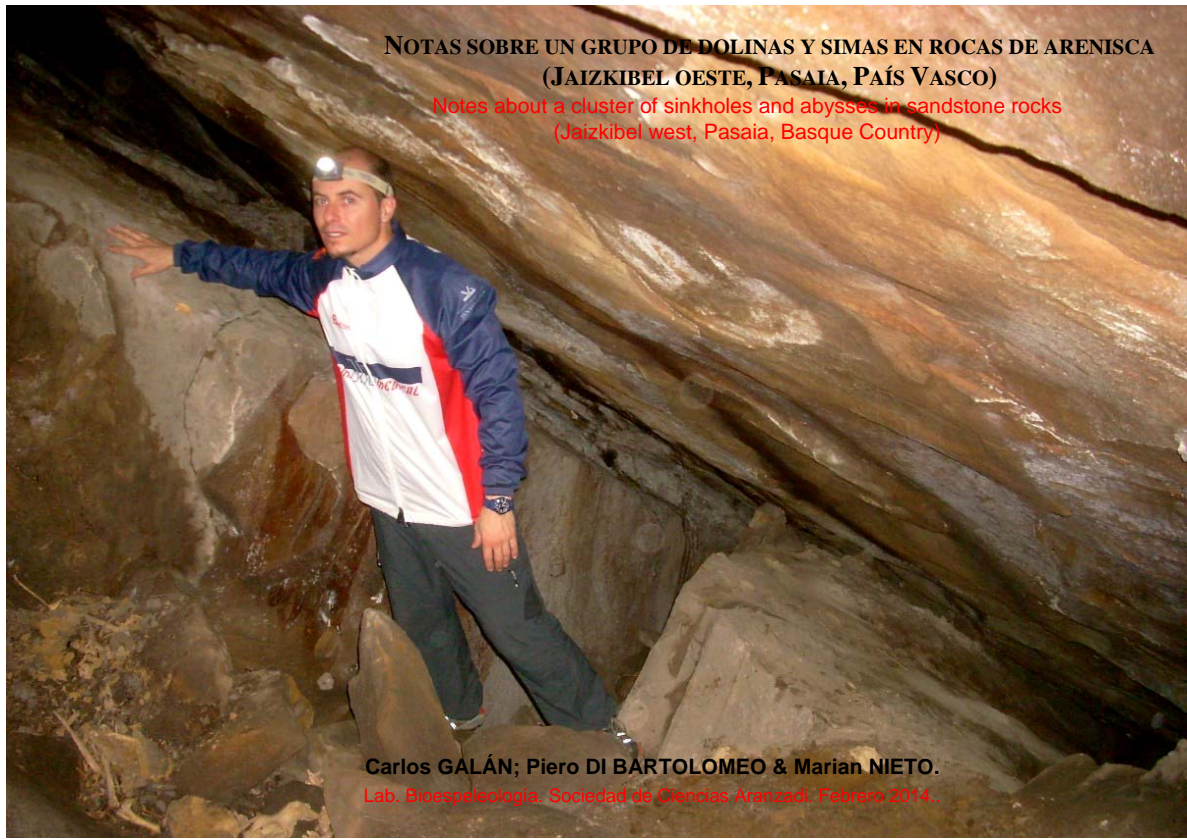


**NOTAS SOBRE UN GRUPO DE DOLINAS Y SIMAS EN ROCAS DE ARENISCA
(JAIZKIBEL OESTE, PASAIA, PAÍS VASCO)**

Notes about a cluster of sinkholes and abysses in sandstone rocks
(Jaizkibel west, Pasaia, Basque Country)



Carlos GALÁN; Piero DI BARTOLOMEO & Marian NIETO.
Lab. Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Febrero 2013.

NOTAS SOBRE UN GRUPO DE DOLINAS Y SIMAS EN ROCAS DE ARENISCA (JAIZKIBEL OESTE, PASAIA, PAÍS VASCO)

Notes about a cluster of sinkholes and abysses in sandstone rocks (Jaizkibel west, Pasaia, Basque Country)

Carlos GALÁN; Piero DI BARTOLOMEO & Marian NIETO.

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.

E-mail: cegalham@yahoo.es

Febrero 2014.

RESUMEN

Se presentan datos sobre un grupo de depresiones y simas interrelacionadas, exploradas en estratos de arenisca, en la parte alta oeste del litoral del monte Jaizkibel. Las rocas son parte de la secuencia de turbiditas abisales del flysch Eoceno de Gipuzkoa (Formación Jaizkibel, País Vasco).

