión máxima de 4 km. Los afloramientos calcáreos son atravesados oblicuamente, en sentido SE-NW, por el río Araxes y su afluente el río Oresa; al S está limitado por el cauce del arroyo Jaizkugañe; ambos cursos tributan sus aguas al río Oria, fuera del área de estudio. El desnivel topográfico en zona caliza también es importante. Las cumbres más altas del macizo son las de Otsabio (801 m de altitud), Lapar mendia (812 m), Urkita o Pagota (848 m), Ulizar (868 m), y Ulimendi (852 m), las tres últimas en Navarra. Los fondos de valle, donde se encuentran las surgencias principales (Insalus, Arterreka), descienden hasta cotas de 200 á 150 m.snm., por lo que el desnivel máximo que atraviesan las aguas de infiltración en zona vadosa es del orden de 700 m.

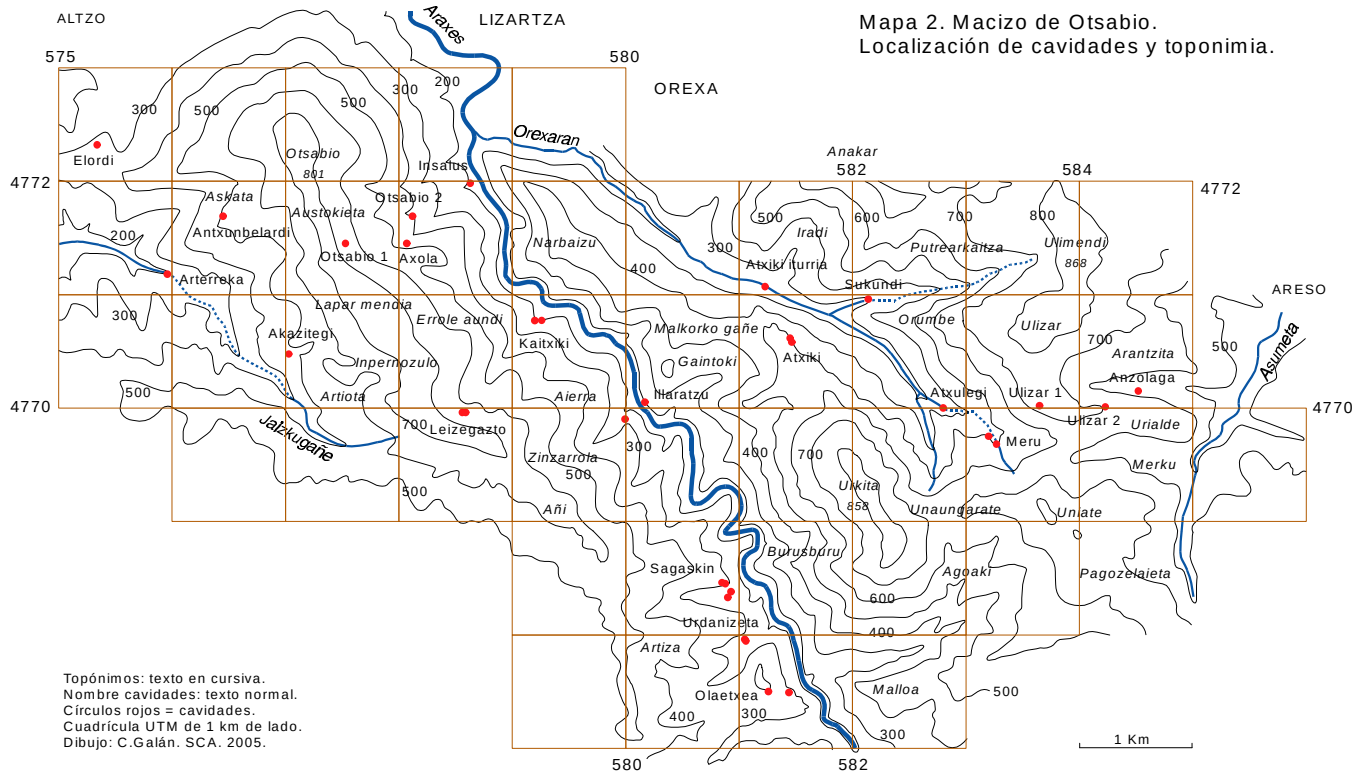
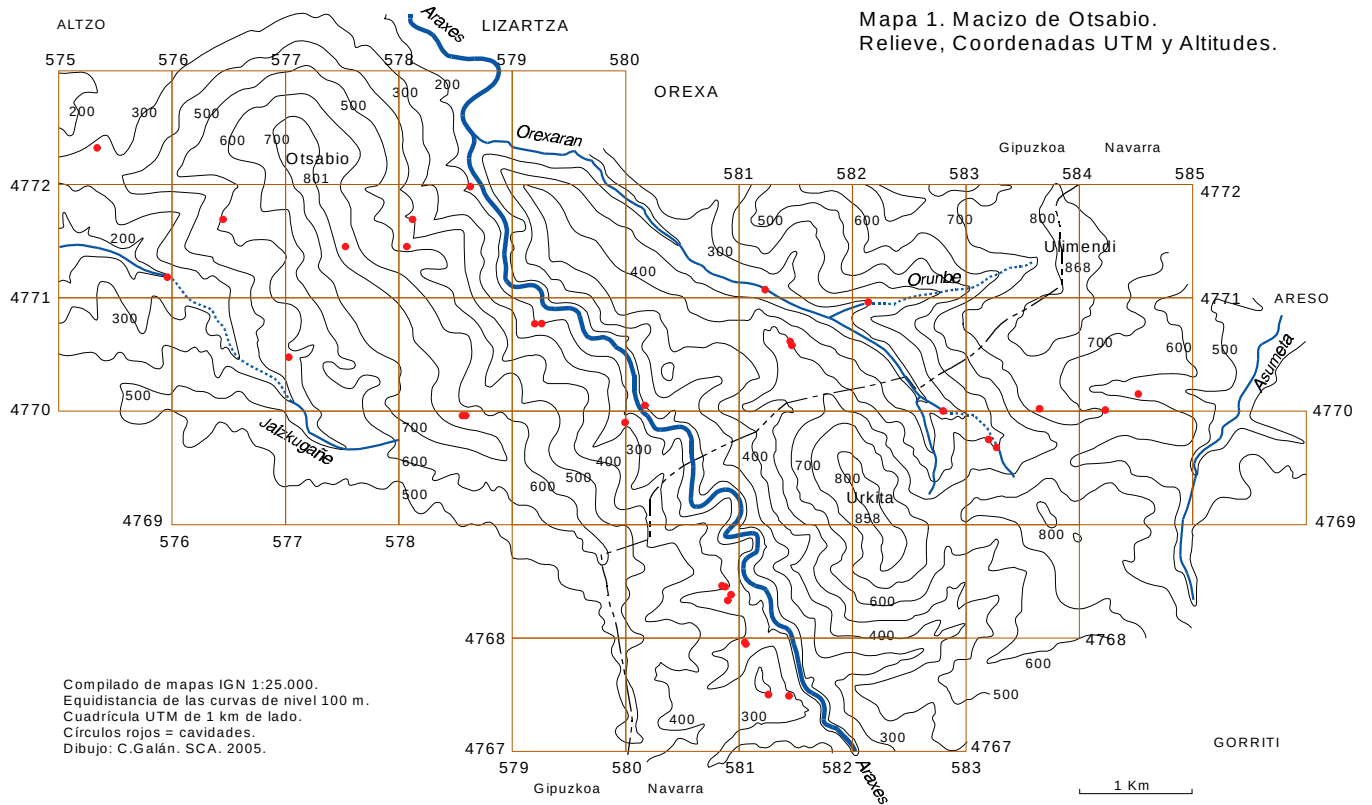
Estratigráficamente los materiales permeables corresponden en su mayor parte a calizas recifales masivas y/o estratificadas del Complejo Urganiano. Su potencia máxima se estima superior a 900 m, pero la serie está afectada por cambios laterales y verticales de facies hacia materiales más margosos, arcillosos o arenosos. Las calizas se adelgazan bruscamente en la periferia y presentan también intercalaciones locales arcillosas. Tanto al NE como al NW existen amplias bandas de materiales Jurásicos, con un nivel de margas y calizas arcillosas sobre el que reposan calizas compactas y estratificadas en bancos delgados.

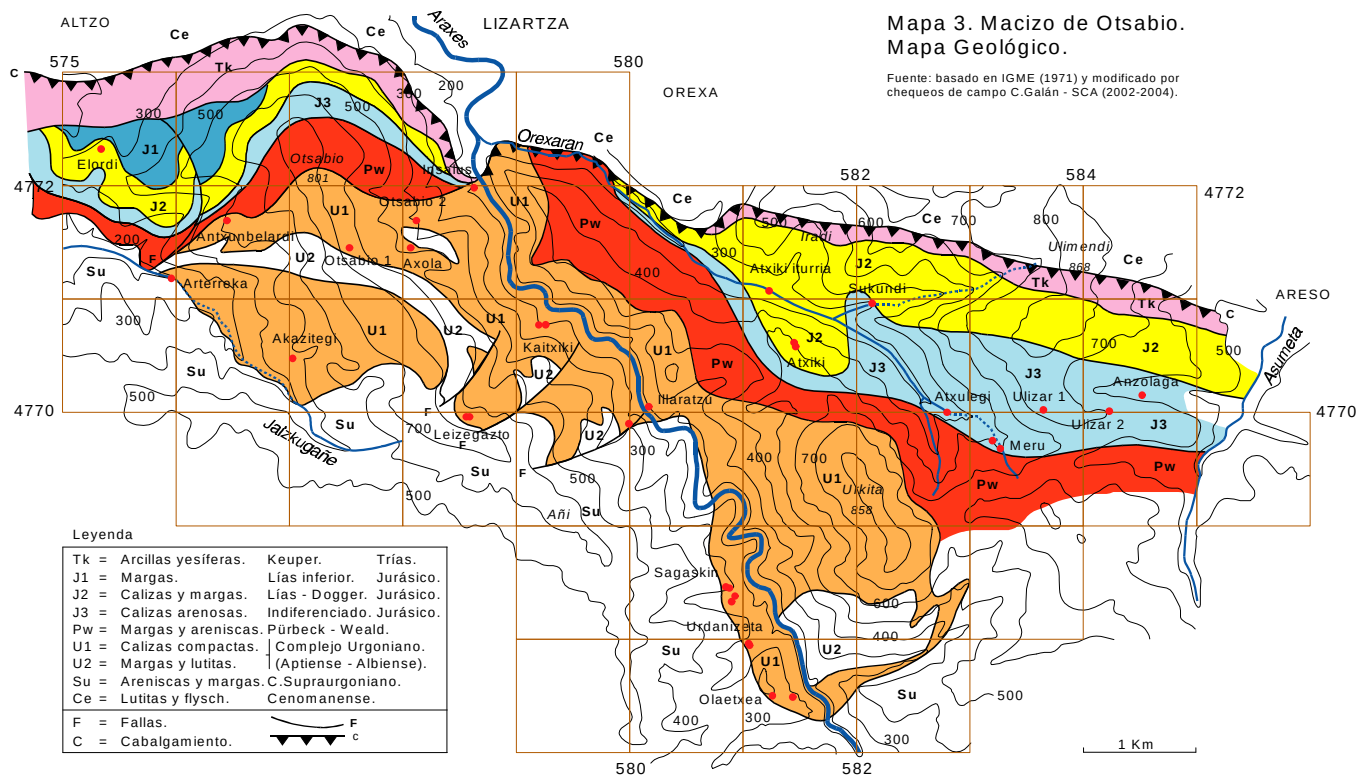
La estructura general del macizo corresponde al flanco S de un anticlinal cabalgante, buzante al S (CAMPOS, 1979; CASTIELLA *et al.*, 1982) (Ver Mapas 1-4 y Figura 1). La serie cabalgante abarca desde el Triás al Cretácico superior. El frente del cabalgamiento coloca a los materiales Triásicos (arcillas yesíferas del Keuper y algunas masas de ofitas) en contacto discordante con materiales flyschoides Supraurgonianos y del Cenomanense superior. Al S del macizo la serie monoclin al se prolonga en sinclinal volcado, reapareciendo las calizas en el flanco N invertido del Anticlinal N de Aralar (DUVERNOIS *et al.*, 1972).

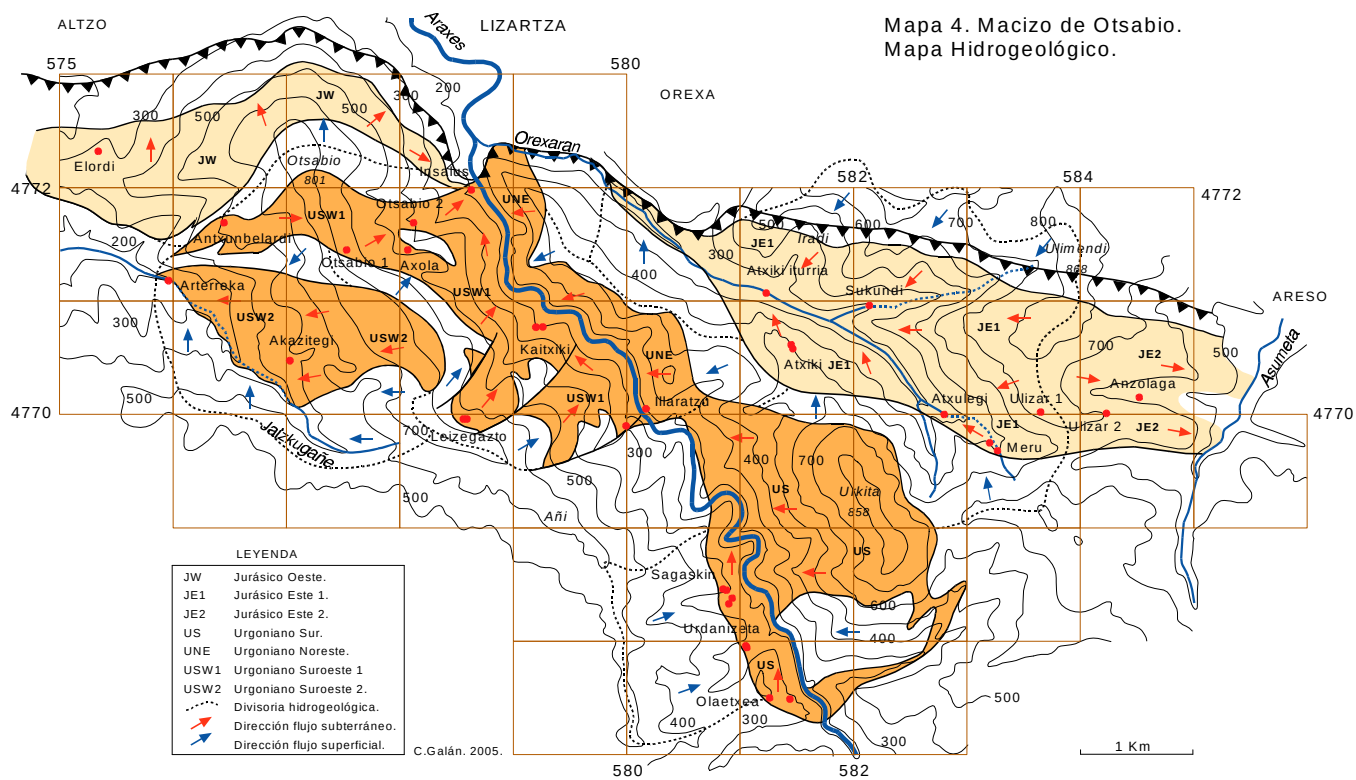
En el interior del macizo los afloramientos Jurásicos quedan separados de los Urganianos por margas y areniscas del Weald y base del Aptiense. La sinuosidad del frente cabalgante y algunas fallas complican la estructura. La subhorizontalidad de los valles, que imponen el nivel de base, facilita la compartimentación del macizo en diferentes sistemas hidrológicos. No obstante, los recursos hídricos subterráneos son importantes. Para la parte gipuzkoana había sido estimado un volumen medio anual en calizas Urganianas de 4,7 Hm³ (CARRERAS *et al.*, 1987). Los terrenos Jurásicos y los afloramientos navarros no contaban con estudios previos (CASTIELLA *et al.*, 1982). En este estudio, que abarca la totalidad del macizo, obtuvimos un volumen medio total (incluyendo calizas Jurásicas y Urganianas) de 14,3 Hm³, es decir, una cifra tres veces mayor.

El macizo comprende un área de 28 km² (8 en Navarra y 20 en Gipuzkoa). Los afloramientos de calizas y margocalizas representan 18 km² (6 en Navarra y 12 en Gipuzkoa), correspondiendo el resto a terrenos impermeables o de muy baja permeabilidad que drenan hacia las calizas.

La parte E del macizo, en territorio navarro, queda incluida en los términos de Areso y Araitz (Arribe). Ocupa el sector más alto (de cabecera de cuenca) de los afloramientos calcáreos tanto Jurásicos como Urganianos. Toda la zona navarra queda situada al W de las localidades de Areso y Gorriti (al W de la autovía del Leizarán) y al NW de Arribe-Atallo (sobre el valle del Araxes). Abarca los afloramientos Jurásicos de Ulimendi - Ulizar, Atxulegi y Meru (incluyendo algunas calizas de facies Pürbeck) y los Urganianos del extenso monte Urkita o Pagota (margen derecha del Araxes, hasta el collado de Unaungarate) y distintas lentes recifales sobre la margen izquierda (Añi, Sagaskin, Urdanizeta y Artiza). No incluye los afloramientos de Malkor Aundi (en la proximidad de Gorriti), ni los de Azpirotz o Betelu, todos







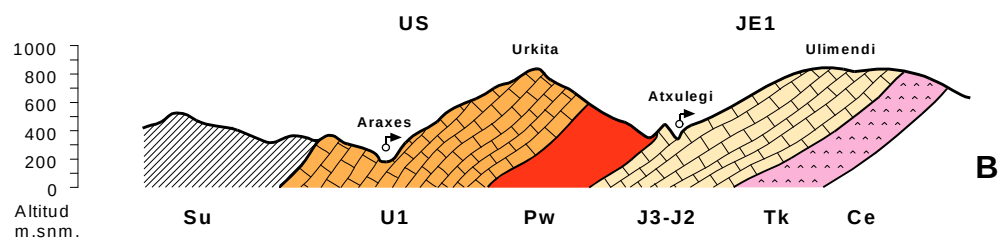
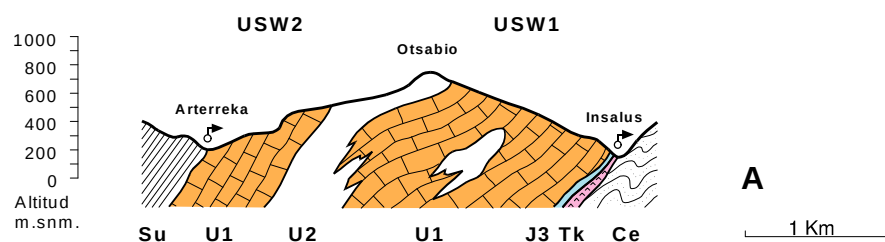


Figura 1. Macizo de Otsabio.
Cortes geológicos esquemáticos del macizo de Otsabio en sentido NE - SW.
A = A la altura de Insalus - Arterreka. B = A la altura de Ulimendi - Sagaskin.
Dibujo: C.Galán 2005.

ellos pertenecientes a otros karsts separados por terrenos impermeables de las calizas de Otsabio. El área no estaba explorada espeleológicamente (Carlos ACAZ, Serv. Obras Públicas, Gobierno de Navarra, com. pers.).

La parte W, en territorio gipuzkoano, comprende afloramientos Jurásicos a lo largo del valle de Orexa, que se extienden por los flancos de la cresta Anakar - Ulimendi (zonas de Iradi, Putrearkaitza y Orumbe) y el sector de Atxiki, al S del valle. Los afloramientos Urganianos se extienden a ambos lados del río Araxes; al N del río sobre la cresta y flanco SW de los montes Gaintoki, Malkorko Gañe y Narbaizu; al S del río sobre la cresta Lapar mendia - Otsabio y los flancos de Añi, Zinzarrola, Kaitxiki, Leizegazto y Pagoaundi. Al NW de la cumbre de Otsabio y bordeando la misma existen varias bandas de calizas Jurásicas de escasa significación hidrogeológica, las cuales se extienden hasta la colina de Elordi, en Altzo. El límite S del macizo lo constituye el valle de Jaizkugañe, donde se sitúa la surgencia de Arterreka. La parte gipuzkoana del macizo cubre 20 km²; 12 km² corresponden a calizas Urganianas y Jurásicas y 8 km² a intercalaciones y cuencas externas de lutitas y materiales detríticos.

Los valles que discurren entre la línea de crestas montañosas del macizo (de orientación NW-SE) tienen un perfil en V y están fuertemente encajados, lo que determina que los flancos posean acentuadas pendientes. Debido a la disposición monoclinial de las capas geológicas, en los flancos S y SW el buzamiento es paralelo a la pendiente topográfica, dificultando o haciendo poco propicia la infiltración. Las laderas S, soleadas, habitualmente presentan una vegetación baja y enmarañada de pequeñas encinas, mientras que las laderas N, sombreadas, presentan hayedos con algunos robles en las partes bajas. Parte del terreno ha sido desforestado o soporta algunas plantaciones de coníferas exóticas. En muchas zonas aflora el lapiaz desnudo y grandes extensiones de las laderas calizas presentan canchales con fragmentos clásticos (producto de exfoliación, desagregación superficial y crioclastismo), que facilitan la colmatación de conductos. No son conocidas dolinas, depresiones, ni otras formas kársticas de superficie comunes en áreas calizas. Localmente existen algunos agudos espolones y paredones calcáreos formados por erosión diferencial de los afloramientos calizos más compactos. Los cambios litológicos, tanto en la serie Urganiana como en la Jurásica, muestran una gran heterogeneidad lateral y vertical a lo largo de los afloramientos, lo que sin duda también ha influido dificultando la karstificación.

Los principales rasgos geológicos de cada zona serán expuestos al tratar de las cavidades situadas respectivamente en cada una de ellas (Ver Mapas 1 á 4 y cortes geológicos en Figura 1). En el apartado de hidrogeología los datos zonales serán ordenados por unidades y sistemas hidrológicos.

DESCRIPCION DE CAVIDADES POR ZONAS.

La exploración del macizo comenzó por las cavidades de Atxiki, situadas en la parte Jurásica gipuzkoana de la cresta del monte Urkita o Pagota. Luego se revisó el Urganiano al N del Araxes: montes Malkorko Gañe, Gaintoki y flanco N del valle entre la muga con Navarra y la cantera de Narbaizu. Posteriormente se exploró la parte N de Otsabio entre Insalus y el col de Austokietia, la cresta Otsabio - Lapar mendia y la sima de Antxunbelardi, en el sitio de Askata, sobre el flanco S. Las prospecciones en la cresta se extendieron hasta Inpernozulo y Añi, con escasos resultados. Con base en una referencia se exploró el Jurásico W, encontrando la sima de Elordi, próxima a Altzo. Otra referencia nos condujo a uno de los principales hallazgos del macizo, las simas de Leizegazto, situadas en la parte alta nor-central del Urganiano S gipuzkoano. La actividad hídrica de estas simas y su probable drenaje hacia Insalus orientaron la búsqueda de un hipotético colector. Las partes medias y bajas de las laderas hacia el Araxes fueron revisadas. En la proximidad de la muga con Navarra se exploró la cueva de Illaratzu, donde se descubrió un yacimiento con restos óseos humanos de época prehistórica, y al sur del río se revisó un amplio sector que se extiende desde Añi, por Aierra y Kaitxiki, hasta Errole aundi. La existencia de un canal en la parte baja facilita el acceso a estas abruptas pendientes, donde se encontraron varias cavidades en el sector de Kaitxiki.

Posteriormente, accediendo desde el valle de Orexaran erreka, se remontó éste explorando los terrenos Jurásicos entre Basabe y los collados de Unaungarate y Meru. En la parte baja se encontraron varias surgencias y pequeñas cavidades: Atxiki y Sukundi en Gipuzkoa y, penetrando hacia el sector de cabecera de Orexaran, las cuevas de Atxulegi y Meru. La sima de Meru 2, de -50 m, resultó de gran interés por su actividad hídrica y el pequeño sistema que origina. La continuación de estas exploraciones nos condujo a la parte alta del monte Urkita, al cual accedimos repetidas veces entrando tanto desde el valle de Orexa como desde la localidad navarra de Gorriti. La referencia sobre la existencia de una sima en la parte alta determinó numerosas prospecciones, prácticamente barriendo todo el monte. Salidas posteriores, partiendo de Areso, permitieron revisar los terrenos Jurásicos de Ulizar y Ulimendi, con algunas cavidades adicionales.

Las prospecciones siguieron sobre la parte navarra del valle del Araxes. Al S del río se exploraron los afloramientos de Sagaskin, Urdanizeta, Artiza y Olaetxea, con otra serie de cavidades entre las cuales destaca la cueva-sumidero de Urdanizeta 1. Al N del río no se encontraron cuevas pero sí varias antiguas minas en las que se explotó mineral de

hierro.

Nuevas exploraciones fueron acometidas para revisar el extenso sector S de Otsabio, accediendo desde Alegría de Oria hasta la cantera de Arterreka y remontando el valle del arroyo Jaizkugañe y el flanco S de la cresta. Se pudo delimitar así la extensión S y SE de los afloramientos Urganianos y obtener datos comparados sobre el caudal de las surgencias conocidas.

A lo largo de las salidas se obtuvo numerosa información de campo sobre la extensión y peculiaridades de los diversos afloramientos calizos y las áreas drenadas por los distintos acuíferos kársticos.

A continuación describiremos las cavidades halladas y las características de las distintas zonas. No seguiremos un orden cronológico de exploración, sino una clasificación de conveniencia basada en la geología y geografía del macizo.

1. JURASICO W.

El sector está constituido por una serie de bandas sinuosas de materiales Jurásicos que contornean por el N y W a media ladera el monte Otsabio, entre las cercanías de Insalus y la localidad de Altzo. Los tramos basales, del Lías, son esencialmente de margas. Sobre ellos existen algunos tramos de calizas estratificadas grises, con intercalaciones de arcillas y margas, del Dogger. En uno de estos afloramientos de calizas grises compactas en la colina de Elordi se encuentra la única sima localizada. A techo siguen algunos tramos de calizas arenosas y areniscas que hacen la transición hacia las margas y areniscas del Purbeck-Weald. La serie, poco karstificada, posee escasa significación hidrogeológica, por su baja a muy baja permeabilidad.

Elordiko leizea.

Sima de boca amplia (10 m de diámetro) con vertical de 6 m. Se amplía en su base en sala de 20 m de largo por 8 m de ancho, con relleno de bloques y sedimentos. Su lado E se prolonga en galería en penumbra, alcanzando -10 m de desnivel. Lamentablemente la cavidad es utilizada como vertedero. La cavidad tiene 20 m de desarrollo y se ha formado en calizas grises del Dogger.

2. JURASICO E GIPUZKOANO.

Las primeras exploraciones se desarrollaron en el afloramiento de Atxiki, situado al S del arroyo Orexaran en una estribación de la cresta que desciende del monte Urkita, bajo el collado o plano de Ariztitxulo, cota 540 m.snm. Para llegar a las cuevas de Atxiki se desciende por el flanco N, de fuerte pendiente, unos 70 m.

Geológicamente las dos cavidades de Atxiki se desarrollan en un pequeño afloramiento de calizas compactas, en parte dolomíticas, del Lías - Dogger, el cual tiene continuidad al otro lado del valle de Orexaran en el monte Iradi. El valle constituye el nivel de base local y en su talweg, a 500 m al NNW de las cuevas (en la cota 230 m.snm), se sitúa el manantial de Atxikiko iturria, hacia el cual drenan las mismas. Las galerías de las cuevas se desarrollan preferencialmente siguiendo la estratificación.

Al Sur del afloramiento de Atxiki se presenta una banda de calizas arenosas alternantes con margas del Dogger - Malm, al que suprayace un afloramiento más extenso de lutitas y areniscas del Weald y base del Aptiense. Estos terrenos impermeables separan las calizas Jurásicas de las Urganianas del valle del Araxes.