Las cavidades se han formado en una zona de ruptura de la pendiente del frente costero. La infiltración de las aguas de escorrentía superficiales entre fracturas de los estratos de arenisca ha generado en la zona de borde varias depresiones o dolinas. La karstificación se prolonga a expensas de diaclasas verticales formando un conjunto de simas interrelacionadas de hasta -25 m. El sistema alcanza en total 50 m de profundidad. Las cavidades poseen diversas espeleotemas, una interesante representación de invertebrados cavernícolas y restos óseos de mamíferos.

Palabras clave: Karst, Espeleología física, cuevas, arenisca, Biología subterránea, Geomorfología.

ABSTRACT

Data on a cluster of interrelated depressions and abysses are presented, explored in sandstone strata in the upper part of the west coast of Jaizkibel Mountain. The rocks are part of the abyssal turbidites sequence of the Eocene flysch of Gipuzkoa (Jaizkibel Formation, Basque Country).

The cavities have been formed in a rupture zone of the slope of the coastal front. Infiltration of surface water runoff between fractures of the sandstone strata has generated in the edge zone several depressions or sinkholes. The karstification extends at the expense of vertical joints forming a set of interrelated abysses up to -25 m depth. The system reaches a total of 50 m depth. The cavities have diverse speleothems, an interesting representation of cave invertebrates and mammal skeletal remains.

Key words: Karst, Physical Speleology, caves, sandstone, Underground Biology, Geomorphology.

INTRODUCCION

En la arenisca y rocas relacionadas de facies flysch de la Formación Jaizkibel, de edad Eoceno temprano, se ha desarrollado una intensa karstificación. Estas rocas representan los últimos sedimentos marinos antes de la emersión del territorio y la formación del conjunto montañoso denominado Arco Plegado Vasco, prolongación occidental de la cadena Pirenaica (Boillot & Malod, 1988; Campos, 1979; Galán, 1993; Rat, 1988).

Las cavidades en la arenisca de la Formación Jaizkibel se forman básicamente por un proceso subterráneo de disolución intergranular de la roca-caja, la cual actúa no sólo a partir de fracturas y planos de estratificación, sino que avanza en el límite entre los cristales individuales de cuarzo, disolviendo el cemento carbonático (que comprende aproximadamente el 10% del volumen de roca), disolviendo parcialmente los granos de cuarzo (que representan el 90% del volumen) y produciendo también la alteración por hidrólisis de cantidades minoritarias de feldspatos y micas contenidos en la matriz. Esta disolución es compleja y a menudo involucra la acción de ácidos orgánicos producidos por actividad geomicrobiológica bacterial.

Su resultado es una progresiva descohesión o arenización de la roca, que pasa de ser compacta a incoherente. De este modo se forma un gran número y diversidad de cavidades (a distintas escalas), con una gran variedad de espeleotemas y geoformas, algunas de ellas nuevas para la Ciencia (Galán, 2013; Galán & Nieto, 2010; 2012; Galán & Vera Martin, 2010, 2011; Galán et al, 2009, 2013). Estas areniscas poseen también diversos tipos de concreciones, entre ellas grandes paramoudras, los cuales constituyen los ejemplos más espectaculares existentes a nivel global (Galán et al., 2008).

No obstante, la alternancia de litologías blandas y menos permeables en la serie flysch, hace que a medida que progresa la erosión de superficie, los estratos gruesos de arenisca experimentan solifluxión y colapso mecánico, con deslizamiento de paneles enteros de roca karstificada y con la consiguiente destrucción y desmantelamiento de cavidades previamente formadas.

Estas variaciones entre fases de excavación y destrucción de cavidades se alternan o suceden en el tiempo, acompañando al modelado y rebajamiento de superficie. En este sentido, las zonas de borde de escarpes y acantilados constituyen zonas de gran actividad geomorfológica, donde junto a cavidades extensas, en pleno proceso de formación y ampliación, se encuentran fragmentos o restos de cavidades que están siendo desmanteladas. De igual modo, la incipiente infiltración y organización del drenaje subterráneo se ve perturbada por los procesos destructivos.

En esta nota describiremos un conjunto de cavidades, situadas en el borde de una zona de ruptura de la pendiente topográfica del frente costero, que si bien poseen dimensiones modestas, ilustran afinadamente estos aspectos. En la nota también pasaremos revista a la fauna cavernícola de estas simas y a la diversidad de pequeñas espeleotemas presentes en ellas.

MATERIAL Y METODOS

Las cavidades fueron localizadas y exploradas en varias salidas de prospección efectuadas en 2008 y 2014. El conocimiento de las cavidades fue progresivo, contando en las primeras salidas con la contribución de Michel Molia y Jose M. Rivas, mientras que las últimas fueron localizadas en 2014 gracias a la colaboración de Garbiñe Albisu.

En la exploración de las cavidades se emplearon técnicas de escalada y espeleología vertical (escalas metálicas, cuerda estática y jumars). Los levantamientos topográficos fueron efectuados con instrumental de precisión Suunto (brújula, clinómetro) y cinta métrica, debidamente calibrados. Los planos de las cuevas fueron dibujados en formato digital en programa Freehand.

Muestras de roca y espeleotemas fueron tomadas con ayuda de martillo y cincel, y fueron transportadas en bolsas plásticas estancas para su observación al microscopio y análisis en laboratorio. El material biológico colectado fue preservado en alcohol etílico al 75%, fue examinado bajo microscopio binocular Nikon y ha sido identificado de modo preliminar hasta distintos niveles taxonómicos, según los grupos. Los datos descriptivos han sido complementados con fotografías digitales tomadas con una cámara Nikon Coolpix de 6 megapíxeles de resolución, a fin de ilustrar las características de las cavidades y de su entorno geográfico. El trabajo presenta también datos comparados sobre espeleotemas, geoformas y diversos aspectos geomorfológicos involucrados en la génesis de cavidades en arenisca.

RESULTADOS

Las cavidades se localizan en la cota 221 m snm (Figura 1), a 45 m por debajo de la cresta de Morro (en término de Pasaia), en la parte alta de la ladera N que da al mar, al SE de la punta de Burrustarri y al SSW de la Sima de Tanbo 2 (Galán et al, 2013). Las coordenadas UTM 30N de la boca de la cavidad superior (JkW1) son las siguientes: N 4.798.711; E 588.427.

En este sector se produce un corte abrupto de la pendiente topográfica: la parte superior de la ladera de la cresta, más suave (en torno a 30-35°), da paso a un escalón frontal al que sigue una pendiente más fuerte (40-45°) que desciende uniforme hacia el mar, paralela al buzamiento de las capas (de 40-45° N). Inmediatamente por encima del reborde abrupto o zona de quiebre de la pendiente, existe una explanada subhorizontal, donde se localizan dos dolinas circulares de 15 m de diámetro y fondo plano.

La sima JkW1 se localiza en el fondo de la dolina W, oculta entre una tupida vegetación baja de helechos y argomas. A unos 10 m al N y 5 m más abajo, en pleno reborde rocoso, se abre la boca horizontal de la sima JkW2. La dolina E no posee cavidades y por encima de ella se presenta un escarpe lateral N-S de unos 20 m de longitud y 6 m de desnivel. Este escarpe está orientado sobre una fractura N-S, en cuya continuación N, a unos 20 m por debajo del nivel de la explanada, se abre lateralmente la boca de la sima JkW3, la más profunda de todas. Las tres cavidades, interrelacionadas, se desarrollan sobre un sistema ortogonal de fracturas verticales, perpendiculares a la estratificación. La escorrentía de la parte superior de la ladera es capturada por las dolinas y se infiltra en las cavidades siguiendo la red de fracturas verticales y/o el buzamiento.

DESCRIPCION DE LAS CAVIDADES

Sima JkW1. La boca, de 2 m de ancho por 1 m de alto, da paso a una rampa en fuerte pendiente, que hay que destrepar, donde la cavidad se amplía en sala descendente de unos 7 m de diámetro y bóveda a 2,5 m de altura (Figuras 2 á 5). En el lado E de la sala existe una galería lateral horizontal que se cierra por derrumbe y colmatación de sedimentos. En la parte W existe otra grieta vertical que se obstruye a -5 m. La continuación N de la sala desciende teniendo por suelo un bloque plano, con una fractura central que cae en sima de -6 m, ampliándose por debajo del bloque. La continuación, descendente hacia el N, es una galería estrecha y alta, la cual presenta casi de inmediato otro pozo vertical de -5 m. Sigue un nivel inferior descendente que se obstruye en grietas impracticables en la cota -18 m. El desarrollo total de la cavidad es de 40 m (Ver plano de las tres cavidades en Figura 6).