Posteriormente se exploró todo el valle de Orexaran, remontando desde su confluencia con el Araxes hasta su cabecera en Navarra. El fondo del valle, bastante llano, recibe un afluente en Orumbe, y 1 km después existe otra confluencia de dos regatas en el sitio de Atxulegi (cota 300 m.snm), donde se penetra en Navarra. Una de ellas proviene del collado de Meru y la otra del collado de Unaungarate, bordeando el flanco ENE del monte Urkita (858 m.snm).

Se puede decir que a lo largo de todo el valle afloran materiales Jurásicos, cuya litología experimenta grandes variaciones laterales y verticales. En la proximidad de la confluencia Orexaran - Araxes un espolón de calizas Urganianas llega prácticamente hasta el cauce. Entre este punto y Basabe aflora en el cauce una estrecha banda de margas Jurásicas. A partir de Basabe los terrenos Jurásicos se amplían, pero sobre el talweg entre Basabe y Arane aun afloran areniscas del Weald. Más al E empiezan a aflorar calizas Jurásicas más compactas, del Lías, que son la prolongación del afloramiento de Atxiki y que se extienden al N del valle. En el centro de este sector, sobre el talweg, se localiza el manantial de Atxikiko iturria, difuso y de escaso caudal. En el tramo que sigue hasta la confluencia de Orumbe se observan algunos peñones y afloramientos de calizas compactas y, sobre todo, grandes canchales en las partes medias y bajas de ambos flancos. Las zonas de caliza compacta se observan en la parte alta de los afloramientos.

Luego, entre las confluencias de Orumbe y la de Atxulegi, aparecen terrenos más margosos, del Dogger, pero con intervalos locales de calizas compactas. La surgencia de Sukundi se encuentra sobre el valle de Orumbe en la proximidad de un contacto con calizas Jurásicas más compactas de la parte superior del valle. En este tramo la serie Jurásica presenta un marcado entrante hacia el N.

En la confluencia de Atxulegi las margas del Dogger dan paso a calizas más compactas. En la misma confluencia hay un prominente peñasco, y ya en territorio navarro diversos espolones y paredes de calizas y calizas margosas del techo del Dogger y Malm. Los cauces de las regatas presentan numerosas coladas de travertino, debidas a la deposición del carbonato cálcico disuelto en los tramos superiores.

La regata que baja de Unaungarate lleva agua desde su cabecera. La que baja de Meru lleva agua hasta alcanzar la sima-sumidero de Meru 2, donde se sume, quedando el cauce seco hasta la surgencia de Atxulegi, donde reaparece de nuevo. El arroyo de Orumbe es temporal en su tramo superior y adquiere un carácter permanente a partir y aguas abajo de la surgencia de Sukundi. El resto de los cursos bajos tienen agua todo el año, aún en plena sequía.

Podríamos resumir diciendo que el Jurásico gipuzkoano de este sector es una heterogénea sucesión margocaliza, con afloramientos locales de calizas compactas tanto en la base como en el techo de la serie. En el relieve externo se observan peñascos de calizas compactas en la parte alta de la ladera que va de Iradi a Uli (Lías inferior), en el citado afloramiento de Atxiki (Lías-Dogger), y en la parte navarra en terrenos del Dogger y Malm. La mayor parte de las laderas poseen extensos canchales sobre margas y margocalizas, producto de la meteorización superficial de los tramos compactos de poco espesor que ocupan las zonas altas y que en ocasiones, como en el espolón de Atxiki, descienden hasta cotas más bajas.

Nuestra impresión es que el Jurásico de Orexaran no tiene una salida concentrada de aguas en una surgencia, sino más bien es dispersa a lo largo de los talwegs que constituyen sus niveles de base locales. Atxikiko iturria sería la surgencia principal para el afloramiento de Atxiki y el flanco de Iradi, y Sukundi para el tramo superior de Orumbe, pero puede haber muchas otras salidas difusas a lo largo de los talwegs de Orumbe y Orexaran, además de una importantísima esorrentía (debida a las fuertes pendientes).

Atxikiko koba 1.

La cueva tiene un amplio porche (8 m de ancho, 8 de largo y 3 m de alto). En su fondo hay un lateral ascendente de 10 m de largo y a su lado una galería-gatera de 12 m que desemboca en una sala ascendente de 6 m de diámetro y techo a 4 m de altura. La sala tiene suelo de bloques, coladas y un gours amplio y con agua. De esta sala parten 3 galerías. Al frente una corta galería ascendente termina en chimenea de 6 m de alto. A la izquierda según se entra (E) hay una galería colgada que, tras escalar +3 m (paso de hombros), prosigue en galería meandro ascendente y concrecionada unos 20 m. A la derecha (W) parte una galería horizontal de 12 m que llega a la base de un escalón vertical. En la base hay una pequeña ampliación y trepando el escalón, de +2m, se accede a una salita ascendente, con columnas y estalagmitas. De ella parte la galería más larga, en dirección NW. Esta totaliza 50 m y presenta 3 ampliaciones, con laterales en ambos sentidos, que terminan cerrándose. Todo el conjunto está muy concrecionado, con predominio de estalagmitas, coladas y gours. El desarrollo total de la cueva es de 120 m.

Atxikiko koba 2.

La cavidad es sin duda parte de la misma red de galerías que Atxiki 1, dirigiéndose hacia el inicio del meandro SE. La boca se abre lateralmente en una pared del mismo afloramiento calcáreo de Atxiki 1; tras una galería gatera descendente de unos 8 m, se llega a una sala que prosigue en galería unos 12 m más, terminando en cul de sac cegado por coladas. En el fondo y un poco antes hay tres arranques de laterales con similar morfología a la del meandro SE, pero de menos de 20 cm de diámetro, por lo que resultan impracticables.

Atxikiko iturria.

Surgencia difusa y de escaso caudal localizada en el talweg de Orexaran erreka. Drena los sectores de Atxiki e Iradi, sobre ambos flancos.

Sukundiko iturria.

Surgencia también difusa y de escaso caudal localizada en el talweg de Orumbe erreka, el cual queda casi seco aguas arriba de la misma. Drena los sectores de Putrearkaitza y Orumbe hasta Ulimendi y Ulizar, respectivamente.

3. JURASICO E NAVARRO.

Es la continuación del sector anterior en territorio navarro (término de Areso). La banda del Lías es esencialmente margosa, sin significación hidrogeológica. Presenta algunos tramos calizos en Ultzarraundi y Arantzita, pero sin cavidades conocidas. La banda del Dogger es margocaliza con diversos tramos de calizas compactas, que alcanzan a techo hasta el Malm, y posee varias cavidades. La divisoria hidrográfica de superficie coincide aproximadamente con la divisoria hidrogeológica del sector. La parte W de Ulizar y Meru drena hacia Atxulegi, mientras que la parte alta y E drena hacia los vallecitos de Anzolaga y Urialde, afluentes del arroyo de Asumeta, el cual discurre paralelo a la autovía del Leizarán entre Gorriti y Areso.

El valle de Meru, desde la confluencia (donde hay varios peñascos) hasta la cota aprox. 450, posee espolones y pequeñas paredes de caliza en la parte baja, próxima al talweg. Las calizas son claras (blancas en seco, gris claro en húmedo) y estratigráficamente atribuibles al techo del Dogger. A 250 m de la confluencia, sobre el talweg de Meru, existe una surgencia significativa, que llamamos Atxulegi 1; sobre ella el cauce queda seco. El caudal de la misma es de unos 20 lt/sg. A 2 m sobre ella hay un pequeña cueva que funciona como trop-plein y que llamamos Atxulegi 2. Aguas arriba el talweg queda seco durante unos 150 m, y vuelve a presentar algo de agua en un tramo de unos 100 m. Los sumideros y surgencias son difusos y en el cauce hay numerosos depósitos de travertino. Tras alcanzar una curva hacia el SE el cauce queda completamente seco y asciende con mayor pendiente. En los flancos, sobre todo al N del cauce, predominan extensos canchales, mientras que al S afloran terrenos impermeables del Weald, salvo los ya citados espolones y pequeños afloramientos del fondo del valle. En la cota 450 se alcanza una pequeña confluencia. Al W de la misma, a unos 20 m sobre el talweg seco, se encuentra la cueva Meru 1, en calizas grises atribuibles al Dogger. En la rama E de la confluencia, que asciende directamente hacia el collado de Meru, la caliza termina enseguida y en el cauce seco aparecen lutitas. En la otra rama, SSE, se ingresa en un tramo de calizas compactas dolomíticas, negras, de grano fino y tacto bituminoso. A 50 m de la confluencia el cauce es activo; el río que proviene de la parte superior se infiltra en su totalidad en la boca de una sima-sumidero. El caudal es de 10-20 lt/sg. Esta sima, que denominamos Meru 2 tiene una boca de 2 m de diámetro y prosigue con fuerte inclinación 12 m hasta un pozo vertical con cascada. Diversas observaciones en la sima y afloramientos próximos de superficie nos hacen suponer que estas calizas pertenecen al Malm (psb. Kimmeridgiense) y drenan hacia Atxulegi.

El caudal principal que emerge en Atxulegi 1 es similar o sólo ligeramente mayor que la pérdida de Meru 2. En toda la región, no obstante, la escorrentía parece ser muy importante y la infiltración más bien escasa.

Siguiendo el valle río arriba el cauce activo atraviesa algunos tramos de calizas carbonáceas, muy oscuras, con intercalaciones esquistosas (probablemente del Pürbeck), para dar paso, a partir de la cota aprox. 650 m.snm. a lutitas del Weald y base del Aptiense. El río se bifurca progresivamente en errekas menores procedentes de la parte alta de la montaña, de fuerte pendiente en este flanco.

Sobre la parte alta de Ulimendi - Ulizar los afloramientos calizos son más extensos pero están poco karstificados. Cruzando de S a N las cumbres a partir del collado de Meru, las calizas son margosas y poco compactas, negras en el tramo superior de la serie, luego grises, y por último hay tramos claros (blancos) en la zona de cumbre de Ulizar. El Lías al N de Ulizar es margoso y a partir del collado N de Ulizarraundi desaparecen las calizas.

En la parte alta de Ulizar observamos pequeños abrigos y una cuevita de escasos 2 m, pero no cavidades catalogables. Bajando hacia el col S, existe una cresta o colina en la cota 790 con dos altas torres de caza. A 50 m al SW de las torres y 20 m más abajo, sobre la ladera, encontramos la sima de Ulizar 1, en la cota 770 m.snm. Este sector drena hacia Atxulegi.

Hacia el E, separado por margas, reaparecen las calizas en el estribo de Urialde, donde se encuentra la sima de Ulizar 2. Las calizas son claras, margosas y disgregables, posiblemente del techo del Dogger, y el afloramiento se prolonga hasta el valle de Asumeta, cerca de Areso. Sólo la parte alta de la cresta presenta lapiaz, con calizas grises, pero también poco compactas y con margas intercaladas. En la ladera S de Urialde afloran de modo discontinuo calizas negras, estratificadas, con numerosas intercalaciones de margas; el buzamiento (de 40° SW) coincide con la pendiente. El valle, entre Urialde y Merku, tiene una erreka y al S de ella (monte Uiate y ladera de Merku) no afloran calizas.

En la ladera N de Urialde, a unos 40 m de desnivel sobre el talweg de Anzolaga, se encuentra una surgencia que origina el arroyo que recorre el valle. El agua que mana de la surgencia forma una serie de cascadas escalonadas de travertino que descienden hasta el fondo de valle, para seguir por él sobre margas impermeables. Valle arriba, el talweg del valle está seco. Por su posición alta, se ve que sólo drena una lente aislada de calizas. Los afloramientos más bajos de Urialde deben drenar de modo independiente por surgencias difusas al talweg de Asumeta. Al N del valle, en la cresta del estribo de Ulimendi, sólo se observan pequeños afloramientos aislados de calizas claras en el sector de Arantzita, pero sin cavidades conocidas.

En resumen, la mayor parte del Jurásico navarro drena hacia el W, con surgencia en Atxulegi y salidas difusas en los tramos bajos de Orumbe y Orexaran, en Gipuzkoa. El sector más oriental, en los estribos de Urialde y Arantzita,

drena hacia el E, hacia la surgencia de Anzolaga y de modo difuso hacia el arroyo Asumeta y sus afluentes. La mayor parte del Jurásico navarro es una serie margo-caliza poco permeable, con aislados afloramientos de calizas compactas. La escorrentía es importante y la infiltración reducida. La sima de Meru 2, que captura aguas superficiales del Pürbeck-Weald, origina un pequeño sistema subterráneo con surgencia en Atxulegi, el cual debe recibir también aportes laterales del flanco W de Ulizar. A continuación describiremos las 7 cavidades conocidas en el sector.

Atxulegi 1.

Es una surgencia significativa instalada sobre el talweg de Meru, ya que origina el arroyo que 250 m aguas abajo confluye con el arroyo procedente del col de Unaungarate para formar el río Orexaran. Aguas arriba de la surgencia el talweg queda seco. El agua emerge entre bloques de la margen izquierda, siendo su caudal de unos 20 l/s.

Atxulegi 2.

Pequeña cueva que funciona como trop-plein de la surgencia inferior y situada a 2 m de desnivel sobre la misma. La boca es una gatera estrecha que da paso a un conducto algo mayor, semi-inundado. A los 5 m se estrecha en grieta inundada impracticable.

Meru 1.

La cavidad se encuentra en la base de un peñasco, en la margen izquierda del cauce seco y a unos 20 m sobre su talweg. Forma un abrigo con dos pequeñas bocas de cueva cerradas por piedras (probablemente para impedir la entrada de ovejas). Como las dos parten del mismo abrigo (zona techada) las consideramos una única cavidad. Las galerías son cortas; la de la derecha es ascendente, de 4 m, y la de la izquierda penetra en horizontal 9 m, con un pequeño lateral. Ambas son gateras, de diámetro igual o inferior a 1 m. El desarrollo total es de 15 m.

Meru 2.

Se trata de una sima-sumidero que captura una cuenca epígea superior. La roca caja en que está excavada la cavidad es una caliza negra, compacta, en parte dolomítica, de grano fino y tacto bituminoso, con numerosas vetas y bancos de calcita blanca, apreciables en el interior de la sima, y atribuible al Malm (Kimmeridgiense). Estando en máxima sequía el caudal que entra en la sima es de 2-5 l/s, pero en período lluvioso su caudal supera con facilidad los 20 l/s.

La boca, de 2 m de ancho por 1.5 m de alto presenta un escalón inicial de 2 m y prosigue en rampa escalonada 12 m hasta el borde de una cascada vertical de 10 m, donde la cavidad se amplía. Las paredes de roca negra están pulidas por el paso de las aguas y presentan numerosas formas de erosión indicadoras de la impetuosidad que alcanzan las aguas del torrente en crecida. La base del pozo vertical forma una sala en la cota -18 y para alcanzar este punto hacen falta desde la boca una cuerda de 26 m.

En la sala, de 6 m de diámetro, hay 3 continuaciones. Al pié de la cascada hay una sima por donde cae el agua 5 m de desnivel. Pero hacia el E hay dos simas más: la primera se cruza por encima en oposición y la segunda se puede bajar destreando 5 m (cota -23). Aquí se bifurca: hacia el W sigue en galería horizontal que pasa bajo el chorro de agua de la cascada, la cual penetra en galería descendente atravesando varios bancos gruesos de calcita. Enseguida se alcanza otra bifurcación: una es una galería ascendente que se transforma en gatera y la otra es la principal, por donde sigue el curso de agua con varios escalones destrepables hasta llegar a dos tubos verticales muy estrechos por donde se infiltra el agua (cota -32). Volviendo a la cota -23, se puede destrepar hacia el E otros 3 m en el borde de una sima de 4 x 2 m de diámetro. Amarrando a un puente de roca en el borde, la vertical, con algunos goteos, desciende 22 m. Aproximadamente unos 8 m antes del fondo hay una repisa con 2 continuaciones que se vuelven a unir en la base del pozo (cota -48), donde se accede a una amplia pero corta galería que se cierra colmatada de sedimentos finos. La sima es de roca negra y atraviesa vetas y bancos de calcita blanca muy bonitos. Hay huellas de inundación periódica que indican que en fase de carga las aguas pueden ascender hasta la base del pozo de entrada (cota -18), inundando completamente las partes inferiores de la sima. Ello sugiere un cambio de litología a partir de los 50 m de profundidad, con dificultades de infiltración en la serie inferior, atravesada sólo por pequeños conductos.

Volviendo a subir a la cota -18, hay una tercera continuación en sima, con rumbo Sur. Esta se inicia en rampa vertical (con muchos lenares inversos en la bóveda) y nueva rampa muy pendiente hasta el inicio de otra vertical aérea, por lo que todo el recorrido requiere cuerda. La sima sigue inicialmente una diaclasa de 2 m de ancho pero en el pozo final se amplía hasta tener un diámetro de 15 x 6 m. Este tramo aéreo tiene 22 m de desnivel, pero en total la vertical es de 32 m. A media altura del pozo reaparece el curso de agua a través de un pequeño agujero en la pared, formando una cascada. La base es una sala o amplia galería de 15 m de largo, con suelo de sedimentos. El agua se pierde en sumidero impracticable contra una pared en la cota -50 m. El desarrollo total de galerías es de 160 m. La cavidad drena hacia la surgencia de Atxulegi, situada estratigráficamente por debajo de las calizas negras descritas, en calizas grises

claras del Dogger.

Ulizar 1.

Es una pequeña sima, con boca de 2 x 1 m. Un escalón vertical de 2 m, con suelo en rampa de fuerte pendiente, prosigue en diaclasa vertical otros 5 m más (cota -10) hasta tornarse impracticable por estrecha. Un hilo de agua, producto de filtraciones en el lapiaz superior, desaparece en su fondo. El desarrollo total es de 14 m.

Ulizar 2.

Está a escasos 10 m y por debajo de la pista que asciende por la cresta del estribo de Urialde hacia Ulizar, en la cota 690. La boca de la sima alcanza 5 m de diámetro y -8 m de desnivel. Pero puede descenderse destrepando en escalada por un costado. En la base sigue una corta galería descendente que describe un giro y se estrecha hasta colmatarse por bloques y hojarasca. Presenta también un nicho colgado, con espeleotemas, que se cierra en chimenea. El desarrollo total es de 16 m y el desnivel -12 m. Las calizas son claras, margosas y disgregables, atribuibles al Dogger. Probablemente el sector drena hacia la surgencia de Anzolaga, situada más baja estratigráficamente, pero también cabe la posibilidad de que las aguas infiltradas deriven al E hacia salidas difusas en el cauce del arroyo de Asumeta.

Anzolaga surgencia.

Constituye el origen del arroyo de Anzolaga ya que el talweg de dicho valle está seco por encima del aporte de esta surgencia. El agua sale de un manantial a través de un plano de estratificación y forma una sucesión de cascadas de travertino, con crecimientos intercalados de algas, a lo largo de 40 m de desnivel. La boca de la surgencia tiene 1 m de ancho pero hay apenas un exiguo espacio con aire (10 cm) y enseguida sifona. El caudal es del orden de 5 l/s. Por su posición alta parece drenar una lente aislada de calizas y margocalizas del estribo de Urialde.

4. URGONIANO NAVARRO. SECTOR NE RIO ARAXES.

Comprende el extenso afloramiento calizo del monte Urkita o Pagota (858 m.snm). Las calizas compactas Urgonianas aparecen al W del collado de Unaungarate y se extienden sobre las zonas altas y el flanco que desciende hasta el valle del Araxes.

Sobre la ladera NE, que da al valle de Orexaran, las calizas están limitadas a la cresta y zonas altas, por encima de la cota 700 m. En esta zona observamos pequeños abrigos y fracturas en la base de pequeñas paredes, pero no cavidades. La caliza está -superficialmente- finamente fracturada y en algunos lugares presenta estratificación delgada e intercalaciones de margas. Por debajo de las calizas la ladera NE presenta extensos canchales sobre terrenos del Weald.

La zona de cumbre forma una cresta de fuerte pendiente sobre ambos flancos y la caliza está finamente fisurada en superficie, con canchales formados por gelifracción y/o desagregación superficial. El lapiaz es escaso y la escorrentía parece predominante. Sobre todo el flanco W las calizas se extienden desde la cumbre hasta el fondo del valle del Araxes. El buzamiento es paralelo a la pendiente (unos 40° hacia el SW). Aunque la caliza aflora sobre grandes extensiones desnudas, a veces disgregada a expensas del diaclasado superficial, existen canales de roca y superficies compactas que evidencian una escasa infiltración.

Sobre la ladera SE la caliza también ocupa sólo la parte alta, aunque hacia el S va descendiendo hacia las cotas 650-600 y hacia el W baja hasta el talweg del Araxes. En estas laderas los terrenos de la parte media y baja son margosos, con la excepción de dos islotes calcáreos compactos: un espolón rocoso al SE en Agoaki y otro al S en Malloa, ya en la parte baja del Araxes.

Nuestra impresión es que el afloramiento del monte Urkita, aunque extenso, es poco potente, se adelgaza hacia el S y presenta intercalaciones de margas. Esto, unido a que el buzamiento SW es paralelo a la ladera que desciende hacia el Araxes, con similar inclinación (unos 40°), parece haber dificultado la karstificación de las calizas en profundidad. A pesar de las detalladas prospecciones no han sido encontradas cavidades, excepto tres minas que describiremos a continuación.

Minas de Burusburu.

Sobre el valle del Araxes, a unos 200 m al S del segundo túnel de la carretera, se abren 2 bocas en la base de la ladera de Urkita. Se trata de dos galerías de mina, que exploramos por si presentaban algún detalle de interés. La primera de ellas tiene una charca de agua en la entrada (pasable en oposición) y describe un recorrido sinuoso de unos 50 m. La segunda es rectilínea, de 20 m de largo. Ambas tienen pequeñas estalactitas de calcita, goteos y sedimentos

arcillosos finos, rojo-anaranjados, ricos en óxidos e hidróxidos de hierro (goethita). Parece tratarse de minas de prospección para la búsqueda de hierro. En el interior de las minas se observan algunas pequeñas vetas de limonita. La roca-caja es caliza-margosa, en algunas partes disgregable. La posición de las minas muestra que en este sector termina la caliza compacta de Urkita, siendo la parte baja y S de este monte predominantemente margosa, con lentes aisladas de caliza Urganiana compacta (como los que se observan en Malloa y Agoaki, o en los espolones prospectados en la margen opuesta, en Sagaskin, Urdanizeta y Olaetxea).

Una tercera mina (prácticamente cantera o mina a cielo abierto) se encuentra a 200 m de desnivel sobre el fondo del valle (cota aprox. 400 m.snm), entre Illaratzu y Burusburu. Forma un amplio boquerón, visible desde la carretera y con una pista que llega hasta su boca. Aunque la boca es amplia (30 m de alto por 8 m de ancho), apenas profundiza 20 m. Se aprecia que sigue una diaclasa (tal vez una veta de mineral) y actualmente finaliza en derrumbe.

5. URGONIANO NAVARRO. SECTOR SW RIO ARAXES.

Es la continuación del afloramiento anterior. El Urganiano de Urkita prosigue al otro lado del valle del Araxes (margen izquierda) formando una alineación de afloramientos compactos que la erosión de los valles afluentes ha diferenciado en el relieve como espolones más o menos prominentes. Debido a que el buzamiento es similar a ambos lados del valle (40° hacia el SW) la caliza de este sector ocupa una posición estratigráfica más alta en la serie que la de Urkita y forma lentes arrecifales donde la estratificación es menos discernible. La base de los afloramientos está en continuidad, como se aprecia en las cavidades exploradas.

Por otro lado, debido a que las calizas de este sector ocupan una posición topográfica baja (hasta la cota aprox. 350-400 m.snm), el drenaje superficial de los terrenos impermeables (areniscas, margas y lutitas Supraurgonianas) de las partes superiores de las laderas es capturado, total o parcialmente, al alcanzar las calizas. En el sector son conocidas 9 cuevas, dos de ellas sumideros de relativa importancia.

En el relieve destacan de N a S tres espolones: Sagaskin, Urdanizeta y Olaetxea; los cuales son atravesados por los valles transversales de Sagaskin y Urdanizeta. Durante las prospecciones, verificamos que las calizas terminan en la cota 250 m.snm. sobre el fondo de los valles y aprox. a 350 m sobre los espolones. Al S del último espolón, el valle de Olaetxea constituye el límite S de los afloramientos navarros de Otsabio. Frente a este último espolón, sobre la margen derecha, se encuentra el de Malloa, el más meridional del Urganiano de Urkita.

Sagaskin 1.

Tras pasar la casa de arbitrios hay un tramo de 700 m donde no afloran calizas en la margen izquierda del Araxes, pero luego reaparecen (a 350 m al sur de la muga Gipuzkoa-Navarra) y alcanzan la cota 350 m.snm. sobre varios prominentes espolones en ese flanco.

El primero de ellos se denomina Sagaskin y localizamos en él 4 cavidades, la última de ellas en el vallecito que separa Sagaskin de Urdanizeta.

Sagaskin 1, está situada sobre el estribo en la cota 310. Es una cueva-túnel con dos bocas. Su galería principal es de 14 m, pero tiene pequeños laterales con una tercera boca comunicada por grietas (pasa la luz) a +2 sobre la principal. También sobre ella hay un tubo vertical de 2 m. Consideramos el conjunto como una única cavidad, con un desarrollo de 32 m y -6 de desnivel.

Sagaskin 2.

Está situada a unos 15 m al W de la boca 2 del Sagaskin 1. Es una cuevita de sólo 4 m de desarrollo. En todo el estribo hay lapiaz, con numerosas oquedades menores, que no catalogamos.

Sagaskin 3.

Se encuentra bajando hacia el valle de Sagaskin, cerca de su talweg. Está situada en la base de una pared y tiene una boca amplia con artedi (cerco de piedras, para guardar a las ovejas). La boca da paso a un amplio salón de suelo plano, con una galería que prosigue hasta completar 42 m de desarrollo. Su localización, a 30 m sobre el arroyo del vallecito, hacen del sitio un lugar ideal como refugio, por lo que puede tener interés realizar una prospección arqueológica en los sedimentos de la sala de entrada.

Sagaskin 4.

Está situada en el talweg del vallecito (cota 230 m.snm), a escasos 20 m sobre un canal que circula en paralelo al Araxes, y a un lado del arroyo (el valle es hidrológicamente activo) que baja por él. Posee una pequeña boca-gatera que actúa como sumidero temporal en aguas altas. Tras pasar un segundo paso estrecho, sigue en galería hasta una sala

de 4 m de diámetro, donde una rampa de barro de fuerte pendiente desciende -7 m, es decir, bastante por debajo del curso de agua epígeo. Es probable que en crecidas se infiltre en la cavidad gran parte del caudal del arroyo. La galería colectora finaliza obstruida por sedimentos. El desarrollo total es de 25 m.

Urdanizeta 1.

Se encuentra en el talweg del valle de Urdanizeta (cota 250 m.snm). Tras prospectar los flancos localizamos en el fondo del valle, en su margen izquierda, una gran boca de cueva-sumidero que se abre en la base de una pared. Esta boca tiene 15 m de ancho (y 2.5 m de alto) y da paso a un salón descendente de 46 m de largo x 15 m de ancho y techo a 6 m de altura.

La cueva es el sumidero del arroyo que recorre el fondo del valle. Tras los bloques de entrada el suelo es limpio, de grandes cantos rodados, con algunos troncos que indican la entrada periódica de un fuerte torrente. La sala prosigue en galería de techo bajo y luego se amplía en conducto de 2 m de diámetro, con cantos rodados y formas de erosión. Tras un escalón destrepable de -2.5 m finaliza en tapón de sedimentos. El desarrollo total es de 104 m y el desnivel de -28. Topografiamos la zona final de la cueva con rapidez, ya que en caso de lluvia la cueva puede ser una trampa mortal y, precisamente, el día de su exploración estaba cubierto, con probabilidad de tormentas.

En otras exploraciones verificamos que el arroyo del valle de Urdanizeta lleva un caudal medio de unos 20 l/s. Este curso de agua drena en dos ramas (Urdanizeta y Artiza) una cuenca superior sobre terrenos impermeables de cerca de 1 km². En plena sequía lleva muy poca agua y ésta se infiltra donde el cauce alcanza el afloramiento calizo, unos 50 m antes de la boca de la cueva-sumidero. Pero en época normal o lluviosa el río epígeo es capturado y circula por la galería de la cueva, con varios puntos de sumidero en su recorrido. En eventos de crecida el torrente es muy caudaloso e inunda completamente la galería terminal.

Urdanizeta 2.

En la margen derecha, frente a la boca de Urdanizeta 1, a unos 5 m por encima del nivel del talweg y a unos 20 m escasos de distancia de Urdanizeta 1, se encuentran dos cuevitas que denominamos Urdanizeta 2 y 3. Urdanizeta 2 consta de una galería seca, de 10 m de desarrollo, con una sima final de -3 m terminada en tapón de arcilla.

Urdanizeta 3.

Situada al lado de la anterior forma una cuevita sinuosa y descendente de apenas 5 m de desarrollo y -1 m de desnivel. Ambas cuevas están en la margen derecha del valle de Urdanizeta, sobre el flanco del estribo de Olaetxea.

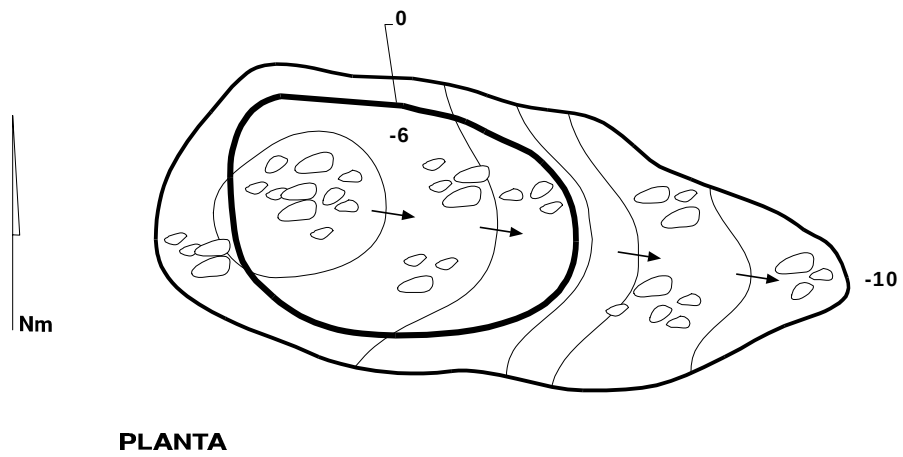
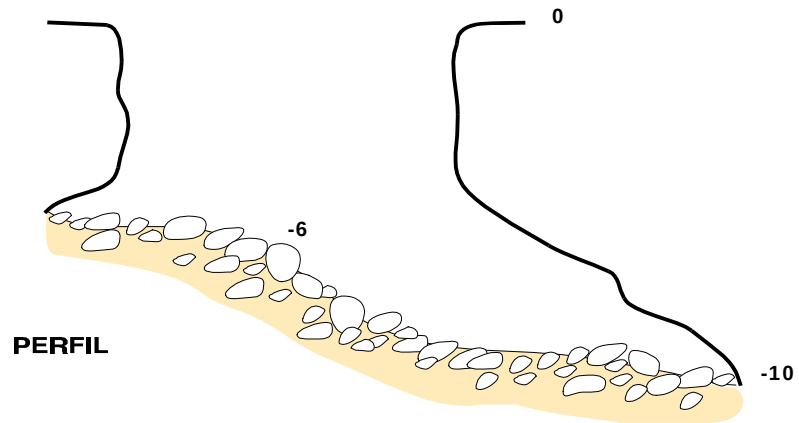
Olaetxea 1.

La colina o estribo de Olaetxea (440 m de altitud) está situada en la margen izquierda del Araxes, frente al espolón de Malloa, y al Sur del estribo de Urdanizeta. La parte calcárea forma una aguda y prominente cresta, con varias paredes y canchales hacia el valle del Araxes. En su parte alta central tiene un pequeño col situado al S de la cumbre principal, en la cota 400 m.snm. Aquí encontramos una cueva horizontal de 33 m de desarrollo. Está justo en el col, en su cara S, a unos 50 m al E de la borda de Olaetxea, y levemente más alta. La llamamos Olaetxea 1. Tiene una boca de 4 m de ancho x 1.6 m de alto y forma un vestíbulo seco, de techo y suelo planos, de 12 m de largo; de éste parten dos pequeñas galerías (de 9 y 5 m) con pequeños laterales y algunas espeleotemas. Se trata de una cavidad fósil y por su situación en la parte alta de la colina y sus características de abrigo protegido, podría contener vestigios de interés arqueológico, por lo cual valdría la pena su prospección en este sentido.

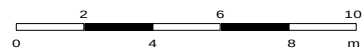
Olaetxea 2.

Tras topografiar la cueva anterior revisamos la parte alta y flancos de la cresta. Sobre el flanco NE, en la cota 330, localizamos la sima de Olaetxea 2, de -15 m de desnivel. Es un tubo vertical oval (de 4 x 5 m de diámetro) que en su base forma un túnel para salir de nuevo al exterior en la base de una pared vertical.

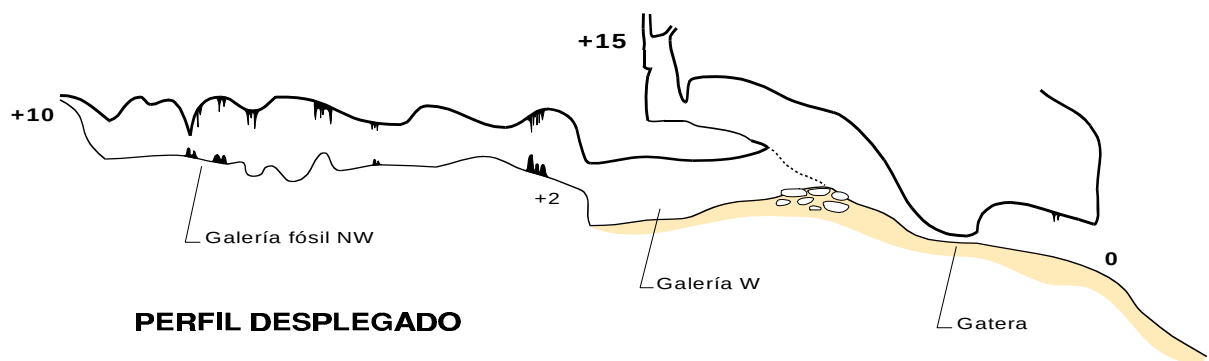
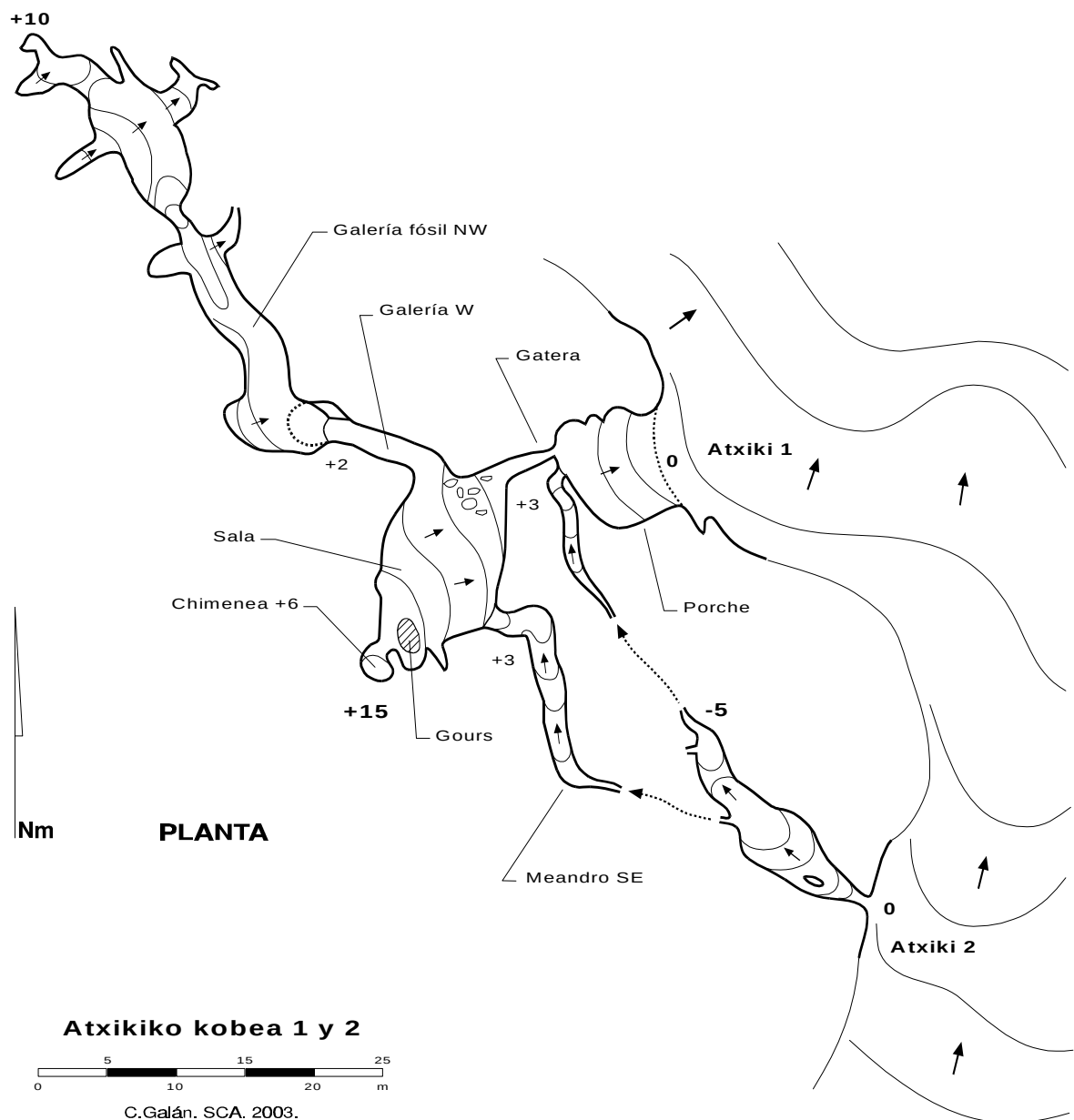
A lo largo de la cresta, tanto hacia el NW como el SE, hay numerosos ejemplos de diversos tipos de lapiaz, pero no observamos cavidades. Hacia el SW el afloramiento de caliza termina enseguida, dando paso a materiales detríticos Supraurgonianos.

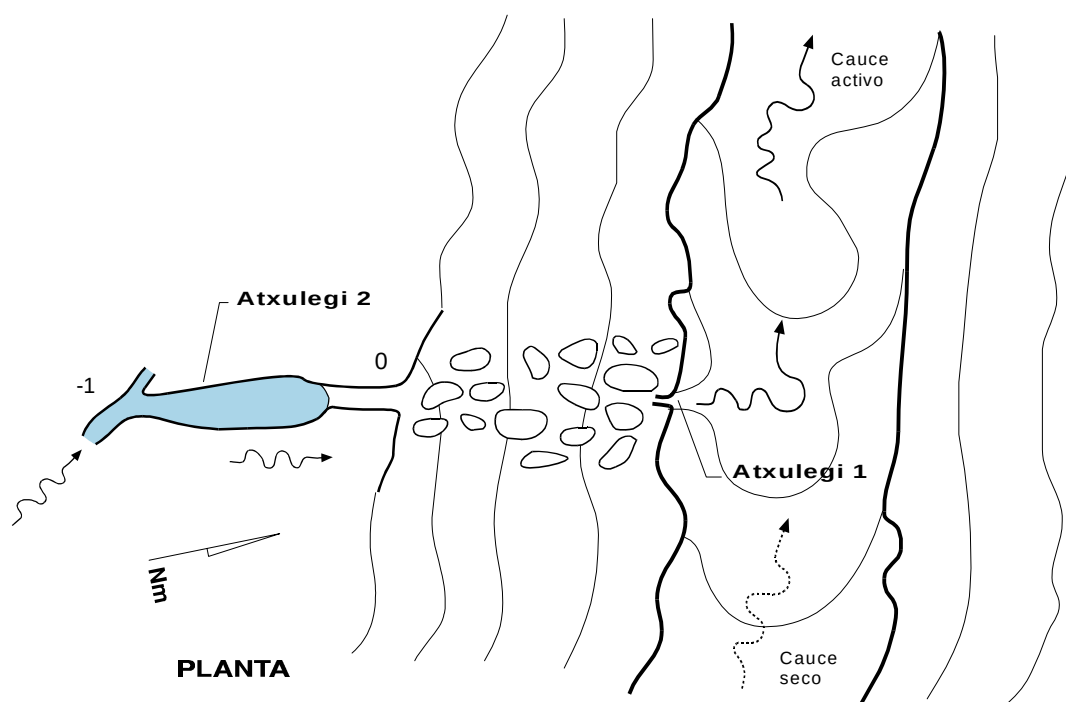
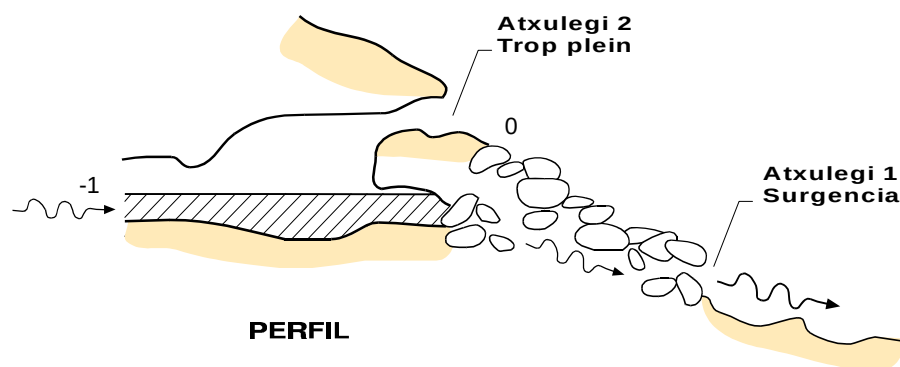


Elordiko leizea

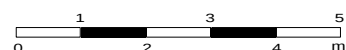


C.Galán. SCA. 2002.

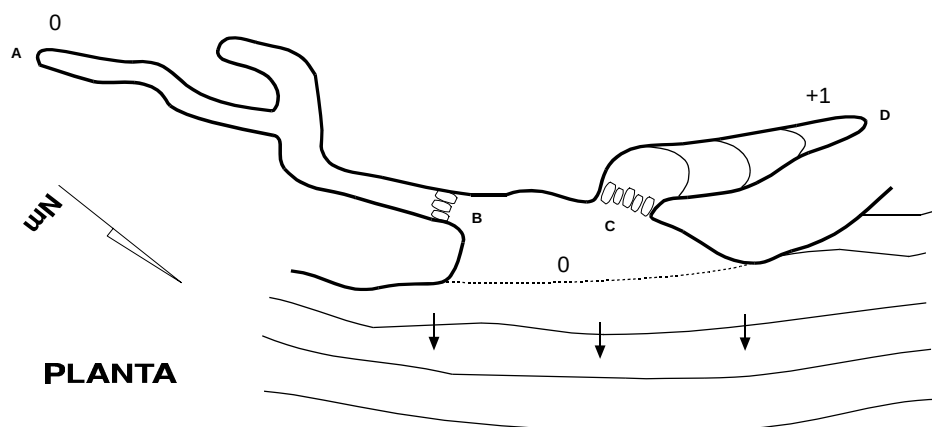




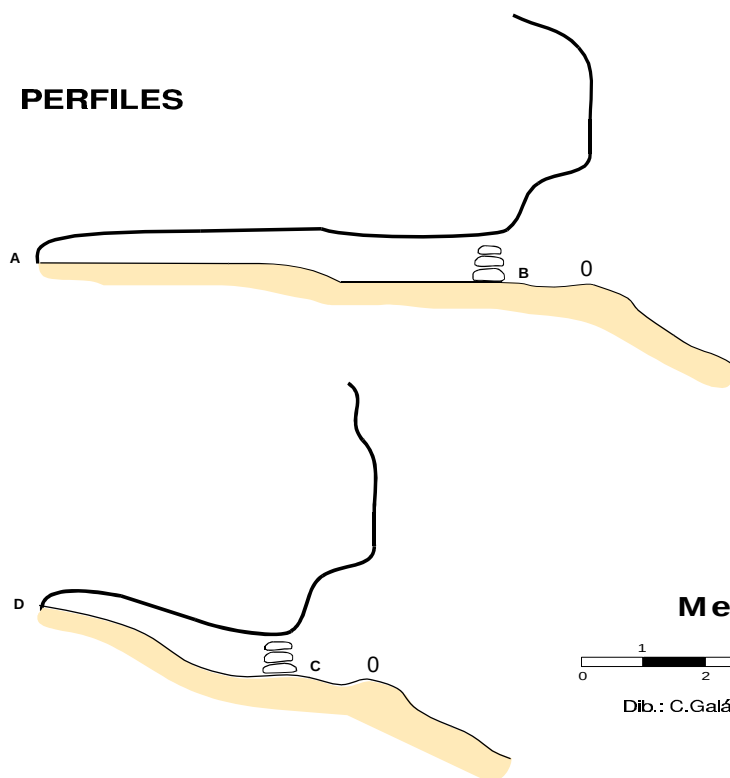
Atxulegi 1 y 2



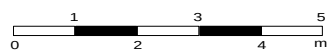
Dib.: C. Galán. SCA. 2003.



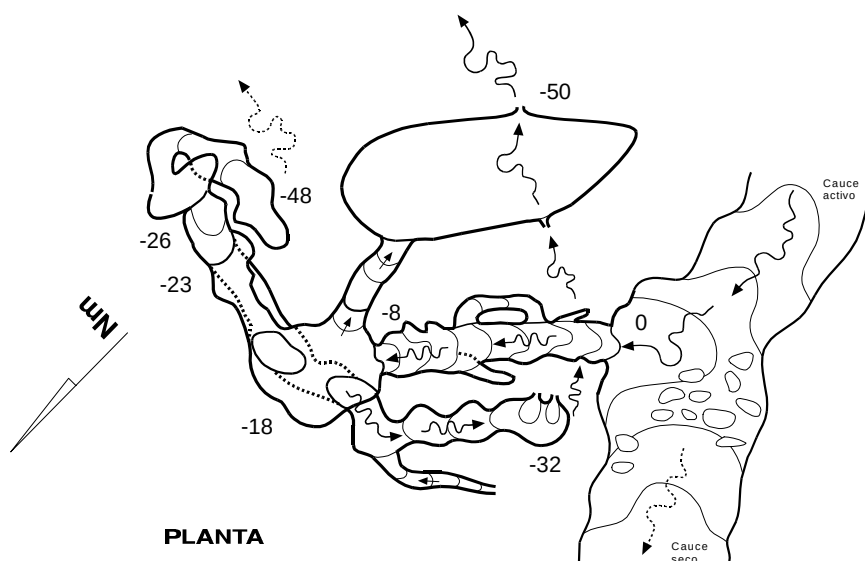
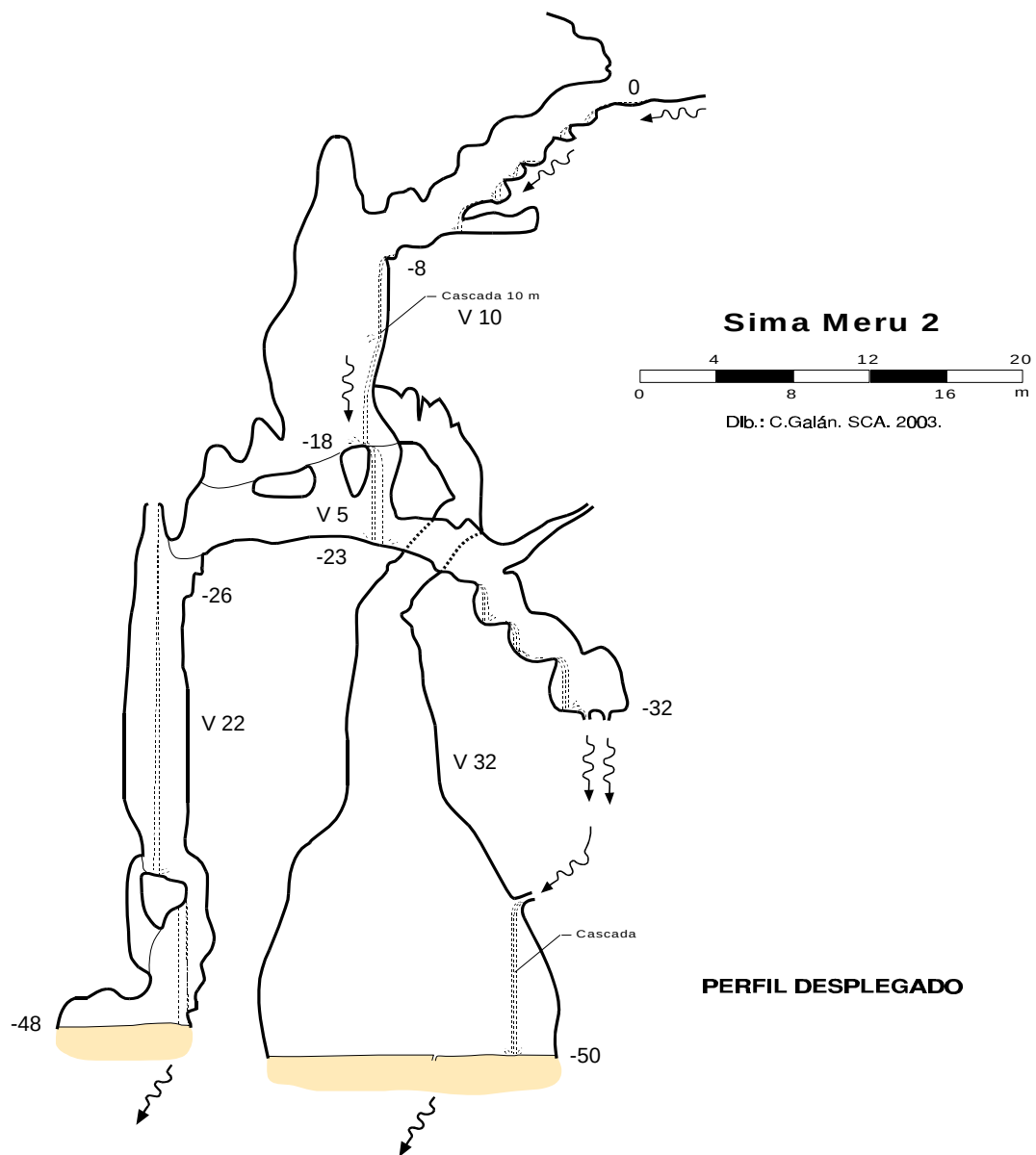
PERFILES

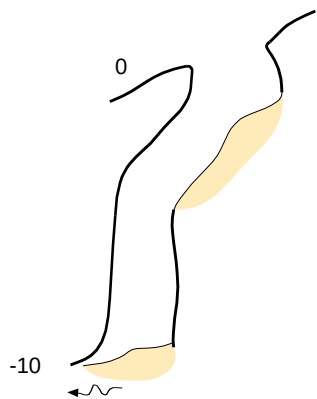


Meru 1

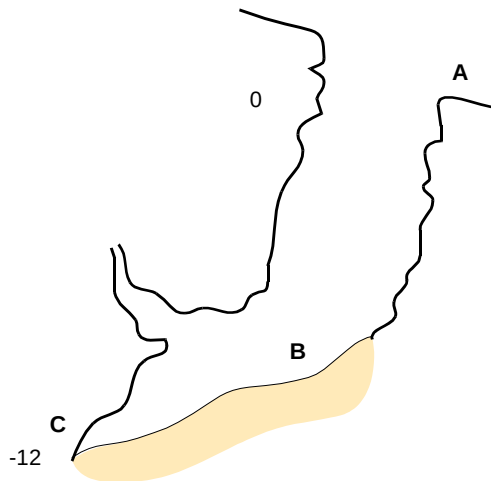


Dib.: C.Galán. SCA. 2003.

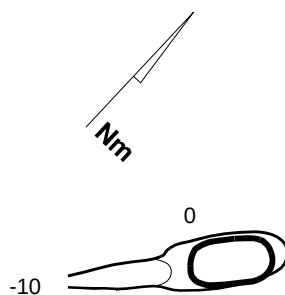




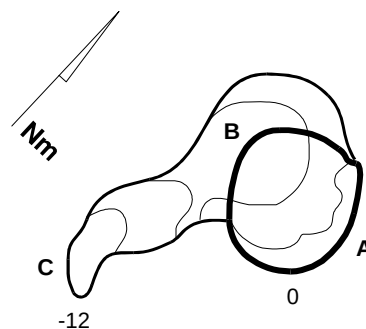
PERFIL



PERFIL

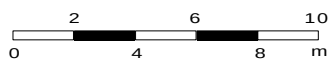


PLANTA



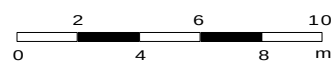
PLANTA

Ulizar 1

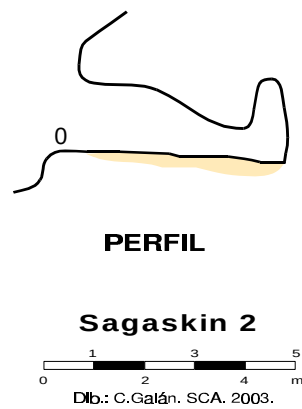
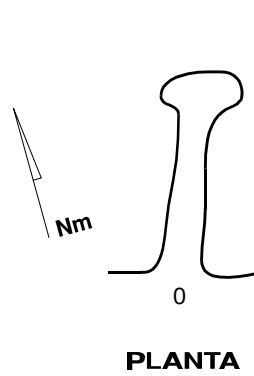
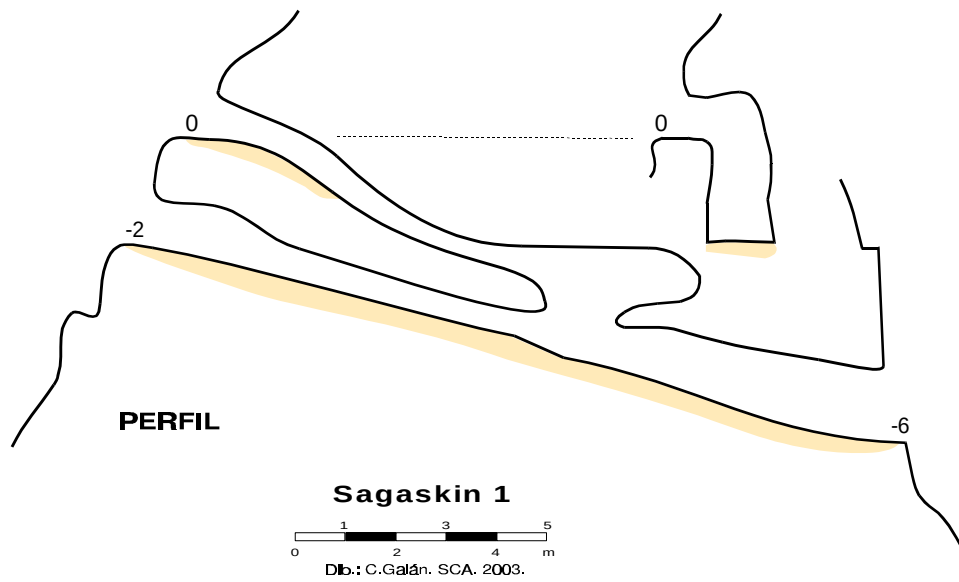
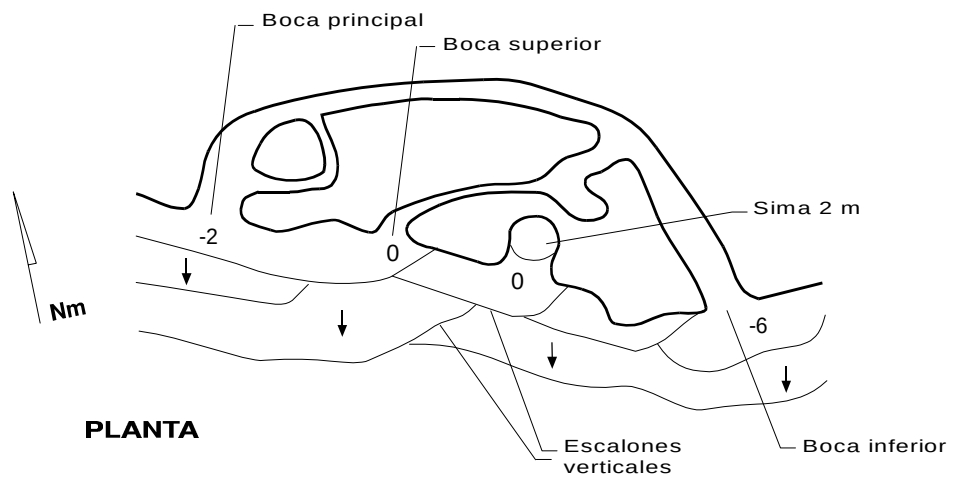


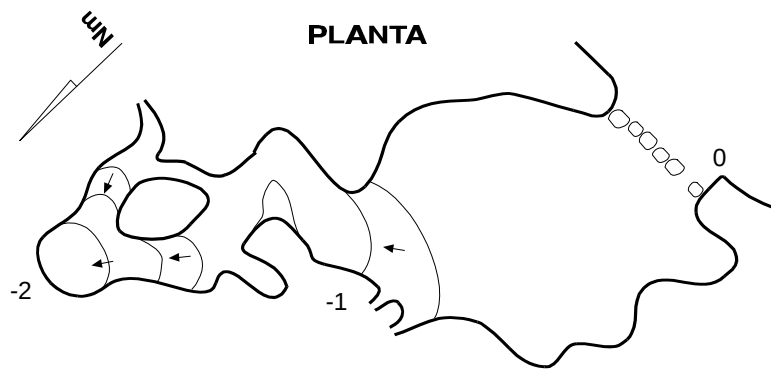
Topografía: Feli García, Marian Nieto & C.Galán.
Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Marzo 2004.
Desarrollo: 14 m. Desnivel: -10 m.