Sima JkW2. Consta de una boca horizontal de 1 m de ancho por 2 m de alto, la cual da paso a una galería horizontal y recta hacia el Sur que a los 6 m se abre en sima de -6 m destreparable con ayuda de cuerda (Figuras 7-8). La continuación inferior desciende bajo un bloque empotrado y asciende luego ligeramente, siguiendo la misma fractura, de gran altura, hasta su cierre bajo una chimenea. El suelo de la galería está obstruido por sedimentos. Totaliza 22 m de desarrollo y -8 m de desnivel.



Figura 1. Área de estudio en la ladera Norte de Jaizkibel, con la punta de Burrustarri en primer plano. La flecha roja indica la posición de la zona de dolinas donde se localizan las simas JkW 1 á 3. En la imagen inferior detalle de la zona de dolinas y terminación del escarpe superior.



Figura 2. Detalles de la arenisca de Jaizkibel en superficie y en el interior de la sima JkW1, con distintos grados de arenización de la roca-caja, bloques disgregados y espeleotemas.



Figura 3. Acceso en rampa y primera sala de la sima JkW1. Nótese los recubrimientos de espeleotemas blancas de silicatos de aluminio y pequeñas estalactitas tubulares de ópalo-A y yeso en las aristas más ventiladas de la bóveda.



Figura 4. Detalles de la sima JkW1. Imagen superior: vista hacia la sima de 5 m del lado W y restos óseos de un cánido. Nótese sobre las paredes vermiculaciones arcillosas y espeleotemas de silicatos de aluminio y/o alófanos. En la imagen inferior se aprecia el inicio de la galería E y la continuación principal hacia las simas internas.