Ulizar 2



Topografía: Feli García, Marian Nieto & C.Galán.
Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Marzo 2004.
Desarrollo: 16 m. Desnivel: -12 m.

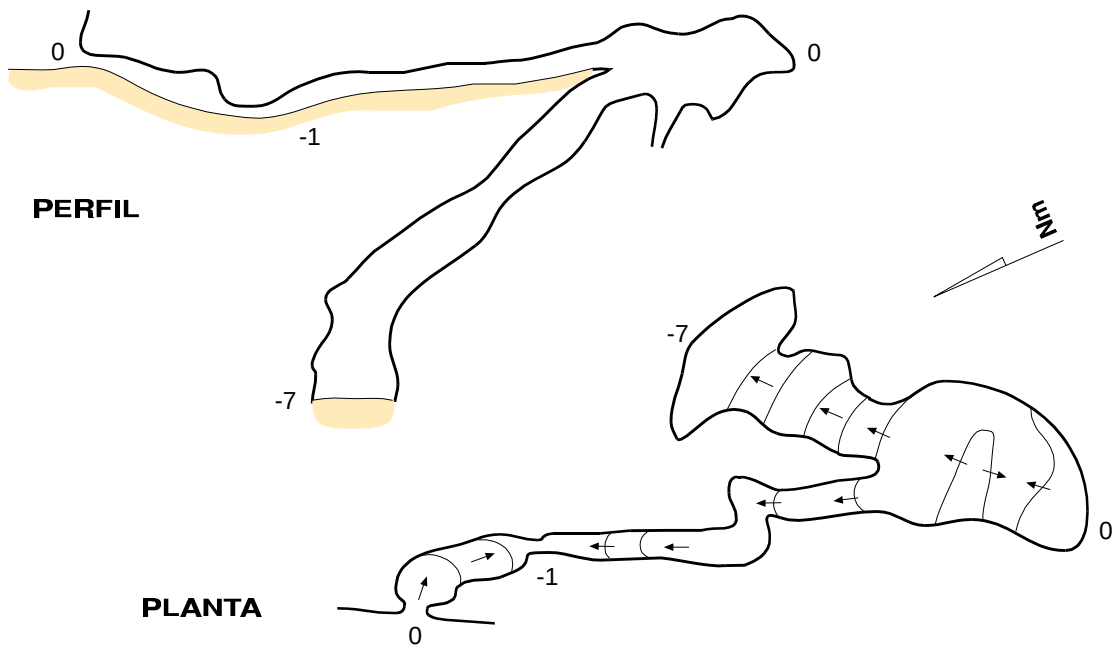
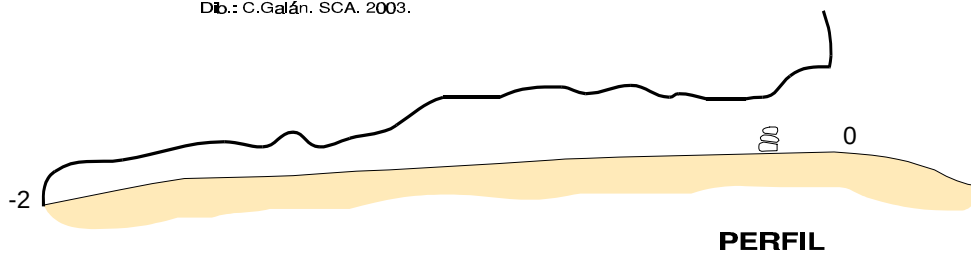




Sagaskin 3

0 2 4 6 8 10 m

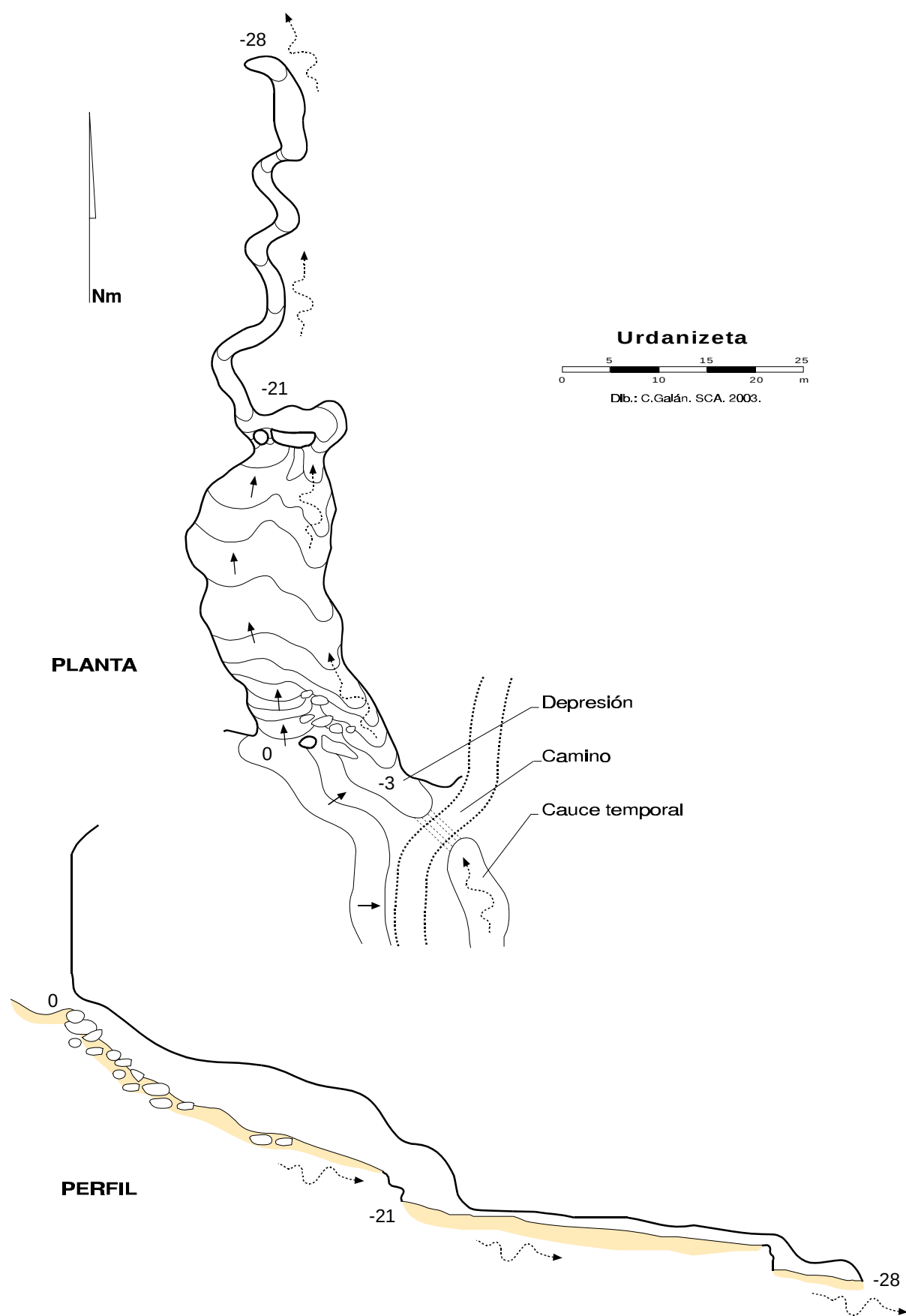
Dib.: C.Galán. SCA. 2003.

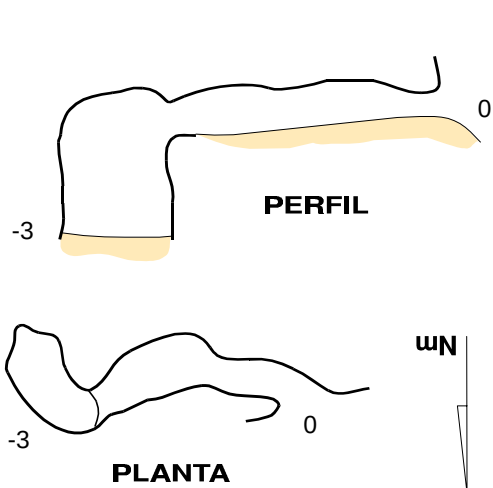


Sagaskin 4

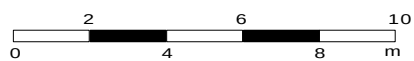
0 1 2 3 4 5 m

Dib.: C.Galán. SCA. 2003.

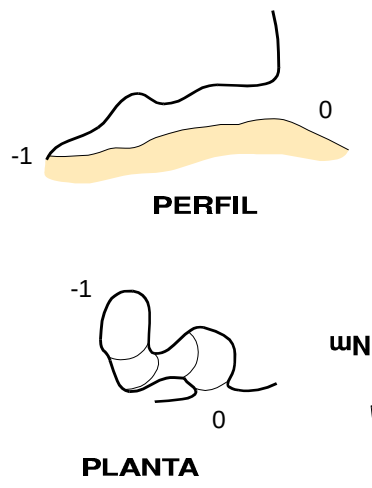




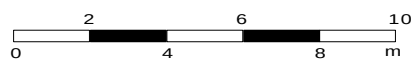
Urdanizeta 2



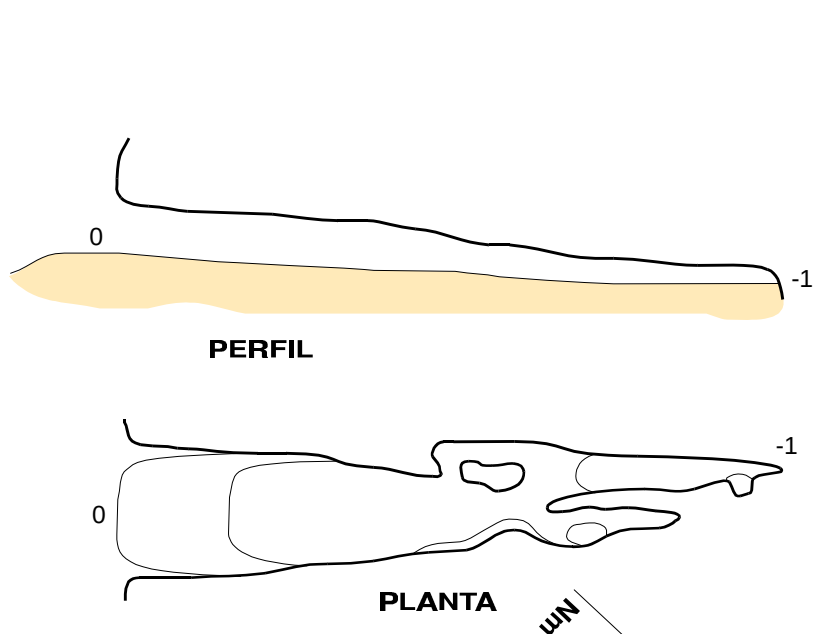
Topografía: J.Laskibar, N.Del Cura, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Febrero 2004.
 Desarrollo: 10 m. Desnivel: -3 m.



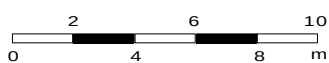
Urdanizeta 3



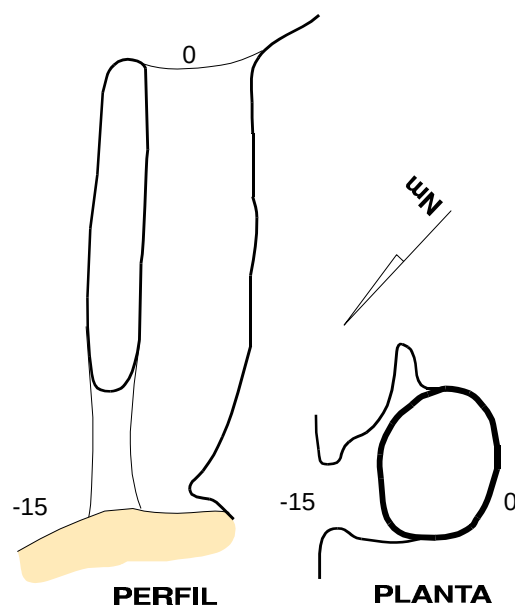
Topografía: J.Laskibar, N.Del Cura, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Febrero 2004.
 Desarrollo: 5 m. Desnivel: -1 m.



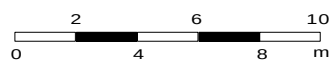
Olaetxea 1



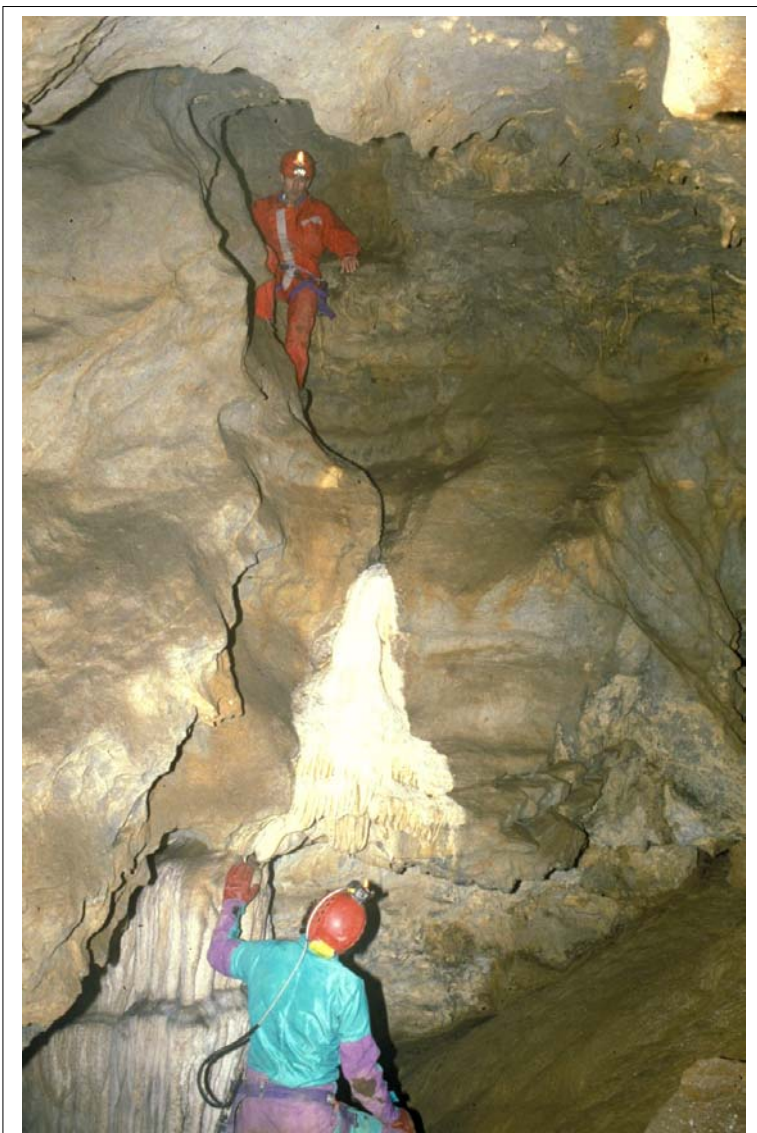
Topografía: J.Laskibar, N.Del Cura, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Febrero 2004.
 Desarrollo: 33 m. Desnivel: -1 m.



Olaetxea 2



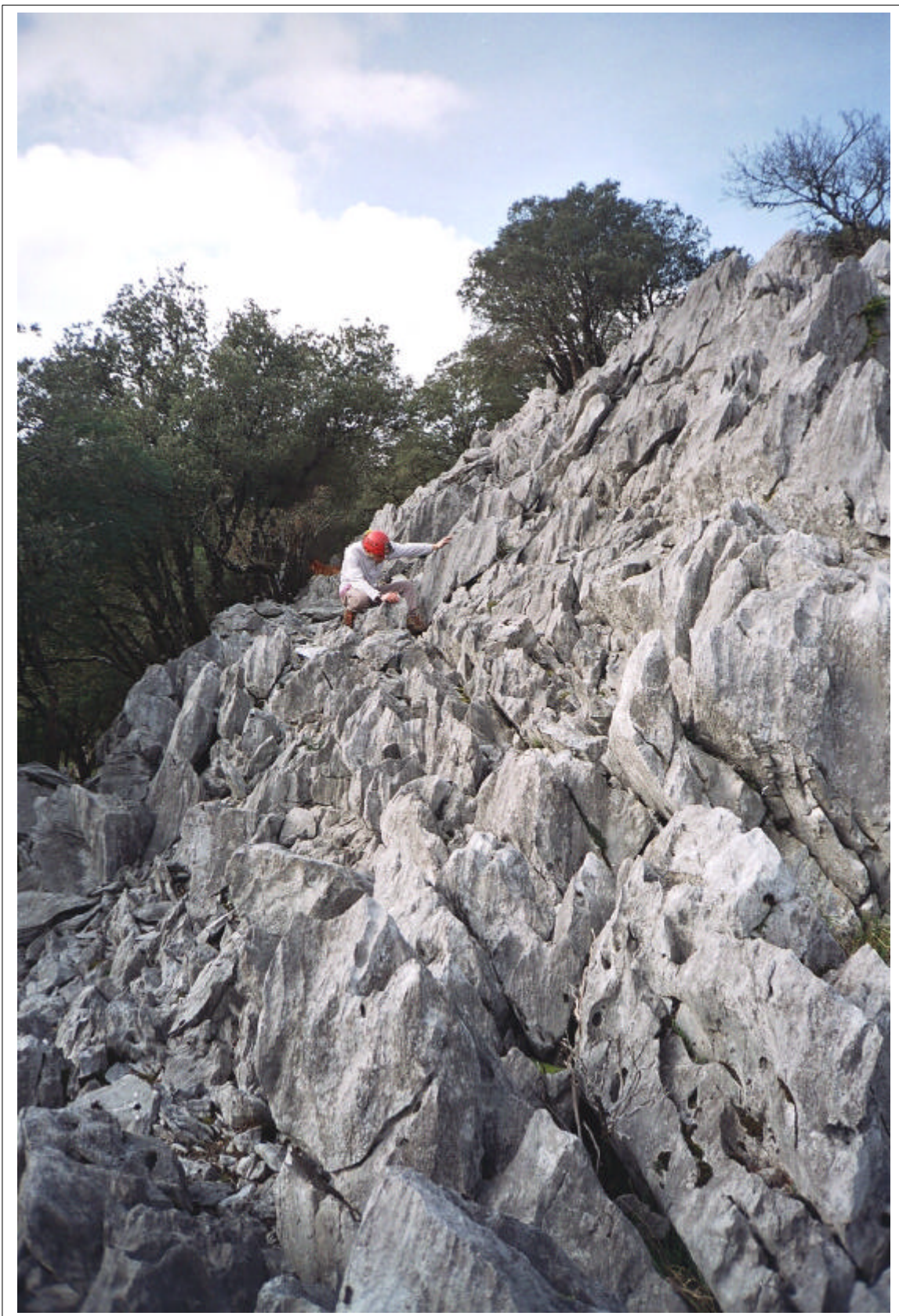
Topografía: J.Laskibar, N.Del Cura, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Febrero 2004.
 Desarrollo: 21 m. Desnivel: -15 m.



Cueva de Atxiki. Arriba: Escalada a galería superior. Abajo: Topografiando la cavidad.



Calizas urgonianas en el flanco S de Otsabio, cantera de Arterreka.
En la foto superior se aprecia el buzamiento en la parte izquierda.



Prospección en el lapiaz de la cresta de Sagaskin.



Cueva de Olaetxea. Boca y galería principal.



Boca de la cueva-sumidero de Urdanizeta.



Sima Leizegazto 2. Dos aspectos de la boca de acceso.



Cueva de Otsabio 1 o Austokieta. Salón central. Nóteses la estratificación delgada.

6. URGONIANO GIPUZKOANO. SECTOR NE RIO ARAXES.

Los afloramientos Urgonianos al NE del Araxes tienen una extensión continua. Forman una banda de 3 km de largo (desde la muga con Navarra en el monte Urkita hasta las proximidades de Lizartza e inicio del valle de Orexa) y 250 á 700 m de ancho (entre prácticamente la línea de cresta y el fondo de valle), la cual prosigue en la margen izquierda

La disposición de las calizas recifales es la de un afloramiento atravesado por un valle sinuoso SE-NW. El talweg del río constituye el nivel de base local para las calizas situadas en sus flancos. En general, los buzamientos son SSW y medios a altos, de 30° a 60°. Esta disposición condiciona la hidrogeología y karstificación de las mismas. Los flancos del sector NE (margen derecha del Araxes) tienen buzamientos de similar sentido al de la pendiente topográfica, con corte de bajo ángulo, disposición ésta que favorece la escorrentía superficial y una somera infiltración, aunque la superficie esté karstificada con lapiaz. Las fuertes pendientes y la gelifracción facilitan la desagregación superficial de las calizas, generando bloques clásticos que forman extensos canchales, tal como se observó en los reconocimientos efectuados a lo largo de la cresta y laderas S-SW de los montes Narbaitzu, Malkorko Gañe y Gaintoki. En la cantera de Narbaitzu se aprecian dos grandes escalones de caliza muy compacta, en la parte basal, con lapiaz limitado a los 5 m más superficiales del afloramiento. Los cortes de la cantera totalizan unos 150 m de desnivel y muestran unos 100 m de potencia de la serie, con calizas muy compactas. Hacia el SE el afloramiento Urgoniano se torna progresivamente más extenso y potente, pero con cambios verticales de facies que incluyen calizas margosas. En el flanco Sur de los montes Narbaitzu y Malkorko Gañe, la zona es también de fuertes pendientes, y la caliza está muy fracturada, con lapiaz y canchales, pero no han sido encontradas cuevas. Hacia la parte baja de Gaintoki existen varias paredes seguidas de canchales que llegan hasta el fondo del valle. En la base de una de ellas, a unos 40 m de desnivel sobre la carretera, encontramos la única cavidad del sector, la cueva de Illaratzu.

Se estima que las aguas infiltradas en las calizas del sector surgen de modo difuso a lo largo del talweg del Araxes, ya que no son conocidas surgencias apreciables.

Illaratzuko koba.

Se localiza en la base de una pared vertical de unos 30 m de altura a la que se puede subir desde la carretera que recorre el valle a través de una pedriza o casajera cubierta con vegetación de encinar. La cueva se localiza a 150 m al NNW de la casa de arbitrios situada a su vez a unos 300 m al NW de la muga Gipuzkoa - Navarra. La boca tiene 4 m de diámetro pero la cueva es de muy corto desarrollo. Tiene tres niveles superpuestos, de unos 7, 8 y 7 m de largo, respectivamente. Para alcanzar los superiores hay que trepar un escalón de +3 m. La cueva es seca y tiene abundantes coladas de calcita y travertino con gours secos. En uno de esos gours del nivel superior colectamos restos óseos humanos (huesos y dientes) de época prehistórica (psb. Neolítico, aprox. 4 mil años AP). El suelo en que está el gours es una colada de travertino que carece de relleno sedimentario. La cavidad carece de actividad hídrica en la actualidad. Los restos óseos parecen haber sido depositados en ese punto intencionadamente (enterramiento secundario) y presentan la misma coloración que las cristalizaciones que tapizan el fondo del gours. No obstante, existe una boca superior (de 1-1.5 m de diámetro) colgada en la pared a unos +8 m sobre la de Illaratzu. Existe por tanto la posibilidad de que algunos restos hayan podido ser lavados durante las lluvias desde la cueva superior a la inferior, ya que ésta última presenta prolongaciones ascendentes, cegadas por espeleotemas. La revisión de la boca superior es una tarea pendiente, que requiere escalada artificial o bien un complicado acceso descendiendo lateralmente desde el borde superior de la pared.

7. URGONIANO GIPUZKOANO. SECTOR SW RIO ARAXES.

Es la continuación SW del sector anterior. Los afloramientos de calizas Urgonianas se extienden a lo largo de la línea de cumbres de la cresta de Otsabio - Lapar mendia hasta las zonas de Leizegazto, Zinzarrola y Añi, en la muga con Navarra, y entre el valle del Araxes y el valle del arroyo Jaizkugañe. Las áreas calizas son más extensas en el flanco N que en el S, ya que el afloramiento se adelgaza y pierde potencia hacia el S y SE. Los afloramientos Urgonianos poseen calizas recifales y estratificadas, con intercalaciones de calizas margosas y lutitas en compleja disposición.

El dispositivo estructural es monoclinal, con buzamiento medio de las capas de 45° hacia el SW, pero con variaciones locales. En general, los buzamientos en las calizas son SSW y medios o altos, de 30° a 60°. En la parte oriental varias fallas oblicuas SW-NE complican la estructura. El extremo NW presenta un sinuoso trazado en su contacto con materiales del Weald, donde las calizas muestran estratificación con buzamientos acentuados de 70°

hacia el SSE. Los cuerpos recifales más compactos y potentes se presentan en la parte nor-central del flanco N y flanco SW de Lapar mendia hasta la cantera de Arterreka. Un paquete margo-arcilloso de 100 m de espesor separa hidrológicamente ambos afloramientos. El del N, más extenso, está afectado por muchos otros cambios menores de facies, laterales y verticales.

Este afloramiento N, entre la cresta de Otsabio y el fondo de valle del Araxes, tiene una extensión longitudinal NW-SE de 4-5 km y una anchura de 1,2 km entre Otsabio y el valle (al S del manantial de Insalus). El desnivel máximo entre la zona de cresta y el nivel piezométrico es del orden de 600 m. Hacia el SE, el afloramiento de calizas se adelgaza y pierde potencia, ocupando sólo la mitad inferior de los flancos del valle del Araxes. La zona donde se encuentra el manantial de Insalus es un punto particularmente complejo, ya que coincide la punta extrema de una estrecha banda cabalgante de materiales Triásicos y Jurásicos, con un acuífero del Weald en contacto a su vez con el límite N de las calizas Urganianas. Este punto constituye la cota de borde más baja del afloramiento Urganiano N y el carácter sulfatado de las aguas de Insalus hace suponer una surgencia profunda. Las aguas infiltradas circularán preferencialmente a expensas del buzamiento o verticalmente, directamente hacia el nivel piezométrico, con una probable zona inundada extensa y poco accesible a la penetración humana. Las aguas subterráneas, condicionadas por su estructura y carga hidráulica, deben entrar en contacto en profundidad con las margas yesíferas del Keuper, adquiriendo de estas rocas su alto contenido en sulfatos.

El afloramiento S es más sencillo y menos extenso, pero también alcanza un desnivel de 600 m entre la cresta en Lapar mendia y el talweg de Jaizkugañe. En este caso el buzamiento, como en el sector NE del Araxes, es paralelo o subparalelo a la pendiente topográfica de la ladera. La lente de caliza recifal ocupa una posición estratigráfica más alta y su potencia es del orden de 200 m. Las aguas infiltradas en esta zona emergen en el manantial de Arterreka, situado en la cota de borde más baja de la unidad, sobre el talweg de Jaizkugañe. El manantial captura además aguas epígeas infiltradas en las calizas procedentes de la cabecera de cuenca, instalada sobre terrenos impermeables Supraurgonianos. Detalles adicionales sobre las distintas zonas serán descritos al tratar de las cavidades que en ellas se encuentran.

Otsabio 1.

La cueva Otsabio 1 ó Austokieta se abre en calizas estratificadas en bancos delgados, pero mientras en la boca son muy arenosas, en el fondo de la cueva son algo más compactas y están plegadas. Tiene una boca de 2 m de diámetro, parcialmente tapada por un gran relleno de hojarasca. Una rampa descendente da paso a un salón, también en declive, que llega a alcanzar 30 m de ancho, 60 m de largo y 8-10 m de altura de bóveda. En la pared derecha según se entra hay un pequeño lateral descendente obstruido. El suelo es un relleno de bloques, con pavimentos estalagmíticos en su parte final. A lo largo del eje del salón hay un gran cono de derrubios, producto de desprendimientos clásticos de la bóveda. La cueva está excavada en calizas arenosas, frágiles y deleznable, con estratificación fina e intercalaciones de lutitas. En el fondo del salón se aprecia un micropliegue anticlinal. El buzamiento general es de 20° y azimut WSW. La boca de la cueva es usada como vertedero por los cazadores (hay toda una fila de torres en la cresta de Otsabio que son puestos de caza para el pase de palomas) y en la zona de entrada hay miles de cartuchos vacíos y otros desechos. Las espeleotemas de su interior, a nivel de las paredes accesibles, han sido destruidas, observándose fragmentos de las mismas sobre las coladas y pavimentos del fondo, donde desaparece un hilo de agua producto de las filtraciones locales.

Geológicamente está situada en la proximidad de un contacto con margas y lutitas suprayacentes del propio complejo Urganiano, que separan el afloramiento N del Araxes (más bajo) del de Arterreka en el flanco S (y estratigráficamente más alto). Esta banda de baja permeabilidad se extiende de W a E a través del col de Austokieta (entre Otsabio y Lapar mendia) y luego se prolonga hacia el SE sobre el flanco N de la cresta.

La cresta propiamente dicha de Lapar mendia posee lapiaz en caliza compacta sobre una extensión de más de 1 km, hasta el collado de Inpernozulo (cota 749 m), donde se acaban las calizas de la parte alta del afloramiento S de Arterreka. Si se sigue la cresta después de Inpernozulo reaparecen las calizas cerca de la cresta, pero en el flanco N, en las zonas de Leizegazto, Kaixiki y Aierra, pertenecientes al afloramiento N.

Al N y NW de Austokieta, las calizas Urganianas del afloramiento N se extienden sobre ambos flancos del monte Otsabio, siendo más arenosas y arcillosas en la parte E y más compactas al W, con diversos ejemplos de lapiaz bien desarrollado a media ladera en el sitio Askata.

Otsabio 2.

La boca de la cueva, orientada al S, tiene una forma rectangular de 2 m de ancho y alto, que enseguida se reduce a 1 m de alto. De ella parte un arrastradero ascendente (1 m de ancho y 30 cm de altura) hasta una leve ampliación totalmente tapizada de cristales de calcita. La cueva prosigue en arrastradero ascendente, impracticable por su débil

dimensión. El desarrollo total es de 7 m y +1 m de desnivel. Esta cuevita se abre en un afloramiento de calizas compactas Urgonianas, en un recodo de la pista que asciende a Otsabio desde Lizartza. Entre éste sitio y la surgencia de Axola, también en un contacto con calizas Urgonianas, afloran areniscas.

Axola iturria.

Al cruzar el barranco de Intzuzki (en cuya parte más baja se encuentra el manantial de Insalus), a 40 m sobre la pista, en la cota 440 m.snm., encontramos una surgencia; su caudal, relativamente abundante para estar tan alto, sale de una cuevita impracticable en calizas Urgonianas. Al lado hay una toma con llave de paso y manguera para llevar agua hacia los caseríos de Asureta. El manantial es llamado Axola iturria.

El agua sale en la base de un afloramiento de calizas Urgonianas a través de una cuevita de 0,5 x 0,2 m, la cual se estrecha y es por tanto impracticable. Parte del agua surgente sigue por un talweg cementado atravesando la pista. El terreno que se observa por debajo de la pista es más arenoso. Suponemos que la cementación de este cauce es para evitar o bien la filtración o bien la erosión del cauce, que baja directamente hasta Insalus.

Insalus iturria.

Es un grupo de manantiales relacionados cuyas características naturales no son apreciables debido a los obras de aprovechamiento que los recubren. Se abren en la cota 160 m.snm. al lado del talweg del Araxes. Sus aguas minero-medicinales son embotelladas y comercializadas por la empresa Agua de Insalus S.A., que tiene una planta en el lugar. Según CARRERAS *et al.* (1987) el caudal medio del conjunto es de 25 l/s, existiendo además salidas difusas intermitentes al cauce del río Araxes. Nuestra impresión es que el volumen surgente global es considerablemente mayor, pero no disponemos de datos de caudales para confirmar este aspecto, aunque fueron solicitados a la empresa que explota el manantial. En el punto geográfico en que se ubica el manantial coincide el frente de cabalgamiento de los materiales Urgonianos con la terminación en cuña de bandas del Purbeck-Weald, Jurásico superior y Trías.

Las aguas sulfatadas-cálcicas tienen una concentración salina variable de entre 500 y 1.000 mg/l, con los valores más altos en épocas de estiaje (CARRERAS *et al.*, 1987). El alto contenido en sulfatos está en relación con la naturaleza del sustrato impermeable, constituido por margas y arcillas yesíferas del Trías.

Antxunbelardiko leizea.

Antxunbelardi es una sima que se abre en calizas recifales masivas, sin estratificación discernible. Está situada en un pinar sobre un estribo que desciende de la cresta de Otsabio, en el sitio de Askata (cota 500 m.snm), relativamente próxima a la gran cantera de Arterrekako Harrobia. La sima es un pozo limpio de -30 m de desnivel. La boca tiene 2,5 m de diámetro y forma circular, con senos y surcos irregulares tipo lapiaz. El pozo vertical, de 30 m, se estrecha y toma forma oval (sección de 2 x 1,5 m) a medida que se desciende. Su fondo, más amplio, se orienta sobre una diaclasa de azimut 170° centesimales, de 5 m de largo, taponada por arcilla y bloques. Las paredes de la sima son limpias, con algunas ampliaciones o repisas, formadas a expensas de diaclasas, a -15 y -20 m. Hidrogeológicamente ocupa el sector más occidental del afloramiento Urgoniano N. Al S y SE de la cavidad hay una pequeña zona de lapiaz que enseguida da paso a la banda de margas y lutitas que separan el sector del de Arterreka.

Leizegazto 1.

El hallazgo de estas simas-sumidero resultó una sorpresa. Tanto por su posición alta en la ladera N, como por sus grandes dimensiones y, sobretudo, porque aportaron datos de interés para comprender la estructura del macizo. Como ha sido indicado las calizas de la cresta de Lapar mendia finalizan en Inpernozulo para dar paso a materiales detríticos. Al E de Inpernozulo el flanco N está surcado por varias fallas transversales SW-NE que se extienden entre la cresta y el valle del Araxes. Las calizas reaparecen en una serie de bloques retraídos diferencialmente, con variaciones de litología en distancias cortas.

En el primer bloque, en la cota 650 m, a escasos 100 m bajo la cumbre de la cresta y a 500 m al SE de Inpernozulo, se han formado en la abrupta ladera dos amplias simas por las que se precipitan en cascada sendos torrentes procedentes de la parte alta.

Las bocas se abren en una zona de contacto entre margas y calizas margosas superiores y calizas compactas inferiores, ambas del complejo Urgoniano (Aptiense). Las calizas del sector buzan 30° hacia el SW y las cavidades se desarrollan siguiendo el buzamiento y alternando éste con verticales. La cuenca superior que alimenta los torrentes que penetran en las simas es de 0.1 km². El caudal medio que ingresa a través de las bocas es del orden de 2 l/s, pero en las primeras salidas totalizaba más de 20 l/s.

Leizegazto 1 es una amplia dolina (de unos 12 m de diámetro) que presenta una sima-sumidero de 20 m de desnivel y 8-5 m de diámetro. Los lados E y W son verticales, mientras que el N es una rampa con escalones verticales de 30 m de largo; enfrente, desde la empinada ladera caen dos cascadas en la sima y desde este punto el descenso es de 42

m. El fondo del pozo de entrada, iluminado, es un suelo de bloques (con algunos troncos caídos), de unos 5 m de diámetro, abundantemente regado por el agua de las cascadas. En su base un estrecho orificio da paso a un arrastradero horizontal con suelo de cantos rodados. Tras el paso estrecho se puede descender en oposición dos escalones más, con varias continuaciones a través de grietas muy estrechas que se tornan impracticables. El agua se infiltra a través de estas grietas, que no permiten el paso humano, y derivan hacia la cabecera de los grandes pozos de la sima 2. El punto más bajo alcanzado en la sima 1 es la cota -27 m.

Leizegazto 2.

La boca de la sima 2 se sitúa a escasos 30 m en planta al SE de la sima 1. En ella cae otra cascada, de unos 10 l/s. La boca tiene 8 m de ancho por 4 m de altura y desciende los primeros metros entre bloques y paredes de caliza margosa disgregable. A partir de la cota -10 forma una rampa que alterna tramos inclinados con pequeñas verticales. Progresivamente penetra en calizas más compactas, formando un espectacular cañón, de unos 5 m de diámetro, con el agua excavando un cauce en el centro del suelo de la galería. En la primera exploración se pudo descender hasta la cota -26, donde tras un leve giro la cavidad seguía en sima, con verticales mayores, en caliza compacta. El único obstáculo para proseguir era el elevado caudal que se precipitaba por las verticales, y que obligaba a mojarse completamente.

En la siguiente exploración, en pleno estiaje, el caudal era 10 veces menor. Tras descender la primera vertical, de 26 m, la cavidad penetra en roca compacta formando un tubo de 4 m de diámetro. Descendimos en dos tramos (14 y 19 m) una vertical de 33 m, a continuación una rampa de 10 m de largo y 5 m de desnivel y nuevo pozo de 7 m seguido de una rampa inestable de piedras sueltas de 6 m de largo. Aquí se alcanza el inicio de un gran pozo, de 6-8 m de diámetro. En este pozo y en el escalón previo de 7 m caía cierta cantidad de agua (mayor que los hilos de agua previos) a través de chimeneas que suponemos provienen del fondo de la sima 1. Este punto es la cota -76.

En oposición en la cabecera del pozo, instalamos la cuerda lo más alejado posible de la caída de agua. La vertical (con cascada) resultó de 62 m de caída libre, la cual fraccionamos en tres tramos para evitar roces y aprovechar una pequeña repisa a 25 m del fondo. El pozo se ampliaba progresivamente hasta 8 m de diámetro y estaba excavado en roca compacta (caliza urgoniana gris claro con numerosos rudistas), limpia y con surcos y aristas de corrosión.

Al pie de la vertical se forma una sala circular con una charca de agua (cota -138 m). Esta presenta dos continuaciones que desembocan en la misma galería a través de verticales. La primera, de 11 m, da paso a una salita en rampa de fuerte pendiente, que prosigue en galería estrecha la cual describe un círculo para finalizar (tras 9 m de desnivel) 20 m por debajo del pozo de 62 m. Este punto es la cota -158 m. La otra galería es horizontal y recta, de 25 m, y en su parte final gira y desemboca en una sima de 18 m sobre la parte media de la galería inferior. Toda la galería inferior, estrecha y de altas paredes lisas, es como un pozo paralelo al anterior, y su suelo es un espeso relleno de arcilla y materia orgánica, estando tapizado superficialmente de hojas de haya. El punto más bajo de la galería es un sumidero impracticable (cota -158 m). El buzamiento en el interior de la cavidad es de 30° hacia el SW.

En la parte baja revisamos detenidamente la sima en busca de continuaciones. Se trepó a un pequeño lateral, pero seguía en chimenea ascendente. Igualmente los grandes pozos prosiguen en chimeneas ascendentes, pero no vimos ventanas que permitieran continuar. El agua se infiltra bajo el relleno que colmata la galería inferior, existiendo algunas huellas de niveles de inundación periódica (hasta +12 m sobre el fondo). Todo ello sugiere la existencia de un cambio litológico bajo las calizas compactas. Probablemente haya estratos más margosos, a través de los cuales pasa el agua, pero sin galerías practicables. El desarrollo total de la cavidad es de 240 m.

Tras este abrupto final, iniciamos la topografía y el ascenso recogiendo equipo. Cabe señalar que la sima reviste cierta dificultad, tanto por el agua que la recorre como por las rampas de piedras inestables, que amenazan caer en los pozos al menor roce. En su exploración se utilizaron 200 m de cuerda estática, 7 clavos de expansión y 2 anclajes naturales.

Cabe mencionar como anécdota que tras completar la primera exploración, a las 6 de la tarde de un cálido día de verano, se desató una tormenta (con fuerte lluvia y aparato eléctrico) que en pocos minutos provocó una crecida. El caudal aumentó a más de 50 l/s.

El drenaje de estas simas se dirige hacia la surgencia de Insalus. El dispositivo estructural sugiere que las aguas se hunden en profundidad, circulan lateralmente, para luego emerger en forma vauclusiana.

Kaitxiki sumidero.

Tras explorar las simas de Leizegazto, los reconocimientos se extendieron hacia las partes medias y bajas de la ladera, en busca de un acceso más bajo hacia el hipotético colector que recorre la unidad.

El sector Añi - Zinzarrola - Aiera fue revisado, apreciando en superficie que hay muchos cambios de facies a lo largo de ese flanco. Los tramos de caliza en los bloques siguientes al de Leizegazto son más margosos y alternan calizas de estratificación métrica con paquetes disgregables de margas y lutitas.

En la parte baja del barranco de Zinzarrola localizamos el sumidero de Kaitxiki, donde desaparecen las aguas del arroyo que baja por el barranco. El sumidero no posee boca penetrable y está situado en el talweg en la cota 220 m.snm., a unos 10 m por encima y 100 m de distancia de un canal que recorre la parte baja de la ladera. El caudal que se sume es de unos 10-20 l/s e indica la baja permeabilidad de esa ladera.

Kaitxikiko koba 1.

Fue revisado a continuación el sector de Aierra, también con calizas margosas alternantes con lutitas, sin encontrar cavidades. Hacia el NW aparece un afloramiento de caliza compacta, con lapiaz, en el estribo de Kaitxiki, el cual antecede al entrante topográfico del barranco que baja de Leizegazto.

En el flanco N del estribo localizamos una cavidad, Kaitxiki 1. Está situada en la base de una pared a 40 m por encima del canal antes citado, en la cota aproximada 240 m.snm. Posee una gran boca que se divisa desde el canal. Para acceder a ella hay que remontar una empinada pendiente, con un tramo casi vertical bajo la boca. Resultó ser una cueva fósil, muy amplia pero de corto desarrollo.

La boca tiene 7 m de diámetro y da paso a un vestibulo iluminado, de 19 m de largo y techo a +14 m, tapizado de numerosas y grandes espeleotemas secas. Este tiene pequeñas prolongaciones en oscuridad, que no pasan de ser nichos y pequeñas prolongaciones ascendentes. Treinando por una aérea cornisa revisamos las partes más elevadas, sin continuación. El desarrollo total es de 44 m.

Kaitxikiko koba 2.

Siguiendo el reconocimiento desde Kaitxiki 1, se remonta en diagonal la base del afloramiento rocoso. A 80 m al W y +20 m sobre Kaitxiki 1 (no en la base de la pared, sino en una terraza intermedia) encontramos la pequeña boca de Kaitxiki 2. A 15 m hacia el E y +5 m sobre Kaitxiki 2, localizamos otra pequeña boca (gatera) que llamamos Kaitxiki 3.

La cueva de Kaitxiki 2 tiene una boca de 0.5 m de diámetro; ésta da paso a una salita desde la cual parte una galería ascendente, de 2 m de alto y 1.5 m de ancho, totalmente tapizada de espeleotemas. El suelo es de colada y existen unos pequeños gours activos. Al cabo de 8 m se alcanza otra salita que, tras un paso estrecho, conduce a una tercera sala donde la cavidad se cierra. El desarrollo es de 14 m.

Kaitxikiko koba 3.

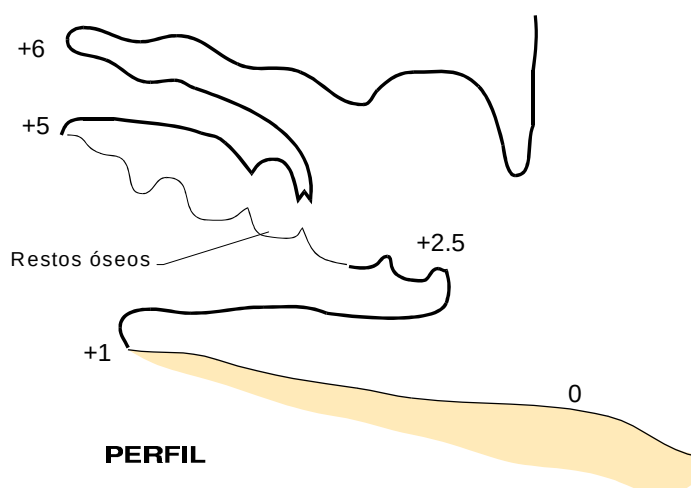
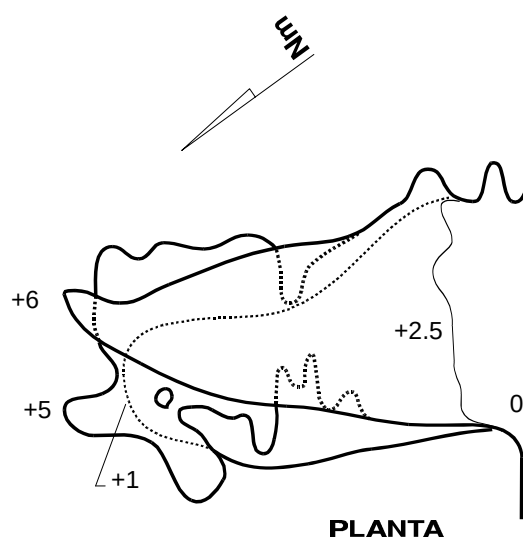
La boca es una gatera de 0.5 m de ancho por 0.25 m de alto. Tras un tramo descendente y estrecho de 2 m la cavidad se amplía y gira a la derecha, donde prosigue en galería de 8 m de largo y 1.5 m de diámetro, también con abundantes espeleotemas parietales. Su desarrollo es de 10 m.

Tras topografiar estas cavidades proseguimos la prospección. A 100 m de distancia se alcanza el talweg del barranco de Leizegazto, que está prácticamente seco (aunque con huellas de circulación temporal). En esta parte forma una especie de canal de roca de muy fuerte inclinación que desciende directamente hasta el Araxes. Remontando 50 m de desnivel se termina la laja de roca y se asciende por un talweg más suave, aunque con flancos de fuerte pendiente. El barranco fue revisado hasta la cota de Leizegazto, sin encontrar otras cavidades. Hay diversos afloramientos rocosos, con lapiaz, sobre ambos lados. Toda la zona es de hayedo y fuertes pendientes, y la parte media del barranco presenta una litología margosa y estratificación delgada, con fragmentos de caliza alternantes con margas. Esto explica la dificultad de cavernamiento bajo Leizegazto a lo largo de la serie Urgoniana, ya que ésta presenta una alternancia de calizas compactas con otras mucho más disgregables y algunos tramos o lentes que prácticamente son lutitas. La prospección siguió hasta Errole aundi, para enlazar con la parte N ya explorada.

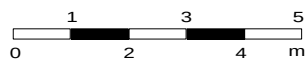
Arterreka iturria.

Tras concluir la prospección del flanco N del macizo proseguimos la revisión del flanco S comenzando por el sector de Arterreka. Cabe señalar que entre el S de Altzo y Arterreka, a lo largo del curso bajo del arroyo Jaizkugañe, hay un afloramiento menor de calizas y margas Urgonianas, sin cavidades conocidas, que está separado del cuerpo principal del macizo Otsabio, por lo cual no es incluido en este estudio.

El gran corte de la cantera de Arterreka (abarca un frente de 800 m de ancho y 200 m de desnivel) muestra una gran potencia (150 m) de calizas muy compactas, aparentemente poco o nada karstificadas, salvo en el lapiaz superficial. Sólo se aprecia un sector con caliza estratificada en su parte W, donde termina el afloramiento. En este sitio el buzamiento es muy fuerte (de unos 70°) en dirección SSE. Al E y SE de la cantera la caliza recifal disminuye progresivamente su potencia, para dar paso a partir de Artiotia e Inpernozulo a margas y areniscas Supraurgonianas. La parte alta del afloramiento, por encima de la cantera de Arterreka, ya había sido revisada, sin encontrar cavidades aunque sí una gran extensión de lapiaz. Sobre todo el flanco S predomina igualmente el lapiaz, con buzamiento paralelo a la pendiente (SSW con 30-60° de inclinación). Al lapiaz desnudo de la cumbre, sigue otro menos marcado y muy fracturado, con vegetación de encinas en la parte alta-media y hayedos en la zona baja. Sólo un agudo espolón, en

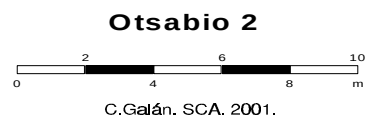
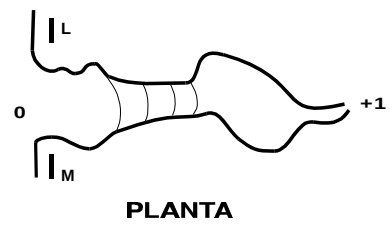
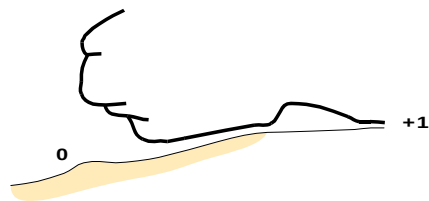
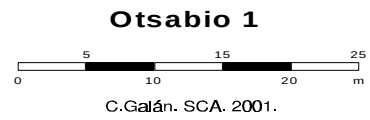
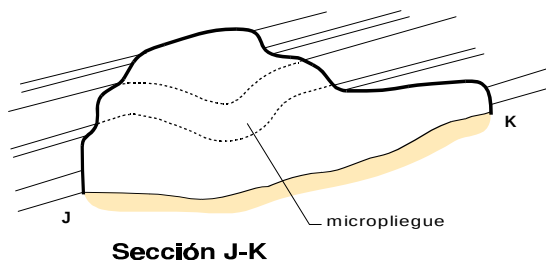
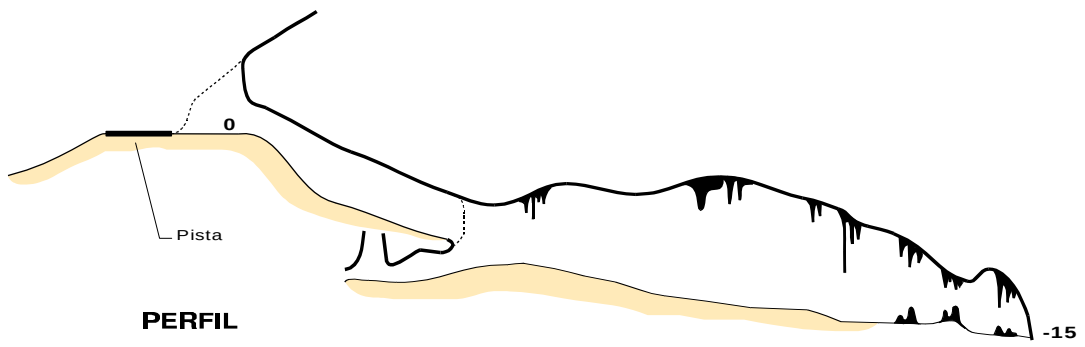


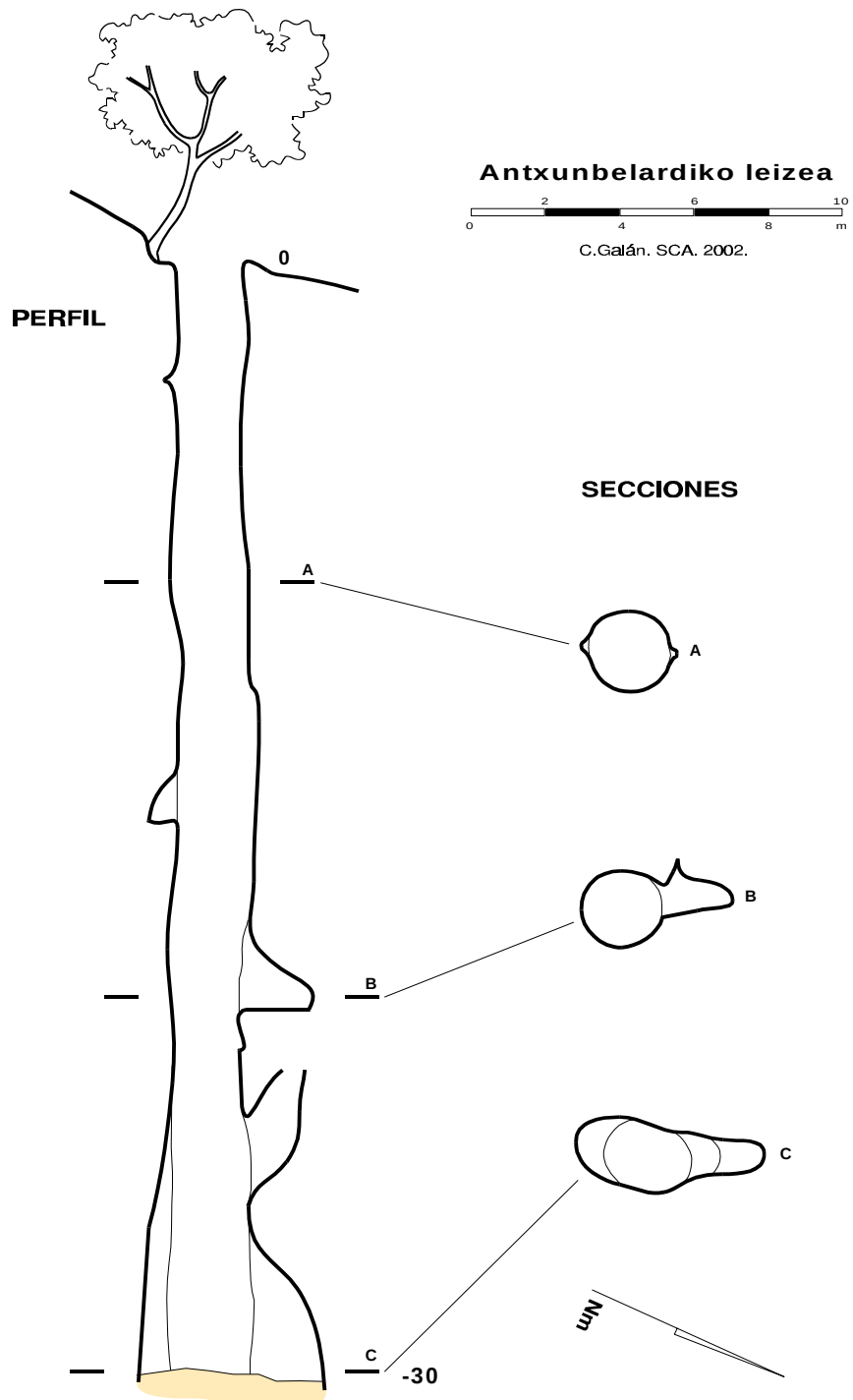
ILLARRATZUKO KOBÀ

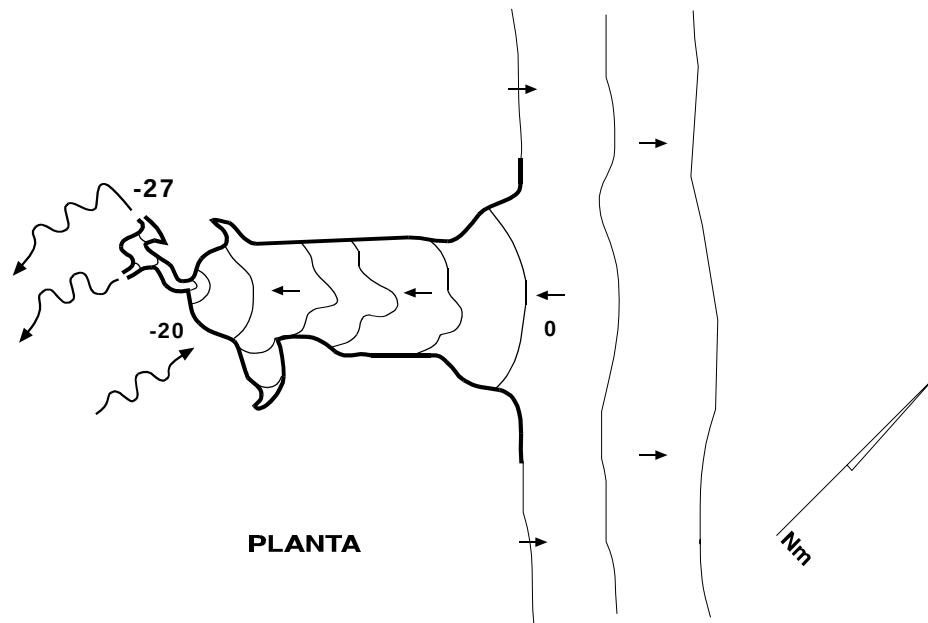
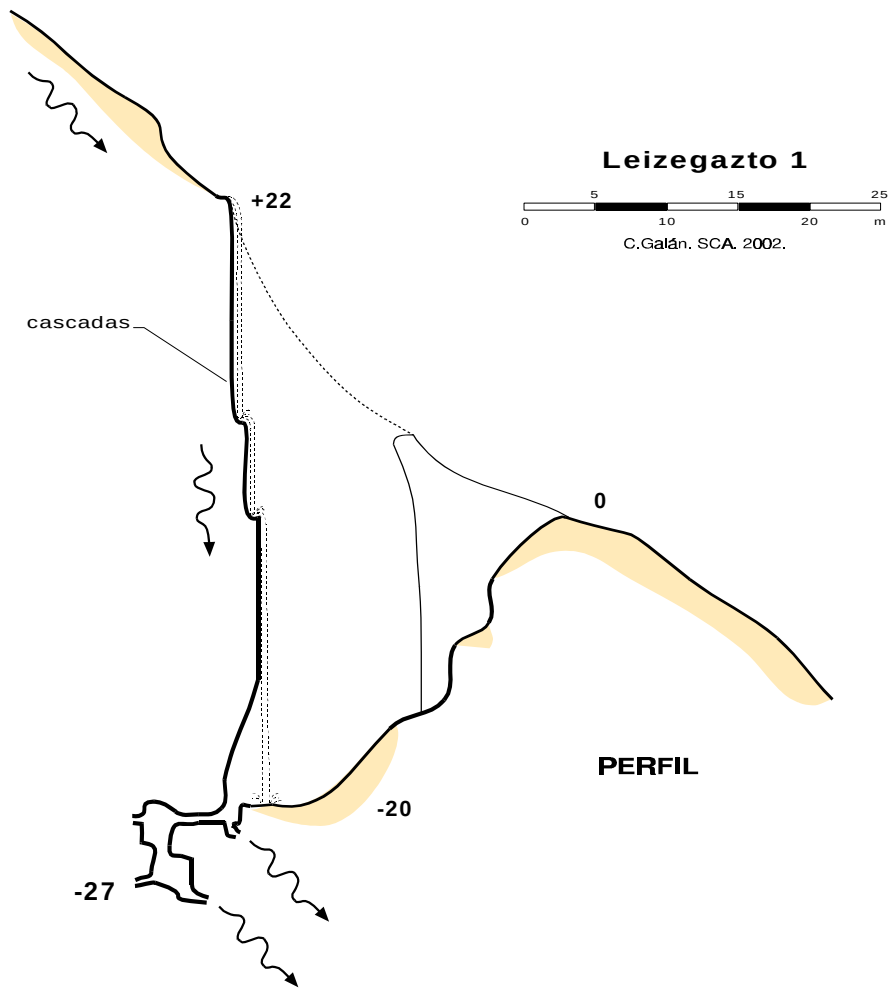


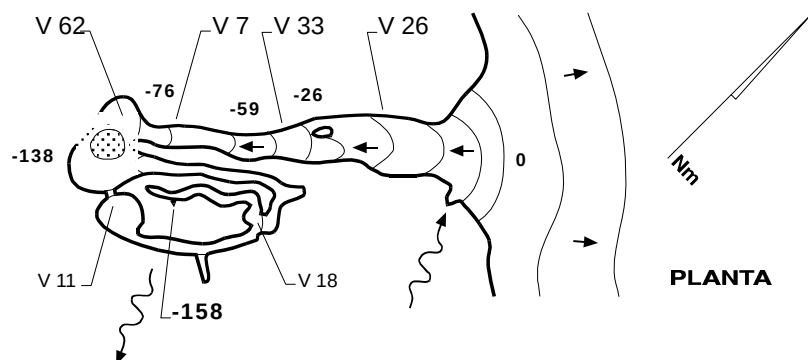
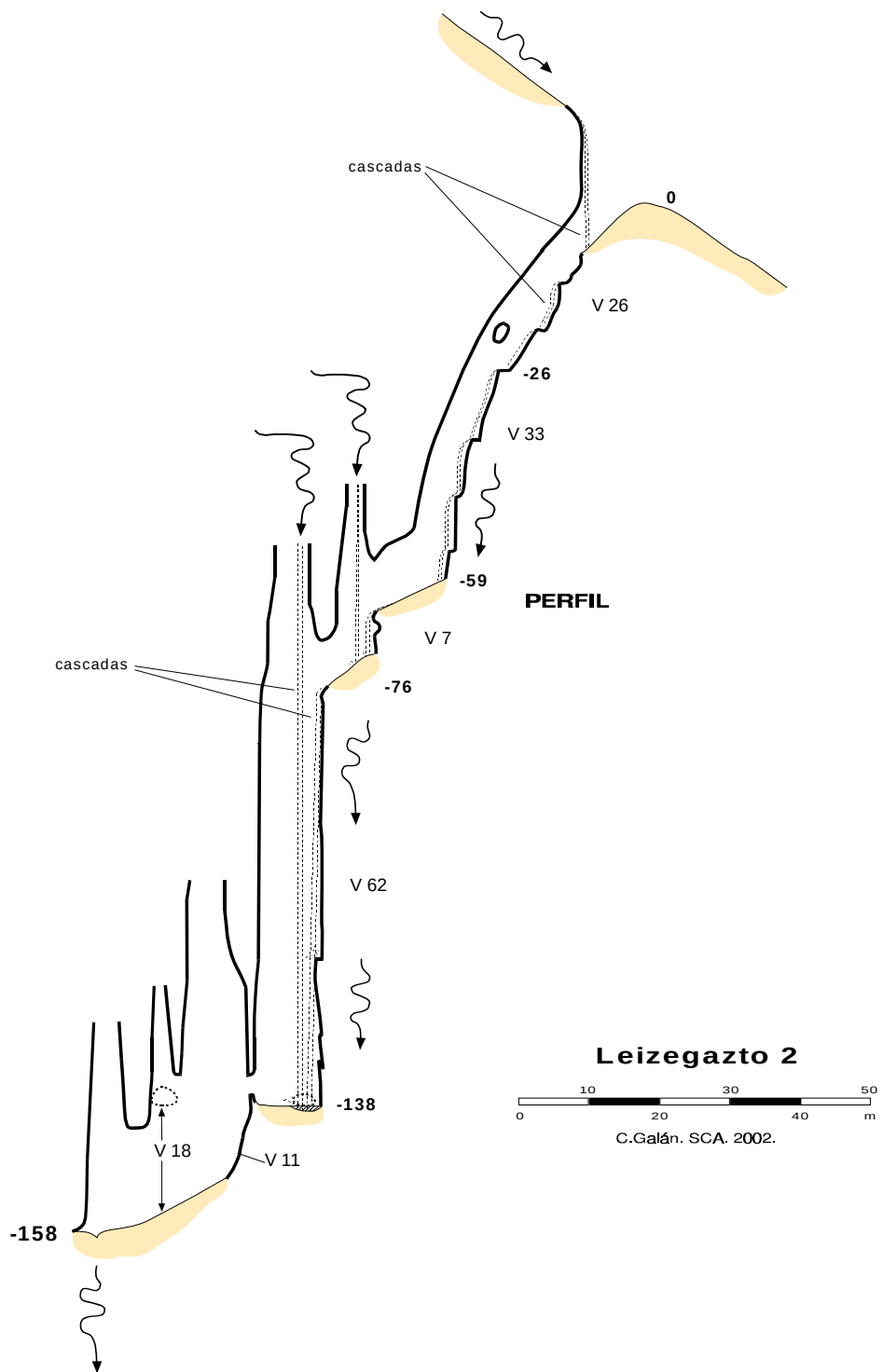
Topografía: J.Laskibar, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán. S.C.Aranzadi. Mayo 2003.

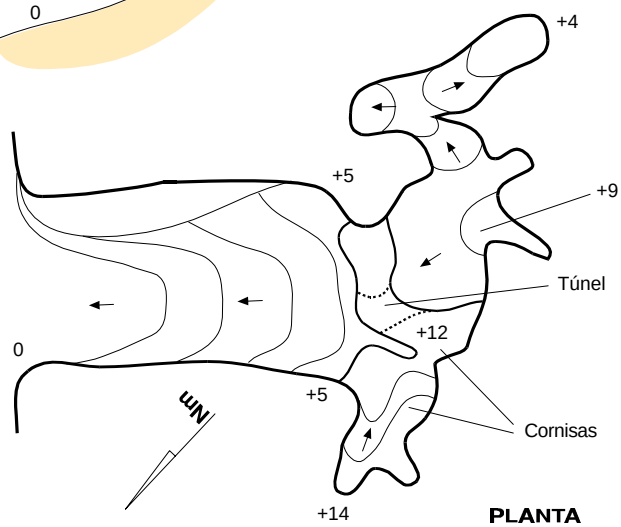
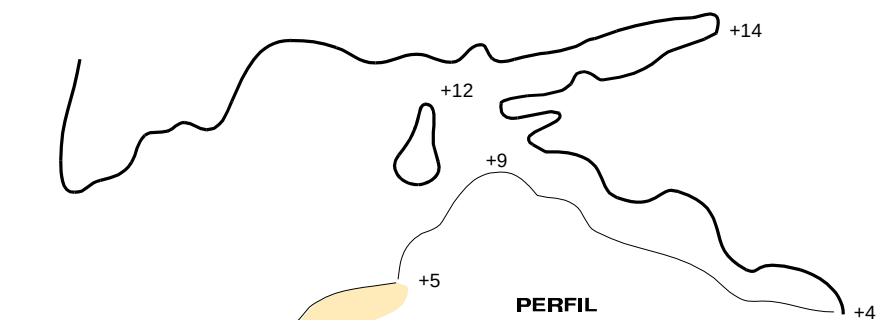
Desarrollo: 28 m. Desnivel: +6 m.



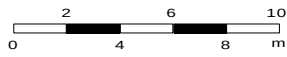




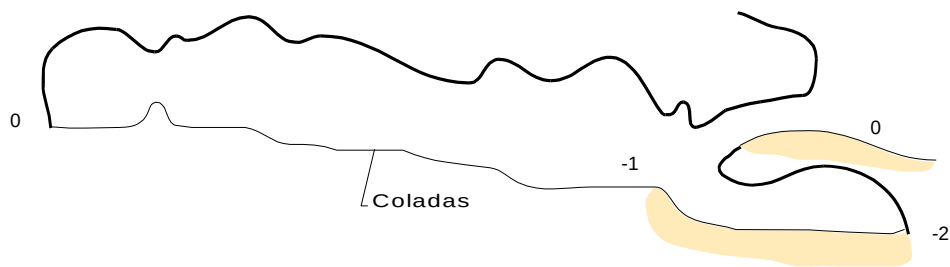
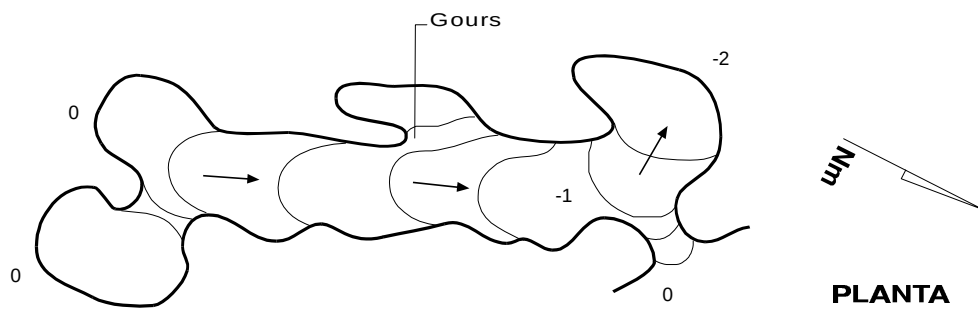




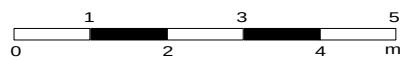
KAITXIKIKO KOB



Topografía: J.Laskibar, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán. S.C.Aranzadi. Mayo 2003.
 Desarrollo: 44 m. Desnivel: +14 m.

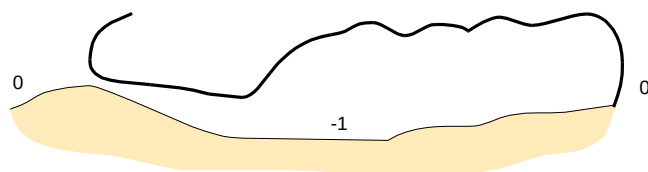


Kaitxiki'ko koba 2

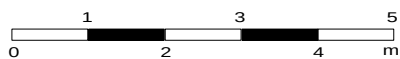


Topografía: J.Laskibar, D.Peña, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Mayo 2003.
 Desarrollo: 14 m. Desnivel: -2 m.

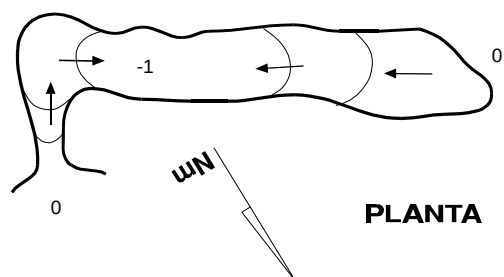
PERFIL

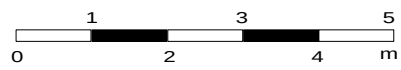
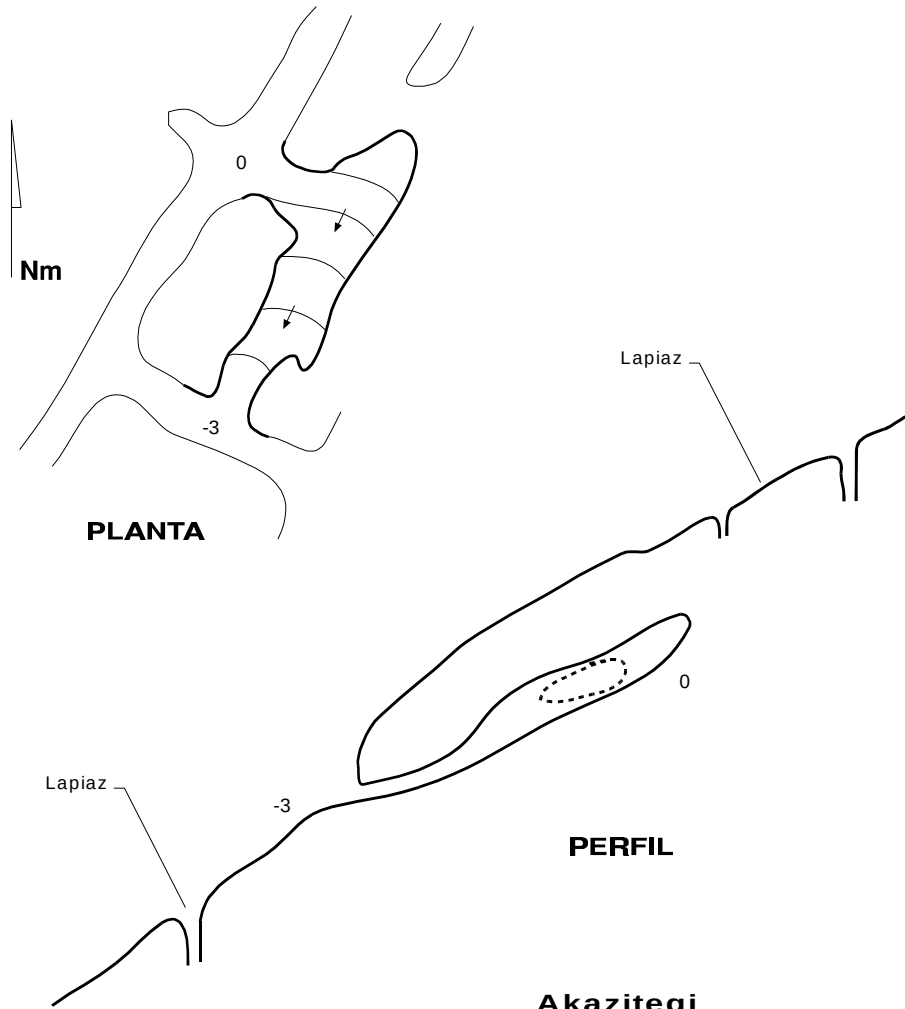


Kaitxiki'ko koba 3



Topografía: J.Laskibar, D.Peña, M.Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. Mayo 2003.
 Desarrollo: 10 m. Desnivel: -1 m.





Topografía: David Peña, Marian Nieto & C.Galán.
 Dibujo: C.Galán, S.C.Aranzadi. 14-11-2004.
 Desarrollo: 6 m. Desnivel: -3 m.



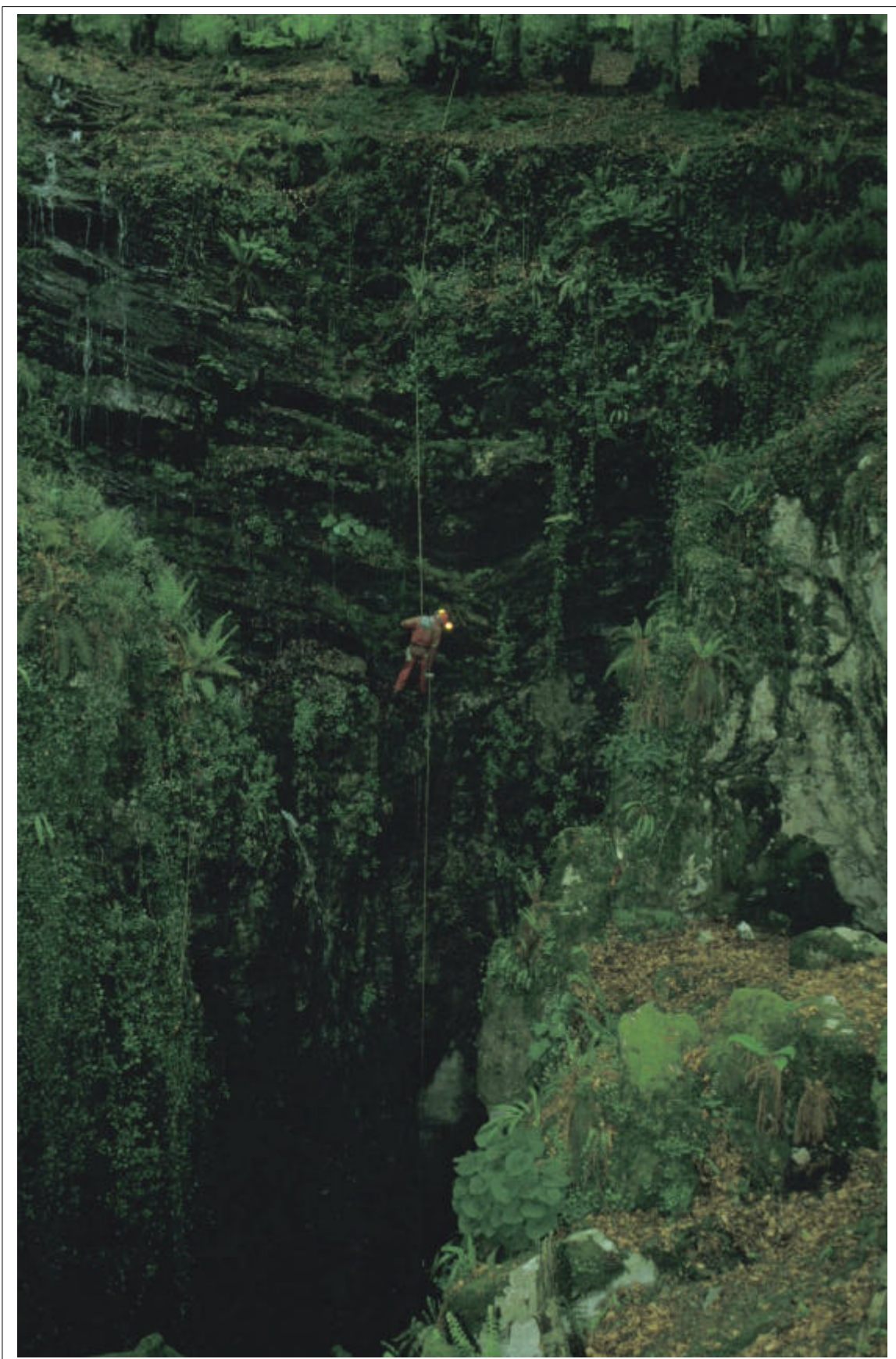
Salón central de Otsabio 1.



El río Araxes en crecida. Nótese el fuerte perfil en V del valle.



Cascada en la boca de la sima de Leizegazto 1.



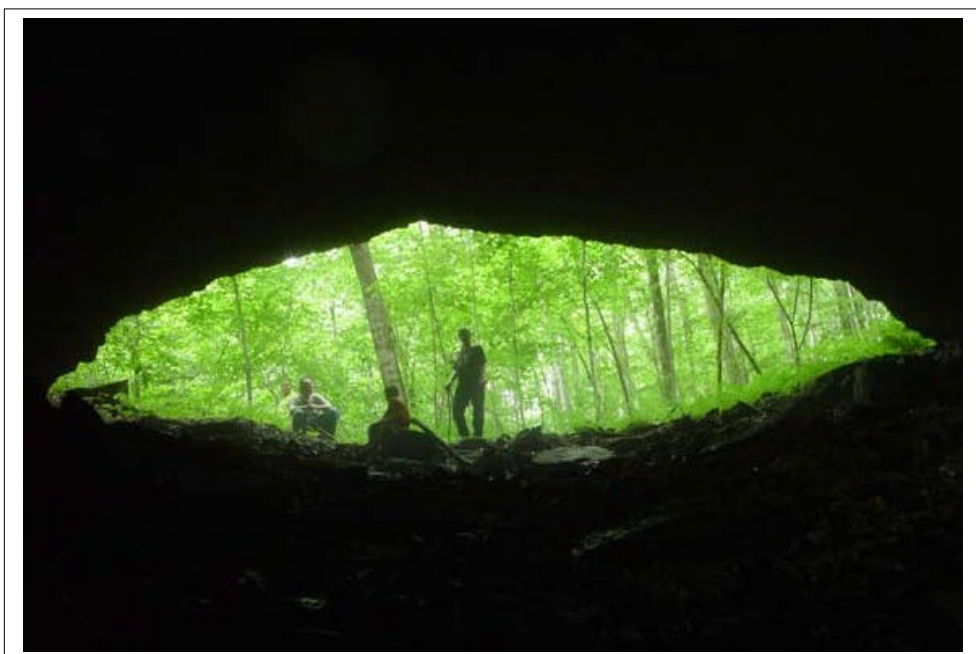
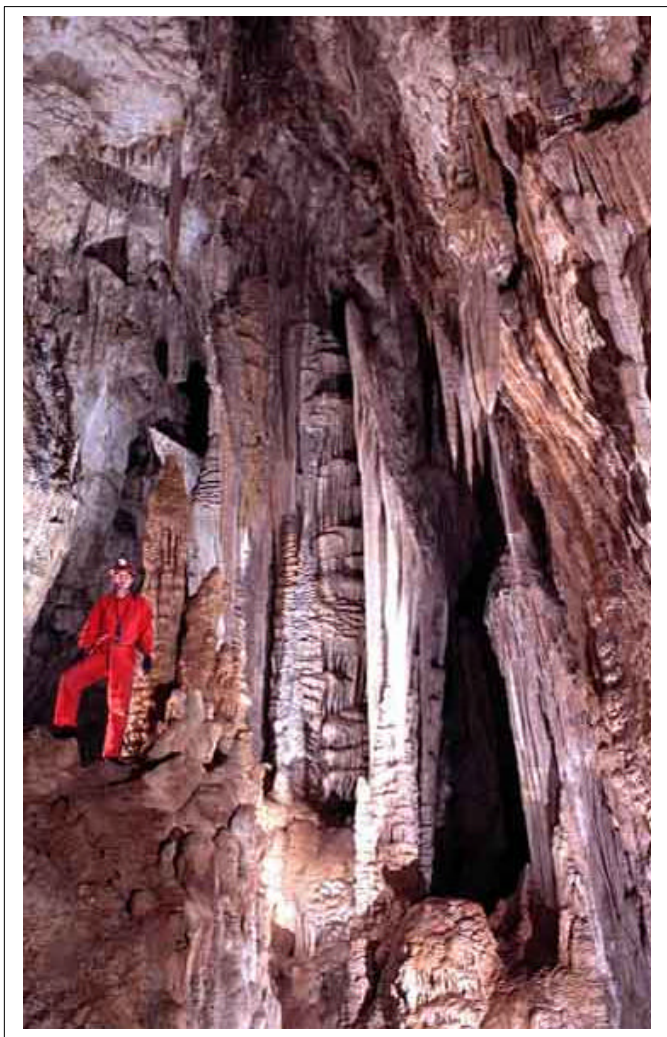
Vertical de acceso en Leizegazto 1.



Prospección en los prominentes espolones de Sagaskin y Olaetxea.



Lapiaz desnudo (arriba) y cubierto (abajo) en la cresta de Otsabio.



Espeleotemas en la cueva fósil de Kaitxiki 1 (arriba)
y vista desde el interior de la sima Leizegazto 2 (abajo).

Akazitegi, muestra lapiaz en pináculos y paredes de caliza recifal compacta. En este sector localizamos una pequeña cueva que sigue la estratificación.

En la cota 200 m del talweg de Jaizkugañe, justo en la entrada de la cantera, se encuentra un importante manantial que drena este afloramiento S de Otsabio. Pero cabe también señalar que Arterreka iturria actúa también como resurgencia. En efecto, la parte alta del valle desde su cabecera sobre terrenos impermeables lleva agua. Este caudal, al igual que los pequeños aportes laterales de regatas procedentes del flanco SW no-calizo del valle, se infiltran de modo difuso al alcanzar el contacto con las calizas del talweg, aproximadamente a partir del estribo de Artiota (cota 350 m.snm). El cauce permanece seco en un tramo de 1.5 km y las aguas vuelven a emerger en la cota 200, donde hay una obra de captación con varios embalses en cemento y salidas posteriores al cauce. El caudal surgente corresponde a una extensión de caliza pero además a toda la escorrentía de la parte S del valle y parte no-caliza del SW. Arterreka es pues en parte una resurgencia. Su caudal fue estimado en 80 l/s, la mitad de él procedente del drenaje epigeo del tramo superior y del flanco SW (la cuenca total es de 3,5 km²).

Akazitegi.

En este sector, situado a 500 m al SE de la terminación E de la cantera, se aprecia lapiaz en canales siguiendo la pendiente y en algunos sectores (en la periferia) se distingue la estratificación (de rumbo SW y paralela a la pendiente). En un abrupto barranco, en la cota 460 m.snm, localizamos en el lapiaz una pequeña cavidad catalogable. Esta tiene su boca en un canal que permite acceder a un plano de estratificación que desciende 5 m para salir en forma de tubo en otra abertura del lapiaz (forma un túnel). La catalogamos como Akazitegi (desarrollo 6 m, desnivel 3 m). Pese a su modesta dimensión la cavidad es ilustrativa de la karstificación superficial, donde el buzamiento discurre en paralelo y puede cortar la pendiente topográfica dificultando la infiltración. El resultado es la infiltración dispersa por toda la ladera hacia el nivel freático, sin concentrar el flujo para formar cuevas en zona vadosa.

Cabe por último destacar que el afloramiento S de Otsabio, con surgencia en Arterreka, ocupa una posición estratigráfica más alta que el extenso afloramiento N, con surgencia en Insalus. Aunque la potencia máxima del afloramiento S puede ser estimada en 200-300 m, una banda infrayacente de margas y lutitas de baja permeabilidad y 100 m de potencia separa el afloramiento superior S del inferior N, en el cual la serie caliza alcanza hasta 600 m de potencia.

RESUMEN DE DATOS.

Han sido descritas 35 cavidades naturales (19 de ellas en Gipuzkoa y 16 en Navarra) y 3 minas. 12 de las cavidades se encuentran en terrenos Jurásicos y 23 cavidades en terrenos Urganianos. No obstante, dado que la superficie del macizo es de 27.4 km², la densidad de fenómenos kársticos hipógeos (pkh) es muy baja, de 1.28 pkh por km². En otros karsts cercanos, como el extenso karst del Aralar gipuzkoano, la densidad es de 6.25 pkh por km, es decir, 5 veces mayor. Y en pequeños macizos, muy karstificados, como los de Ekain o Zelaieta, la densidad oscila entre 32 y 109 pkh por km², respectivamente, es decir, 25 a 85 veces mayor. La espeleogénesis es también modesta: sólo 4 cavidades superan los 100 m de desarrollo y la suma de la red de galerías de las 35 cavidades es de sólo 1.130 m. La mayor sima del macizo, Leizegazto 2, alcanza -158 m de desnivel, a pesar de existir un potencial del orden de 600 m de desnivel. Las formas exokársticas incluyen una gran extensión de lapiaz y canchales, diversos espolones y paredes calizas, pero están ausentes las dolinas y otros tipos de depresiones kársticas. Los cambios laterales y verticales de facies, con alternancia de litologías arcillosas, entre otros factores, contribuyen a esta escasez de pkh y moderada espeleogénesis, aspectos éstos que serán tratados con mayor extensión en otro apartado.

Los datos detallados de situación (coordenadas UTM y altitud) y dimensiones (desnivel y desarrollo) de las cavidades del macizo son dados en la Tabla anexa.

Tabla 1. Datos de Situación y Dimensiones de las cavidades del macizo de Otsabio.

Cat = N° de Catalogo. Dv = Desnivel en m. Do = Desarrollo en m. Tm = Término municipal. Uh = Unidad hidrogeológica. Coordenadas UTM: X = Este. Y = Norte. Z = Altitud en m.snm.

Cat	Nombre	Dv	Do	Tm	Uh	X	Y	Z
107	ILLARATZU	6	28	LIZARTZA	UNE	580170	4770050	210
1806	ATXIKI 1	15	120	OREXA	JE1	581450	4770615	475
1807	ATXIKI 2	5	20	OREXA	JE1	581465	4770580	500
1808	OTSABIO 1	15	60	LIZARTZA	USW1	577530	4771450	700
1809	OTSABIO 2	1	7	LIZARTZA	USW1	578120	4771690	375
1810	ANTXUNBELARDI	30	35	ALTZO	USW1	576450	4771690	500
1811	AXOLA ITURRIA	0	0	LIZARTZA	USW1	578070	4771450	440
1812	INSALUS ITURRIA	0	0	LIZARTZA	USW1	578630	4771980	160
1826	ELORDIKO LEIZEA	10	20	ALTZO	JW	575340	4772320	370
1827	LEIZEGAZTO 1	27	40	LIZARTZA	USW1	578560	4769960	650
1828	LEIZEGAZTO 2	158	240	LIZARTZA	USW1	578590	4769960	650
1881	KAITXIKI SUMIDERO	0	0	LIZARTZA	USW1	579950	4769900	220
1882	KAITXIKI1	14	44	LIZARTZA	USW1	579260	4770720	240
1883	ATXIKIKO ITURRIA	0	0	OREXA	JE1	581230	4771070	230
1884	KAITXIKI 2	2	14	LIZARTZA	USW1	579200	4770700	250
1885	KAITXIKI 3	1	10	LIZARTZA	USW1	579220	4770700	255
1886	ARTERREKA ITURRIA	0	0	ALTZO	USW2	575960	4771180	200
1887	SUKUNDI ITURRIA	0	0	OREXA	JE1	582140	4770960	290
1888	ATXULEGI 1	0	0	ARESO	JE2	582800	4770000	340
1889	ATXULEGI 2	1	5	ARESO	JE2	582800	4770004	342
1890	MERU 1	1	15	ARESO	JE2	583200	4769750	480
1891	MERU 2	50	160	ARESO	JE2	583270	4769680	500
1892	SAGASKIN 1	6	32	ARAITZ	US	580850	4768460	310
1893	SAGASKIN 2	0	4	ARAITZ	US	580880	4768450	310
1894	SAGASKIN 3	2	42	ARAITZ	US	580930	4768380	260
1895	SAGASKIN 4	7	25	ARAITZ	US	580900	4768330	230
1896	URDANIZETA 1	28	104	ARAITZ	US	581050	4767960	250
1911	URDANIZETA 2	3	10	ARAITZ	US	581060	4767945	255
1912	URDANIZETA 3	1	5	ARAITZ	US	581056	4767945	256
1913	OLAETXEA 1	1	33	ARAITZ	US	581260	4767500	400
1914	OLAETXEA 2	15	21	ARAITZ	US	581440	4767490	330
1915	ULIZAR 1	10	14	ARESO	JE2	583650	4770020	770
1916	ULIZAR 2	12	16	ARESO	JE2	584230	4770010	690
1917	ANZOLAGA SURGENCIA	0	0	ARESO	JE2	584520	4770150	570
1929	AKAZITEGI	3	6	ALTZO	USW2	577030	4770475	460

HIDROGEOLOGIA.

Delimitación de unidades hidrogeológicas.

El macizo kárstico de Otsabio puede ser dividido en tres áreas geológicas subdivididas a su vez en siete unidades hidrogeológicas distintas.

Las tres grandes áreas son: (1) Jurásico W, (2) Jurásico E, y (3) Complejo Urgoniano.

El Jurásico W forma una única unidad (JW), constituida mayoritariamente por margas de baja permeabilidad, de escasa significación hidrogeológica. El agua que consigue infiltrarse en esta unidad reaparece también de modo difuso a todo lo largo del tramo basal del afloramiento. Existe la posibilidad de que su extremo más oriental recargue el Urgoniano de Otsabio.

El Jurásico E tiene una extensión continua. Está limitado a muro por las arcillas yesíferas del Trías o directamente por el frente de cabalgamiento que lo pone en contacto con una sucesión flyschoides margo-areniscosa del Cenomanense. Esta sucesión en la zona de Lizartza y Oresa tiene un acentuado carácter micáceo arenoso (IGME, 1971). A techo su límite son las lutitas y areniscas del Weald. La serie Jurásica contiene muchas intercalaciones de margas; los afloramientos de calizas más compactas, de poco espesor, se presentan en: la base del Lías, techo del Lías en su límite con la base del Dogger, techo del Dogger y Malm (Kimmeridgese). Entre unos y otros hay margas y margocalizas de permeabilidad media a baja. Los talwegs de los arroyos Orumbe y Oresaran, al W, y Asumeta, al E, constituyen su nivel de base. Pueden distinguirse dos unidades hidrogeológicas: una occidental (JE1), con flujo subterráneo hacia el W, y otra oriental (JE2), con flujo hacia el E. La divisoria entre ambas no corresponde al límite Gipuzkoa - Navarra, sino aprox. a la cresta Ulimendi - Ulizar - collado de Meru. Por lo que parte del Jurásico navarro drena hacia Gipuzkoa.

En la unidad JE1 son conocidas 3 surgencias: Atxiki, Orumbe y Atxulegi; pero existen salidas difusas adicionales a lo largo de los talwegs de los ríos. Atxiki es la surgencia principal para los afloramientos de Iradi y Atxiki, Orumbe para los sectores de Putrearkaitza y Orumbe, y Atxulegi para el sector Ulizar - Meru.

En la unidad JE2 sólo se conoce una surgencia, Anzolaga, cuya cota y caudal hacen pensar que sólo drena una lente local del estribo de Urialde. Existen salidas difusas adicionales hacia el talweg del arroyo Asumeta y/o curso bajo de sus afluentes (arroyos Anzolaga y Merku).

En el Urgoniano el impermeable de muro lo constituyen lutitas, de la base del propio complejo Urgoniano, y margo-areniscas y lutitas del Weald. Excepto en un pequeño sector situado en el extremo N sobre el valle del Araxes y su confluencia con el arroyo Oresaran. En este sector, las calizas de la margen derecha del Araxes están limitadas por el flysch Cenomanense; las de un pequeño tramo de la margen izquierda por las arcillas del Trías, margas Jurásicas, y a continuación hacia el W por las areniscas y lutitas del Weald y base del Aptiense. El impermeable de techo está constituido por margas y areniscas del complejo Supraurgoniano. El área Urgoniana posee 4 unidades diferenciadas.

Una unidad meridional (US) que comprende los afloramientos navarros a ambos lados del río Araxes más un pequeño sector contiguo sobre la margen derecha en territorio gipuzkoano. Su límite N viene impuesto por un tramo a orillas del Araxes donde no afloran calizas y el entrante topográfico de Gaintoki erreka (entre la colina de Gaintoki y un estribo del monte Urkita) de carácter acentuadamente margo-arcilloso. El nivel de base lo constituye el talweg del río Araxes a lo largo de un tramo de 3 km. En la unidad no son conocidas surgencias, por lo que suponemos que todo el drenaje subterráneo emerge en forma difusa a lo largo del talweg. La dirección del flujo subterráneo en las calizas de la margen izquierda es preferencialmente hacia el N, mientras que en la margen derecha es hacia el W y NW.

La segunda unidad, Urgoniano NE (UNE), corresponde a los afloramientos situados sobre la margen derecha del Araxes al N de la unidad anterior (en los montes Gaintoki, Malkorko gañe y Narbaizu). Tampoco son conocidas surgencias en esta unidad, por lo que las aguas subterráneas deben emerger en forma difusa a lo largo del talweg del Araxes. La dirección predominante de flujo es hacia el W.

La tercera unidad corresponde a lo que hemos denominado afloramiento N o inferior del Urgoniano situado al SW del Araxes (USW1), con surgencia principal en Insalus y salidas difusas adicionales hacia el talweg del Araxes. Las direcciones predominantes de flujo serían hacia el NE, E, también hacia el NW en paralelo al río y siguiendo el rumbo de los estratos. Un potente paquete de margas y lutitas de muy baja permeabilidad separa esta unidad de la siguiente,

La última unidad está constituida por el afloramiento S o superior del Urgoniano SW (USW2), con surgencia en Arterreka. Esta surgencia captura toda la infiltración en las calizas más su recarga por el drenaje epígeo de la cuenca superior y lateral sobre terrenos impermeables Supraurgonianos. La dirección de flujo es hacia el W y NW.

Balance hídrico.

Para el cálculo del balance hídrico se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones. Las precipitaciones medias en el macizo son del orden de 1.600 mm/a y la evapotranspiración real de 700 mm/a. Los recursos hídricos disponibles alcanzan 900 mm/a, lo que representa un caudal medio de 28.9 l/s por cada km² de cuenca.

La infiltración eficaz en calizas y calizas margosas representa una fracción de esta cifra, ya que, debido a las fuertes pendientes y ausencia de depresiones kársticas, una parte del agua disponible escapa del área por escorrentía, particularmente en época lluviosa. Por comparación con otros karsts cercanos y teniendo en cuenta que la presencia de calizas margosas y margas es mayor en los afloramientos del Jurásico, hemos calculado dos módulos de infiltración eficaz: (1) Para los afloramientos Urganianos: 20.2 l/s.km² (70% de los recursos disponibles). (2) Para los afloramientos Jurásicos: 14.5 l/s.km² (50% de los recursos disponibles).

Para las cuencas, externas o intermedias, sobre terrenos impermeables que drenan hacia las calizas, la infiltración parcial representa un porcentaje menor. Estimamos un valor medio en torno a 8.1 l/s.km². No obstante, hay algunas áreas en que la captura del drenaje de terrenos impermeables es prácticamente igual a la totalidad de los recursos disponibles, como en las cuencas de la sima-sumidero de Meru 2 (en la unidad JE1), cueva-sumidero de Urdanizeta (en la unidad US), y resurgencia en Arterreka de la cuenca superior y lateral de Jaizkugañe (en la unidad USW2). Para estos tres casos utilizamos un módulo de infiltración eficaz de 28.9 l/s.km².

La superficie total de afloramientos de calizas y calizas margosas es de 18.2 km² y la de terrenos impermeables o de muy baja permeabilidad que drenan hacia las calizas de 9.2 km², dando un área total para el macizo de Otsabio de 27.4 km². Los caudales medios que circulan subterráneamente en el karst representan un total de 454 l/s (volumen medio anual de 14.3 Hm³), de los cuales 326 l/s corresponden a la infiltración directa sobre las superficies calizas y 128 l/s a la infiltración procedente de cuencas sobre terrenos impermeables. Un resumen de datos (de superficies y caudales subterráneos) para las siete unidades hidrogeológicas es dado en la Tabla anexa.

Tabla 2. Datos Balance hídrico. Datos de Superficies de afloramiento en km² y Caudales en l/s.

A1 = Afloramientos de calizas y margocalizas. A2 = Terrenos impermeables que drenan hacia las calizas y cuya captura es parcial. A3 = Terrenos impermeables que drenan hacia las calizas y cuya captura es total. C1 = Caudal subterráneo en A1. C2 = Caudal subterráneo procedente de A2. C3 = Caudal subterráneo procedente de A3.

Unidades	A1	A2	A3	Sumas A	C1	C2	C3	Sumas C
1.JW	2.00	0.50	-	2.50	29.0	4.1	-	33.1
2.JE1	3.80	3.00	0.25	7.05	55.1	24.3	7.2	86.6
3.JE2	1.50	-	-	1.50	21.8	-	-	21.8
4.US	4.20	0.60	0.90	5.70	84.8	4.9	26.0	125.7
5.UNE	1.65	0.90	-	2.55	33.3	7.3	-	40.6
6.USW1	3.25	1.30	-	4.55	65.6	10.5	-	76.1
7.USW2	1.80	0.35	1.40	3.55	36.4	2.8	40.5	79.7
Totales	18.20	6.90	2.30	27.40	326.0	53.9	73.7	454.0

Funcionamiento de los acuíferos kársticos.

La unidad JW totaliza unos recursos de 33.1 l/s, cuya salida se produce en forma difusa, sin surgencias conocidas. La unidad JE1 totaliza 86.6 l/s; se estima que 7.2 l/s son captados de modo concentrado a través de la sima-sumidero de Meru 2; aproximadamente la mitad del agua emerge en forma difusa a lo largo de los talwegs y la otra mitad a través de los manantiales de Atxiki, Orumbe y Atxulegi. La unidad JE2 totaliza 21.8 l/s, de los cuales menos de la mitad emergen en el manantial de Anzolaga y el resto de modo disperso. La unidad US tiene un ingreso concentrado de 26 l/s a través de la cueva-sumidero de Urdanizeta; tiene unos recursos de 115,7 l/s que emergen en su totalidad en forma dispersa, a través de salidas ocultas al río Araxes. La unidad UNE tiene 40.6 l/s, que emergen igualmente de modo disperso a lo largo del talweg del Araxes. La unidad USW1 totaliza unos recursos de 76.1 l/s que emergen de modo concentrado a través de la surgencia de Insalus y pequeñas salidas difusas al río en las inmediaciones del grupo surgente; sólo existe un pequeño ingreso concentrado a través de las simas de Leizegazto y el sumidero de Kaixiki. La unidad USW2 tiene unos recursos de 79.7 l/s, la mitad de ellos procedentes de infiltración sobre las calizas y la otra

mitad de capturas de cuencas impermeables laterales y de cabecera de cuenca; la descarga se efectúa de modo concentrado a través del manantial-resurgencia de Arterreka.

El esquema de funcionamiento hidráulico de los acuíferos kársticos corresponde en la mayoría de los casos a acuíferos libres, permeables por fisuración y karstificación. Dadas las características litológicas y estructurales de las distintas unidades estimamos que sólo en la unidad USW1, con surgencia en Insalus, el acuífero debe tener una zona inundada extensa y profunda, con salida de tipo vauclusiano.

Tanto el río Araxes, como los cursos bajos de los arroyos Orexa y Orumbe, tienen un perfil subhorizontal que corta los afloramientos calizos a lo largo de kilómetros, con lo cual, además de facilitar una salida difusa de las aguas subterráneas a lo largo de los talwegs, pueden establecer complejas relaciones entre la red de drenaje superficial y la subterránea. Es probable (aunque no hay datos de aforos que avalen ésto) que los ríos Araxes y Orexa actúen en aguas altas como elemento de drenaje y en épocas de estiaje recarguen las zonas altas de los acuíferos kársticos e impongan el nivel de drenaje en las zonas bajas (CARRERAS *et al.*, 1987). Sólo la tercera parte de los recursos subterráneos emerge a través de surgencias conocidas, correspondiendo los 2/3 restantes a salidas difusas ocultas.

ESPELEOGENESIS.

El karst de Otsabio presenta varias características. Hidrogeológicamente predomina una surgencia dispersa (poco concentrada) de las aguas a través de múltiples puntos y de modo difuso. También destaca la escasez de macrocavernas (35 cavidades) y su moderado o escaso desarrollo (sólo 4 cavidades mayores de 100 m, la mayor de ellas de 240 m), aún cuando el macizo presenta un importante potencial de karstificación.

Tratar de encontrar una explicación a estos hechos es algo más complejo. La litología y estructura es un primer grupo de factores que debe intervenir. Las intercalaciones margosas y arcillosas en la serie calcárea sin duda dificultan la espeleogénesis, y los frecuentes cambios laterales y verticales de facies limitan también la posibilidad de formar cuevas extensas y profundas. No obstante, como puede apreciarse en los grandes cortes de las canteras de Narbaizu y Arterreka, hay potentes paquetes de calizas compactas de cierta extensión. En los afloramientos de superficie de Lapar mendia, Urkita y a ambos lados del Araxes, pueden verse también grandes extensiones continuas de caliza. Por lo cual los factores mencionados, por sí solos, no aclaran ni explican la escasez de cavernas.

La estructura monoclinal, buzante al S-SW, dificulta la infiltración y karstificación en las laderas S y SW, por disponer los planos de estratificación paralelos o subparalelos a la pendiente; pero ésto no ocurre y por tanto no sería un factor desfavorable en las laderas N y NE, a menos que otros aspectos intervengan.

El dispositivo topográfico, de pendientes muy fuertes hacia los valles, y la subhorizontalidad de éstos, propician que la escorrentía sea importante y favorecen una emergencia difusa de las aguas subterráneas a lo largo de los talwegs, impidiendo o dificultando la organización de sistemas de drenaje que concentren el flujo subterráneo. La disposición del nivel de base local a lo largo de extensas líneas (donde los talwegs de los ríos recortan las calizas a similares cotas), unido a los cambios de facies, actuando juntos, ambos factores resultan en gran medida responsables de la moderada espeleogénesis actual.

A ello se suma el factor tiempo, poco tenido en cuenta, pero que tal vez sea el factor que más haya influido en generar las características que presenta hoy este karst. Al respecto, podemos observar que algunas importantes cavidades son sumideros activos en la actualidad, como las simas de Leizegazto, Meru 2 y Urdanizeta. Las dos primeras descienden desniveles de -158 y -50 m y Urdanizeta, con sus 104 m, atraviesa también cierto espesor de caliza compacta. Estas cavidades se interrumpen abruptamente, a causa de cambios de litología, pero son cavidades activas, en plena formación, correspondientes al ciclo kárstico actual. Por otro lado, diversas cuevas fósiles han quedado como testigos de ciclos anteriores en el tiempo, entre ellas las cuevas del peñón de Atxiki y otras cuevas de menor desarrollo en los espolones o estribos de Olaetxea, Sagaskin, Kaitxiki, y en el col de Austokieta.

Es decir, que observamos por un lado unos pocos ejemplos de cuevas hidrológicamente activas, en proceso de formación y crecimiento en el ciclo actual, y pequeños restos o residuos de antiguos sistemas de cuevas, hoy fósiles o hidrológicamente inactivas, sobre relieves en parte residuales.

El relieve actual, de valles con perfil en V profundamente encajados, muestra una clara morfología juvenil. La erosión de superficie, responsable de este rejuvenecimiento del relieve, probablemente ha rebajado también la superficie de las vertientes, recortando las calizas y haciendo desaparecer sistemas de cuevas formados en ciclos anteriores.

Durante el ciclo actual, Holoceno, probablemente no ha existido tiempo suficiente para generar mayor número de cavernas y sistemas de mayores dimensiones en zona vadosa. Es probable que en zona freática, en áreas de calizas compactas, se esté formando por el contrario una importante red de conductos, de la que desconocemos prácticamente

todo, debido a su inaccesibilidad a la exploración humana.

El peso relativo de unos u otros factores en la formación de cavernas y en la evolución del karst es difícil de ponderar. En nuestra opinión, a modo de hipótesis explicativa, el carácter relativamente joven del ciclo kárstico actual jugaría un papel principal, seguido por los factores litológicos (sobre todo la distribución heterogénea de intercalaciones arcillosas en la serie) y a continuación por los estructurales. Tal vez en el futuro se produzca algún nuevo hallazgo que modifique el cuadro que acabamos sintéticamente de exponer.

NOTAS BIOESPELEOLÓGICAS.

Las cuevas del macizo, a pesar de sus modestas dimensiones, albergan una variada fauna cavernícola. Entre el material colectado durante el presente estudio hemos separado 14 taxa troglobios (= cavernícolas estrictos, habitantes del ambiente hipógeo profundo). Hasta la fecha ha podido ser completada la identificación taxonómica de 6 especies, estando las 8 restantes en proceso de estudio (identificaciones a nivel de género y/o familia). También hay datos sobre una cifra aproximada de 40 especies troglóxenas y troglófilas (= cavernícolas facultativos, habitantes de los ambientes hipógeos superficial e intermedio). De modo preliminar (hasta que se complete un estudio de conjunto, actualmente en curso) adelantaremos y comentaremos los aspectos más significativos de las 6 especies troglobias identificadas.

***Neobisium (Blothrus) navaricum*, Nonidez (1917).**

(Arachnida, Pseudoescorpionida: Neobisiidae).

Colectada en la sima de Leizegazto 2 y en la cueva de Kaitxiki 1. Previamente la especie sólo era conocida de dos localidades: la cueva de Malkor Aundi (Gorriti, Navarra), su localidad-tipo; posteriormente fue hallada en la cueva de La Barra, Noves, Boumort (Lleida). Tanto MANHERT (1977) como ZARAGOZA (2000) expresan la opinión de que probablemente la especie de Lleida sea una especie diferente, pero imposible de distinguir con los datos antiguos de determinación (frecuentemente basados en criterios y caracteres no suficientemente detallados), por lo que el grupo necesita revisión.

Nosotros citamos la especie previamente del macizo de Otsabio (GALAN, 1993), considerando que el afloramiento de Malkor Aundi era parte del mismo; pero actualmente sabemos que es un pequeño macizo separado, distante 1.5 km de la terminación SE de Otsabio en el monte Urkita. Por lo tanto esta sería la primera cita de la especie para Otsabio y para Gipuzkoa. Ateniéndonos a los criterios de ZARAGOZA (2000), la especie está restringida (sólo es conocida en el mundo) del macizo de Otsabio y del afloramiento de Malkor Aundi. En consecuencia, es un endemismo vasco (en el sentido amplio de este término) restringido a un pequeño sector en el límite Gipuzkoa - Navarra.

La especie es un troglobio muy especializado y altamente modificado para la vida hipógea. De las 12 especies del subgénero *Blothrus* del País Vasco, 10 son endemismos exclusivos del país y sólo dos han sido halladas en otras cuevas fuera de esta región, una de ellas en Cantabria y otra el caso ya citado de Lleida, que probablemente corresponda a una especie distinta. Aunque cabe dejar abierta la posibilidad de que efectivamente se trate de la misma especie, con distribución actual disyunta, y en tal caso -como ocurre en otros ejemplos de troglobios- la desigual distribución remite a un carácter relicto, indicador de un antiguo poblamiento, del cual sólo han quedado estos islotes-testigo por extinción de las restantes poblaciones de la especie sobre un área de distribución que anteriormente era mucho más extensa. La especie sería un relicto biogeográfico de un linaje tropical europeo. Del subgénero existen tres especies adicionales en el conjunto del territorio ibero-balear, conocidas respectivamente de cuevas de los Pirineos centrales (Huesca), Sierra de Guadarrama (Madrid) y Mallorca. Destaca por ello el hecho de que el País Vasco es el centro geográfico de la distribución de los *Neobisium* troglobios y el territorio gipuzkoano parece haber sido en este sentido un activo centro de diferenciación y especiación de los *Neobisium* cavernícolas, a partir de una especie-capa ancestral, datante probablemente del Terciario temprano (GALAN, 1993).

***Centromeus microps*, Simon (1911).**

(Arachnida, Araneida: Linyphiidae).

Ha sido colectada en las cuevas de Atxiki 1 y 2. Pertenece a un grupo de araneidos troglobios de la familia Linyphiidae estrictamente cavernícolas pero de morfología poco especializada, aunque cabe destacar que -a diferencia de otros grupos taxonómicos- en los araneidos están en general poco desarrollados los caracteres anatómicos troglomorfs y son muy escasas las especies troglobias.

La especie habita en cuevas de la mitad oeste de los Pirineos, sobre ambas vertientes, y alcanza el País Vasco, donde es conocida del karst del Gorcea (Alava) y de la Sierra de Aralar y el macizo de Otsabio (Gipuzkoa - Navarra).

Trichoniscoides cavernicola, Budde-Lund (1955).

(Crustacea, Isopoda: Trichoniscidae).

Colectada en las cuevas de Otsabio 1 ó Austokieta, Atxiki 1 y Leizegazto 2. Pertenece a un grupo de isópodos terrestres altamente modificados para la vida hipógea y acentuadamente troglomorfos. La especie es conocida de cuevas (varias localidades) distribuidas a través de la región vasca o vasco-cantábrica (Cantabria, Bizkaia, Gipuzkoa y zonas limítrofes con Alava y Navarra). El género posee una amplia distribución a lo largo del litoral atlántico entre Francia, País Vasco, norte de España y Portugal. De las 12 especies encontradas en la Península Ibérica, 4 de ellas son de Portugal, 2 de Asturias, 4 del País Vasco y otras 2 del Pirineo catalán (GALAN, 1993). Las 4 especies de *Trichoniscoides* vascos son prácticamente endémicas de la región y sólo *T.cavernicola* posee una distribución un poco más extensa.

Pseudoniphargus vasconiensis, Notenboom (1986).

(Crustacea, Amphipoda: Hadziidae).

Ha sido colectada en marmitas del río subterráneo de la sima de Meru 2, desplazándose sobre substratos rocosos y estalagmíticos. Pertenece a un grupo de origen marino directo que comprende formas troglobias, las cuales han colonizado las aguas subterráneas continentales (kársticas e intersticiales) en áreas que durante el pasado (Terciario temprano o Cretácico) estuvieron cubiertas por mares epicontinentales. Las especies troglobias de *Pseudoniphargus* tienen un alto grado de endemismo, con distribuciones restringidas y fuerte tendencia a limitarse a una o unas pocas cuencas hidrográficas. De Gipuzkoa y zonas limítrofes con Navarra son conocidas tres especies cavernícolas. *Pseudoniphargus incantatus* está prácticamente restringida a las cuencas del Ugarana y del Bidasoa (cuevas y surgencias en Zugarramurdi, Urdax, Yanci y Aitzbitarte); *P.unisexualis*, habita sólo en cuevas de zonas altas de Aitzgorri y Aralar; en los mismos macizos, a menor altitud, es sustituida por *P.vasconiensis*, de distribución algo más extensa, que abarca cuevas y surgencias de Aralar, Otsabio, Aitzgorri y Ernio, incluyendo zonas de estos macizos limítrofes con Navarra y Alava.

Vandeleuma vasconicum, Mauries (1966).

(Diplopoda, Craspedosomida: Vandeleumidae).

Ha sido colectada en las cuevas de Otsabio 1 ó Austokieta y sima de Leizegazto 2. La especie es una forma troglobia de antiguo origen endémica del País Vasco. No sólo la especie, sino también el género *Vandeleuma* (dedicado al insigne bioespeleólogo A. Vandel, director durante muchos años del Laboratorio subterráneo de Moulis, Ariège, Francia), es exclusivamente troglobio y endémico del País Vasco.

J.P. Mauries describe en 1966 un nuevo género troglobio de diplópodos: *Vandeleuma*, MAURIES (1966). La especie-tipo *Vandeleuma vasconicum* es descrita de la Grande Grotte de Sare (Laburdi, País Vasco francés), pero poco después es encontrada en la cueva de Otsabio 1 (= Austokieta) (Lizartza, macizo de Otsabio). Una segunda especie del grupo, *Vandeleuma hispanica*, CEUCA (1967), es descrita un año más tarde de cuevas del sinclinal central de Aralar. Estas dos son las únicas especies del género, ambas troglobias y endémicas del País Vasco. Junto con el género *Guipuzcosoma*, VICENTE & MAURIES (1980), sólo conocido por la especie *Guipuzcosoma comasi*, del sistema Sabesaia - Leizeaundia (macizo de Ernio), constituyen un grupo de troglobios antiguos, endémicos del País Vasco, actualmente incluidos en la familia Vandeleumidae (VICENTE, 1980; GALAN, 1993).

La especie posee, dentro de la región vasca, una distribución restringida y a la vez disyunta, ya que sólo es conocida de las dos cuevas citadas de Otsabio (Gipuzkoa) y de la localidad tipo en Laburdi. Todo ello, unido a sus consistentes rasgos troglomorfos, soportan la idea de un antiguo origen para el grupo.

Euryspeonomus (Urbasolus) c. ciauurrizi, Bolívar (1921).

(Coleoptera, Cholevidae: Leptodirinae).

Ha sido colectada en las cuevas de Atxiki 1 y 2. Previamente la subespecie sólo era conocida de las cuevas de Berroeta (Aldaz - Larraun) y Malkor Aundi (Atallo - Arribe), es decir, una estrecha zona al norte de Aralar que se extiende hasta la parte gipuzkoana de Otsabio. La otra subespecie, *E.c.igaratzai*, se encuentra en las cuevas de Basolo y Leizeta (zona alta del Aralar gipuzkoano). La especie en su conjunto está pues restringida a cuevas de Aralar y de una pequeña zona al N de dicha sierra que incluye los relieves de Otsabio.

El género *Euryspeonomus* en su totalidad posee 4 especies troglobias (de dos subgéneros distintos: *Euryspeonomus s.str.* y *Urbasolus*) que son endémicas del País Vasco. Al primero pertenecen dos especies: *E.breuili*, de cavidades de Aralar, y *E.mendizabali*, de los macizos de Ernio y Pagoeta. El segundo cuenta con otras dos especies: *E.eloseguii*, exclusivo de Urbasa y Andía (Navarra), y *E.ciauurrizi*, con las dos subespecies citadas, restringidas respectivamente a Aralar y una pequeña zona al N de Aralar.

E.c.ciaurrizi es un troglobio especializado perteneciente a una sección de la subfamilia Leptodirinae (= Bathysciinae) de amplia distribución norpirenaica a nivel de gran grupo. A nivel genérico y subgenérico la sección *Speonomus* de los Leptodirinae tiene distribuciones restringidas. En el País Vasco peninsular está representado por el subgénero *Speonomidius* (del género *Speonomus*) y por los géneros *Euryspeonomus*, *Speocharidius*, *Kobiella*, *Aranzadiella* y *Josettekia*, todos ellos endémicos, troglobios, y exclusivos de los territorios de Gipuzkoa y Navarra. El origen de este grupo de coleópteros relacionados soporta la idea de que ocurrió una amplia diversificación durante el Terciario, seguida de una irradiación específica en diferentes regiones kársticas. Durante el fin del Terciario y el Pleistoceno los Leptodirinae deben haber sido diezmados en las zonas glaciadas y de tundra, constituyendo entonces la región vasca un centro de diferenciación independiente. La distribución actual de las formas endémicas vivientes así lo indica (GALAN, 1993).

De las especies citadas, salvo *C.microps*, que es un troglobio poco modificado, los otros 5 taxa son muy troglomorfos y probablemente de antiguo origen (restos de una fauna cálida del Terciario). Las distribuciones p.ej. de *V.vasconicum* y *N.navaricum* muestran un carácter disyunto, que hace suponer que la colonización del karst se produjo hace considerable tiempo, en ciclos de karstificación anteriores en el tiempo al actual.

A la vez, la presencia de varias de estas antiguas especies en jóvenes cuevas hidrológicamente activas, como Leizegazto 2 ó Meru 2, muestran que los nuevos sistemas de cuevas van siendo invadidos por las especies troglobias a partir de las cuevas fósiles, seguramente a través de la red de mesocavernas que pone en continuidad unas cuevas con otras a medida que la karstificación progresa.

Esta evidencia bioespeleológica soporta la idea de que Otsabio es un karst polifásico, de naturaleza poligenética. El hecho de que apenas queden algunos vestigios o fragmentos de los sistemas de cuevas anteriores, formados bajo ciclos de espeleogénesis anteriores al actual, indica a su vez la juventud del ciclo actual y la importante erosión y denudación que ha experimentado el macizo, con la destrucción - denudación de una parte de la secuencia de rocas kársticas de la serie Jurásico - Urgoniana.

Otro rasgo notable de la representación faunística troglobia hasta ahora identificada es el elevado grado de endemismo regional. 4 de las 6 especies citadas constituyen endemismos vascos y una de ellas es prácticamente un endemismo gipuzkoano. Aunque no hay especies exclusivas del macizo, dos de ellas son conocidas en el mundo sólo de unas pocas localidades de este macizo y de una única localidad disyunta, de Laburdi en un caso, y de Lleida en el otro. Otra de las especies (el coleóptero *E.c.ciaurrizi*) se distribuye en un área muy restringida situada al N de Aralar (Aldaz, Atallo, Otsabio). Varias de estas especies revisten por tanto un alto interés desde un punto de vista paleo y biogeográfico.

Por todo ello esta rara fauna troglobia, en parte endémica y relictas, merece que se asegure su protección y conservación. Su rareza, pequeño tamaño de las poblaciones y baja capacidad reproductiva, hace que estas especies se encuentren hoy en situación de amenaza, bajo riesgo de extinción ante el avance de la intervención humana sobre su restringido habitat. Sin ninguna duda es conveniente desde ahora tratar de preservar estas especies creando algunas áreas protegidas que cubran al menos las localidades más significativas, como podrían ser las de Leizegazto, Atxiki y Meru, en los términos de Lizartza, Orea y Areso, respectivamente.

NOTAS ANTROPOLOGICAS.

Nuestros datos se reducen al hallazgo comentado de restos óseos humanos en un gours seco de la cueva de Illaratzu (cota 210 m.snm). Los restos se encontraban depositados en un piso superior (requiere escalar +3 m para acceder a él). Se colectaron varias falanges, incisivos y molares humanos, pero había también algunos fragmentos de costillas y dientes de animales, dispuestos directamente sobre el pavimento de calcita del gours y de similar coloración a éste, lo que denota cierta antigüedad del depósito. No se trata de un yacimiento sobre un relleno de sedimentos susceptible de ser excavado, sino directamente sobre espeleotemas que recubren la roca caja. Sí puede ser objeto de excavación o revisión el piso sedimentario de acceso a la cueva y una pequeña boca que se observa colgada en la pared a +8 m sobre la de Illaratzu. Cabe destacar que previamente no era conocido ningún yacimiento de época prehistórica en esta región.

El material colectado fue revisado por el Dr. Francisco Etxeberria (del Dpto. de Antropología de la SCA) quien confirmó que se trataba de restos humanos de época prehistórica, que, como en hallazgos similares de la región vasca, corresponde a un depósito sepulcral en cueva del período Neolítico (4-5 mil años AP). El hallazgo fue oportunamente comunicado al Dpto. de Cultura de la Diputación Foral de Gipuzkoa y el material quedó depositado en las colecciones de la SCA.

El hecho de que el ser humano utilizara las cuevas en esa época como lugar de enterramiento, muestra que debía conocer y utilizar otras cuevas existentes en la región. Al respecto, el valle del Araxes es una vía natural de comunicación para acceder desde Tolosa y el valle del Oria hacia el interior de Navarra. Desde Lecumberri puede descenderse siguiendo el curso del río Larraun hacia Irurzun y la llanura de Pamplona. De hecho, el corredor del Araxes - Larraun es uno de los pasos naturales más cómodos y de baja altitud entre Tolosa y Pamplona, motivo por el cual la antigua carretera seguía este trazado.

El valle del Araxes, además, al estar encajado entre montañas de abrupto relieve, posee una serie de recursos naturales de potencial interés para el ser humano (cinagéticos, forestales, etc.). Si el valle era frecuentado por el hombre durante el Neolítico, es probable que puedan encontrarse otros vestigios de interés antropológico o arqueológico en cuevas de la región, incluso de épocas prehistóricas anteriores.

Para orientar tales búsquedas, como producto de nuestro conocimiento del macizo y sus cavidades, sugerimos a continuación a los arqueólogos otras 4 cuevas que, por sus características, son susceptibles de contener yacimientos similares a los de Illaratzu o incluso más propicios para la ocupación humana en época prehistórica.

En situación similar a la de Illaratzu se encuentran las cuevas de Kaitxiki y Atxiki. Kaitxiki 1 está situada a 1 km al NW de Illaratzu, en la cota 240 m.snm, en la ladera de enfrente a Illaratzu (margen izquierda). Posee una amplia boca y porche de entrada en penumbra, con suelo inclinado hacia la ladera exterior, pero con toda una serie de nichos utilizables con fines sepulcrales. Atxiki 1 está situada en el valle paralelo de Orexa, a 1.5 km de distancia en planta de Illaratzu, en la cota 475 m.snm. Su boca domina un amplio sector del centro de este valle. Posee también un porche iluminado, nichos y galerías interiores susceptibles de uso humano.

Otras dos cuevas poseen en su zona de entrada salas o galerías de suelo plano, de sedimentos finos, que hacen de ellas lugares óptimos como refugio, incluso de habitación temporal. Sus bocas son relativamente amplias y permiten estar de pie. La primera de ellas es la cueva de Sagaskin 3, situada en la cota 260 m.snm, en un entrante topográfico que contiene un vallecito afluente al Araxes. Un arroyo recorre el valle y pasa prácticamente enfrente y ligeramente más bajo que la boca de la cueva. La otra cavidad, Olaetxea 1, está situada en la cota 440 m.nm, en un collado sobre la cresta de un estribo o espolón calizo que domina el valle del Araxes. Es de fácil acceso desde el NW y SSW, a partir de vallecitos afluentes. La cueva es un buen refugio de caza y oteadero, por su alta posición sobre el valle.

Las dos cuevas citadas han sido utilizadas en época actual para el resguardo de ovejas y constituyen en nuestra opinión excelentes lugares de vivac para los exploradores que frecuentaran la región. Sus suelos, planos o con ligero declive hacia el interior, son por demás propicios para que alberguen en sus sedimentos vestigios del pasado en ordenada secuencia estratigráfica. Las cavidades están situadas a escasos 2 km al SSW de Illaratzu.

Detalles adicionales sobre las cuevas citadas pueden encontrarse en los apartados de descripción y topografía. Sus coordenadas exactas son dadas en la Tabla 1.

DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Ha sido dada una amplia descripción del karst de Otsabio y las cavidades que contiene, un macizo relativamente extenso que hasta la realización del presente trabajo permanecía prácticamente desconocido. El estudio, básicamente de Espeleología Física, incluye datos de interés hidrogeológico, bioespeleológico y antropológico. Los resultados obtenidos han sido comentados en sus distintos apartados.

El tema que plantea mayor dificultad de interpretación es el relativo a su espeleogénesis. El tema será discutido a continuación y trata de dar respuesta al resultado paradójico de la relativa escasez de cavernas en un karst de cierta extensión y potencia.

En primer lugar, conviene destacar que este resultado no es un hecho tan excepcional como a primera vista pueda parecer. De modo comparado y como ejemplo cercano tenemos en Aralar su región nor-oriental, donde la unidad denominada "acuífero de Latasa" presenta rasgos similares a Otsabio (GALAN, 2004): surgencia difusa de las aguas subterráneas a lo largo del río que corta el afloramiento (en este caso, el Larraun), considerable extensión y potencia de la serie carbonática (de similar edad y litología a la de Otsabio), bajo número de cavidades y escaso desarrollo de las mismas.

Otro ejemplo cercano lo constituye el macizo de Uzturre-Loatzto, el cual a pesar de su favorable estructura en cubeta sinclinal, posee 52 cavidades pero ninguna mayor de 100 m. El mayor desnivel lo constituye una sima de -57 m.

En realidad, simas hidrológicamente activas con las dimensiones de Leizegazto 2 (-158 m) o Meru 2 (-50 m), son relativamente importantes. En Gipuzkoa, sólo en los cuatro grandes macizos (Aralar, Aitzgorri, Ernio e Izarraitz) se

encuentran simas de tal magnitud, faltando en numerosos macizos menores.

Los dos factores que mayor incidencia parecen tener en dificultar la espeleogénesis, a nivel regional, son la presencia de intercalaciones arcillosas y margosas en las series carbonáticas y la disposición del nivel de base local a lo largo de talwegs subhorizontales sobre largas distancias. El agua subterránea podrá circular con mayor o menor dificultad a través de las rocas, pero la formación de macrocavernas se ve entorpecida. Los conductos grandes a menudo colapsan por fenómenos clásticos o se colmatan con materiales detríticos.

El aspecto más disímil que presenta Otsabio, con respecto a otros karsts cercanos, es que, a pesar de los hechos comentados, existen áreas o lentes de caliza muy compactos y de gran potencia, como los apreciables en los grandes cortes de las canteras de Arterreka y Narbaizu, poco karstificados y sin cuevas. Pero también encontramos ejemplos comparables próximos, como la lente recifal de Alleko pikoa en el Urgoniano Sur de Aralar o moles calizas prominentes como el monte Buruntza en la zona de Andoain. Es decir, que tampoco es éste un hecho excepcional.

Nosotros postulamos como hipótesis que la mejor explicación para este bajo grado de espeleogénesis en Otsabio se encuentra en la relativa juventud del ciclo kárstico actual y en la erosión y dismantelamiento de sistemas de cuevas formadas en ciclos anteriores en el tiempo. Todo ello como producto del avance de la erosión de superficie sobre los terrenos calizos.

En la teoría clásica, a nivel mundial, se acepta que la espeleogénesis en calizas comprende generalmente dos fases: (1) una fase de iniciación, o de ampliación inicial de las fracturas y discontinuidades, hasta alcanzar un tamaño crítico, y (2) una fase de crecimiento, o de ampliación de los protoconductos hasta el tamaño de conductos o galerías plenamente formados (WHITE, 1988; FORD & WILLIAMS, 1989).

La duración de la fase de iniciación depende mucho de la anchura inicial de las fracturas y/o porosidad de la roca, además de las características geoquímicas e hidráulicas, pero se acepta que en la generalidad de los casos es suficiente un lapso de tiempo de 3-10 ka (1 ka = mil años). Cuando los protoconductos alcanzan diámetros de 0.5-5 cm se produce un cambio cinético, ya que el flujo cambia de un régimen laminar a otro turbulento (DREYBRODT & GABROVSEK, 2000). La fase de crecimiento, en la que los protoconductos se desarrollan hasta conductos plenamente formados (diámetros de 1-10 m ó más), tiene una duración variable, que en la mayoría de los karsts queda comprendida entre 10-100 ka (PALMER, 1991; FORD & WILLIAMS, 1989; GALAN, 1991; MYLROIE & CAREW, 1987). Desde un punto de vista hidrogeológico, también es aceptado un lapso de tiempo del orden de 10-20 ka para lograr el establecimiento de un nuevo sistema de drenaje subterráneo (BOGLI, 1981; BAKALOWICZ, 1979, 1982; MANGIN, 1982).

Numerosos datos basados en dataciones absolutas para cuevas de Norte América y Europa indican que un origen post-glacial de cuevas en relieves jóvenes es perfectamente posible y ajustado a la realidad, habiéndose formado las cuevas y/o galerías del ciclo hidrológico actual durante los últimos 8-15 ka (una síntesis de datos ha sido recopilada por WHITE, 1988). Puede concluirse que la escala de tiempo requerida para el desarrollo de un relieve kárstico de superficie y de un sistema de conductos subterráneos asociado es del orden de 10-100 ka, en la generalidad de los casos.

No obstante, a diferencia de los organismos vivos (con un inicio y fin claramente definidos), el desarrollo global de un sistema kárstico puede ser "congelado" o detenido y reactivado o "rejuvenecido" múltiples veces, por una serie de ciclos kársticos sucesivos. El karst evoluciona en ciclos, correspondiendo cada uno de ellos a la puesta en funcionamiento de un nuevo sistema de drenaje subterráneo (BAKALOWICZ, 1982; MANGIN, 1982).

Las formas kársticas (superficiales y subterráneas) de cada etapa evolutiva (ciclos) pueden ser destruidas por erosión, denudación y abrasión, entre otros factores, y normalmente la interrupción temporal y/o final de la karstificación es causada por la fosilización del karst debida a la pérdida de su función hidrológica (FORD & WILLIAMS, 1989). Los movimientos tectónicos, cambios climáticos, cambios eustáticos del nivel del mar, descensos del nivel de base local por erosión, descensos del nivel piezométrico y cambios de posición del lugar de surgencia, son responsables o siguen como consecuencia a esta alternancia de ciclos. Los distintos niveles de cuevas en muchos karst de montaña o la existencia de varios niveles de galerías en una misma cueva van a menudo asociados a esta sucesión de ciclos, a cada uno de los cuales corresponde una nueva fase de espeleogénesis (BOGLI, 1981; JENNINGS, 1985; WHITE, 1988). El carácter policíclico del karst determina que sus cuevas posean a menudo una naturaleza poligenética.

Muchos niveles de cuevas y galerías -bajo estrecho rango vertical- parecen haber sido formadas en respuesta a episodios intermitentes de rápida excavación de los valles, seguidos por largos períodos con el nivel de base virtualmente estático. El descenso del nivel de base puede ser debido a simple erosión de cabecera pero más frecuentemente en zona templada va asociado a cambios climáticos como los que han caracterizado al glaciario cuaternario (FORD & WILLIAMS, 1989; GALAN, 1991). Los descensos del nivel de base son seguidos o acompañados por descensos del nivel piezométrico en el karst, con establecimiento de niveles más bajos de excavación de nuevos conductos y espeleogénesis, a la vez que quedan hidrológicamente inactivos los niveles superiores. BOGLI (1981), MAIRE (1990) y WHITE (1988), entre muchos otros autores, han citado ejemplos de karsts en zona templada donde los

ciclos de formación de cuevas están correlacionados con los períodos interglaciales. Estos trabajos muestran que los episodios glaciales son relativamente estáticos en el endokarst, mientras que en superficie predomina ampliamente la erosión y rebajamiento de las superficies calizas, recortando el relieve y haciendo desaparecer sistemas de cuevas previos. Por el contrario, en cada interglacial predomina la disolución en el endokarst, dando origen a nuevos sistemas de galerías. Estos ciclos o episodios alternantes pueden corresponder a estadios e interestadios y no sólo al punto álgido de las glaciaciones principales, como lo demuestran ejemplos que cuentan con dataciones absolutas en espeleotemas y sedimentos (CORBEL, 1959; GASCOYNE & FORD, 1984; MAIRE, 1990). Debido a que durante el cuaternario han ocurrido al menos 17 ciclos glaciales (EVANS, 1971; HAMBREY & HARLAND, 1981) y que la magnitud de cada ciclo de espeleogénesis es del orden 10-100 ka, muchos karsts conservan formas datantes de al menos varias etapas distintas, por lo común las más próximas al presente.

En el caso de Otsabio no parece ofrecer dudas de que el ciclo de espeleogénesis actual está en una fase relativamente juvenil y de que las cavidades hidrológicamente activas son de edad Holocena (los últimos 10 ka) y están siendo formadas hasta hoy. Las cuevas fósiles o restos de las mismas, observables en distintos relieves prominentes (espolones o estribos), son escasos e indican que tanto las cuevas como esos relieves son en parte residuales. Conocer su edad requiere datación, pero su fosilización bien puede corresponder a los últimos episodios de erosión y denudación superficial (Pleistoceno tardío). Lo que resulta una incógnita es la cantidad removida de caliza bajo tales eventos y si en esos volúmenes de roca virtualmente destruidos la densidad y magnitud de cavernas era alta o por el contrario baja. Las litologías margosas predominantes en la serie nos inclinan a creer lo segundo, es decir, que la espeleogénesis en ciclos pasados no sería muy distinta a la que observamos hoy. No obstante, puede no sólo haberse destruido un cierto número de cavidades, sino además puede haberse colapsado -por fragmentación del tramo más superficial de caliza- el acceso a otras cuevas, de modo que hoy resultan inaccesibles. Por ejemplo, la extensión de grandes canchales en el macizo puede ocultar y bloquear el acceso a cuevas fósiles subyacentes.

Sólo cabe concluir que sería de interés datar espeleotemas en algunas de las cuevas fósiles preservadas, como las de Atxiki y Kaitxiki, ya que ello podría aportar evidencia de los cambios reales ocurridos y las épocas en que se produjeron.

Otsabio resulta así un macizo singular, que independientemente de la magnitud de sus cuevas, contiene interesantes aspectos de interés geológico, biológico, e incluso antropológico.

AGRADECIMIENTOS.

Desde estas líneas queremos agradecer a todos aquellos que nos acompañaron o colaboraron en la exploración del macizo y realización del presente trabajo: Eric Leroy, Sandrine Coissard, David Peña, Jon Lazkano, José I. Del Cura, Christian Besance, Luis Gimeno, Sayoa Peña, Felicidad García, Cristina Del Cura, Francisco Etxeberria, Imanol Goikoetxea y Beñat Ibaieta.

BIBLIOGRAFIA.

- BAKALOWICZ, M. 1979. Contribution de la géochimie des eaux à la connaissance de l'acuífère karstique et de la karstification. Thèse Doct.Sci.Nat., Lab.Sut.CNRS: 269 p.
- BAKALOWICZ, M. 1982. La genèse de l'acuífère karstique vue par un géochimiste. Karst Larra 82, Publ. Serv. Geol. Dip. Navarra: 159-174.
- BOGLI, A. 1981. Karst hydrology and physical speleology. Springer, Berlin, 284 pp.
- CAMPOS, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31(1-2): 3-139.
- CARRERAS, A. et al. 1987. Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos de la provincia de Guipúzcoa. Munibe (Cienc.Nat.), S.C.Aranzadi, 39: 9-50.
- CASTIELLA, J.; J. SOLE; S. NIÑEROLA & A. OTAMENDI. 1982. Las Aguas Subterráneas en Navarra. Proyecto Hidrogeológico. Dip.For.Navarra, Dir.Obras Públicas, Serv.Geol., Pamplona, 229 pp.
- CEUCA, T. 1967. Contribution à la connaissance de la faune des Diplopodes cavernicoles d'Espagne. Publ. Inst. Biol. Apl., 42: 127-132.
- CORBEL, J. 1959. Erosion en terrain calcaire (vitesse d'érosion et morphologie). Ann. Géogr., 68 (366): 97-120.
- DREYBRODT, W. & F. GABROVSEK. 2000. Dynamics of the evolution of single karst conduits. In: KLIMCHOUK et al. (Eds.). Speleogenesis: Evolution of karst Aquifers. Nat.Speleol.Soc., Huntsville, 184-193.

- DUVERNOIS, C.; M. FLOQUET & B. HUMBEL. 1972. La Sierra d'Aralar. Stratigraphie. Structure. Cartographie au 1/25.000. 264 p. Tesis doctoral. Univ. Dijon. 2 Tomos. Mapa geológico 1:25.000.
- EVANS, P. 1971. Towards a Pleistocene time-scale. Publ. Geol. Soc. London, 5: 121-356.
- FORD, D. & P. WILLIAMS. 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. Unwin Hyman, London, 601 pp.
- GALAN, C. 1989. Estudio hidrogeológico del sistema kárstico de Ormazarreta (Sierra de Aralar). Príncipe de Viana (Supl.Ciencias), Gob.Navarra, Dpto. Educación y Cultura, IX(9): 5-42.
- GALAN, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado. Munibe (Cienc. Nat.), 43: 43-72.
- GALAN, C. 1993. Fauna Hipógea de Gipuzcoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi, 45 (número monográfico): 1-163.
- GALAN, C. 2004. Espeleología física del karst de Aralar: una visión global de sus principales cavidades y sistemas subterráneos. Pág. web aralar-natura.org (Gobierno Vasco & S.C.Aranzadi), 28 pp.
- GALAN, C. & F. ETXEBERRIA. 1994. Karsts y cavernas de Gipuzkoa. Colección BERTAN, Dpto. Cultura, D.F. Gipuzkoa (Ed.Euskera + Inglés-Francés-Español). (6): 72 pp + 30 pp. 160 Illustr.color.
- GALAN, C.; GOIKOETXEA, I. & R. ZUBIRIA. 2002. Catálogo Espeleológico de Gipuzkoa - Archivos S.C.Aranzadi: Una base de datos sobre 1800 cavidades naturales y un análisis de su distribución geográfica, dimensiones e información aplicada. Página web SCA, Archivo PDF 20 pp + Base de Datos.
- HAMBREY, M. & B. HARLAND. 1981. The evolution of climates. In: The Evolving Earth. British Mus. Nat. Hist., Cambridge Univ. Press., 264 pp.
- JENNINGS, J. 1985. Karst geomorphology. Blackwell, Oxford, 293 pp.
- MAIRE, R. 1990. La haute montagne calcaire. Karstologia Mémoires (3): 1-732.
- MANGIN, A. 1982. L'approche systemique du karst, consequences conceptuelles et methodologiques. Karst Larra 82, Publ. Serv. Geol. Dip. Navarra: 141-157.
- MANHERT, V. 1977. Spanische Höhlenpseudoscorpione. Misc. Zool., 4(1): 61-104.
- MAURIES, J.P. 1966. Vandeuma et Vascosoma genres nouveaux des grottes du pays basque français (Diplopoda, Craspedosomidea). Ann. Spéléol., 21(3): 631-641.
- MYROIE, J. & J. CAREW. 1987. Field evidence of the minimum time for speleogenesis. Nat.Speleol.Soc. Bull., 49 (2): 67-72.
- PALMER, A. 1991. Origin and morphology of limestone caves. Geol. Soc. America Bull., 103: 1-21.
- VICENTE, M. 1980. Diplopoda. In: ESPAÑOL *et al.*, 1980. Contribución al conocimiento de la fauna cavernícola del País Vasco. Kobie, 10: 542-544.
- VICENTE, M. & J.P. MAURIES. 1980. Un género y una especie nuevos de Diplópodos cavernícolas de Guipúzcoa, España (Myriapoda. Diplopoda). Speleon, 25: 9-14.
- WHITE, W.B. 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford University Press, New York, 464 pp.
- ZARAGOZA, J.A. 2000. Pseudoscorpiones cavernícolas de Asturias, Cantabria y País Vasco (Arachnida). Mediterránea, Serie de estudio biológicos Univ. Alicante, Epoca 2, 17: 1-44.