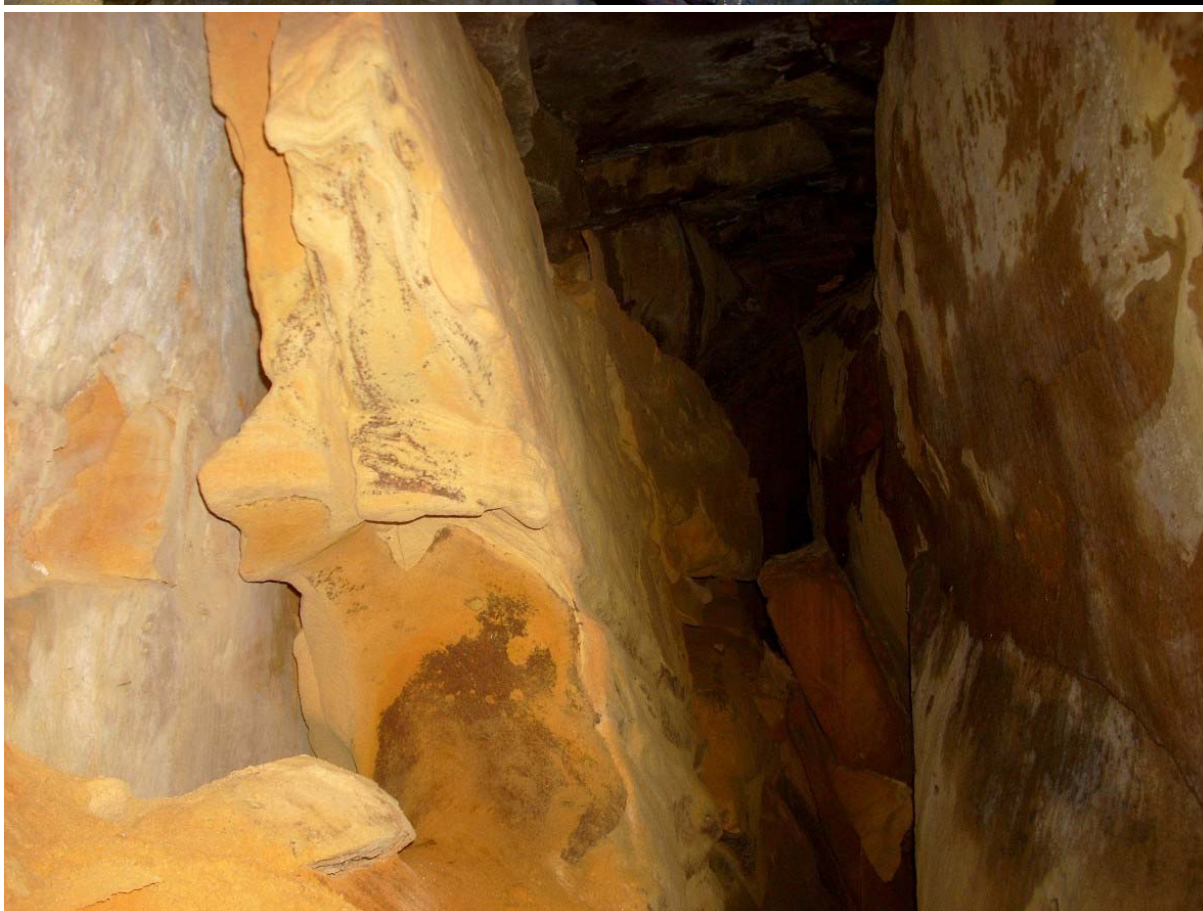


Figura 5. Sima JkW1. Detalle de espeleotemas botroidales de ópalo-A, silicatos de aluminio y óxidos de hierro. En la imagen inferior se aprecia la continuación de la galería principal hacia las simas inferiores.

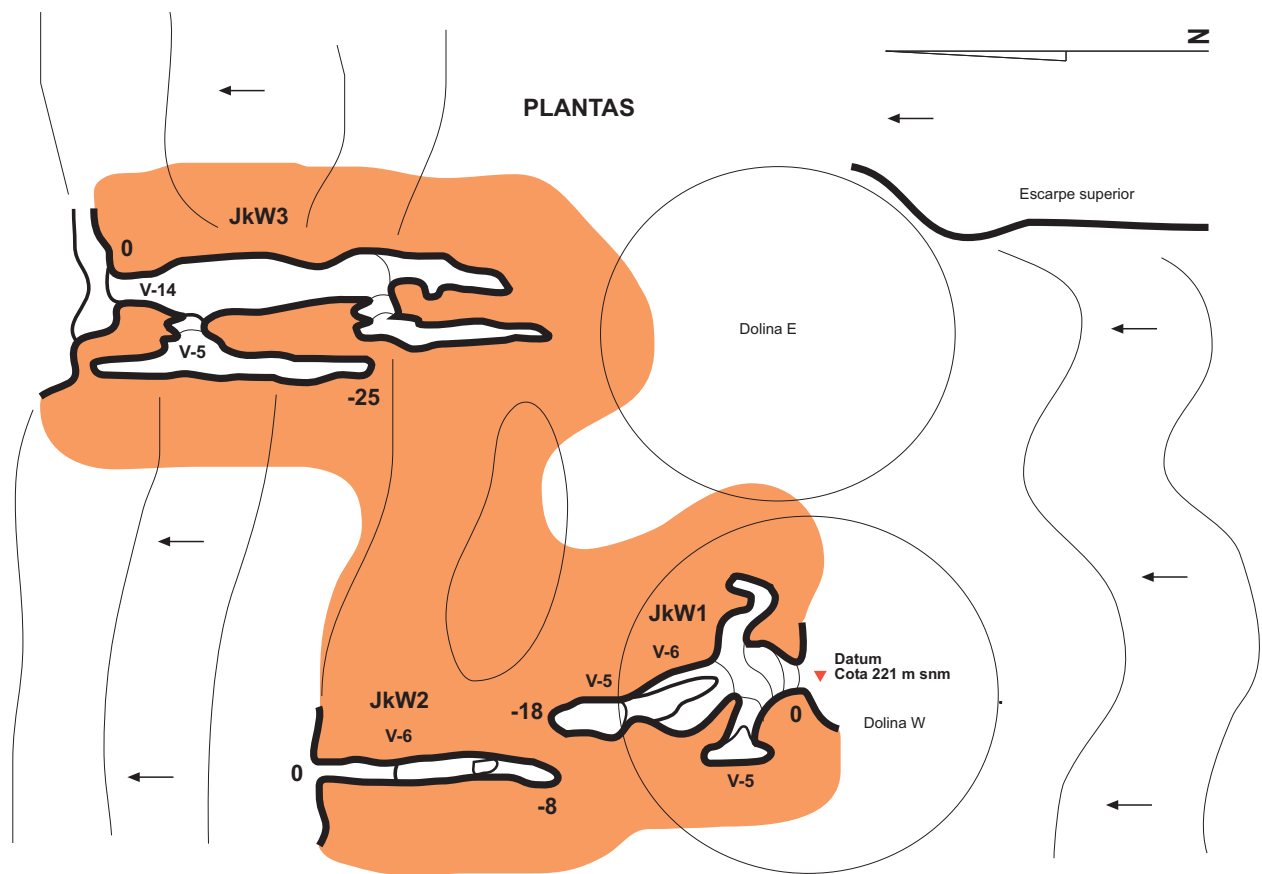
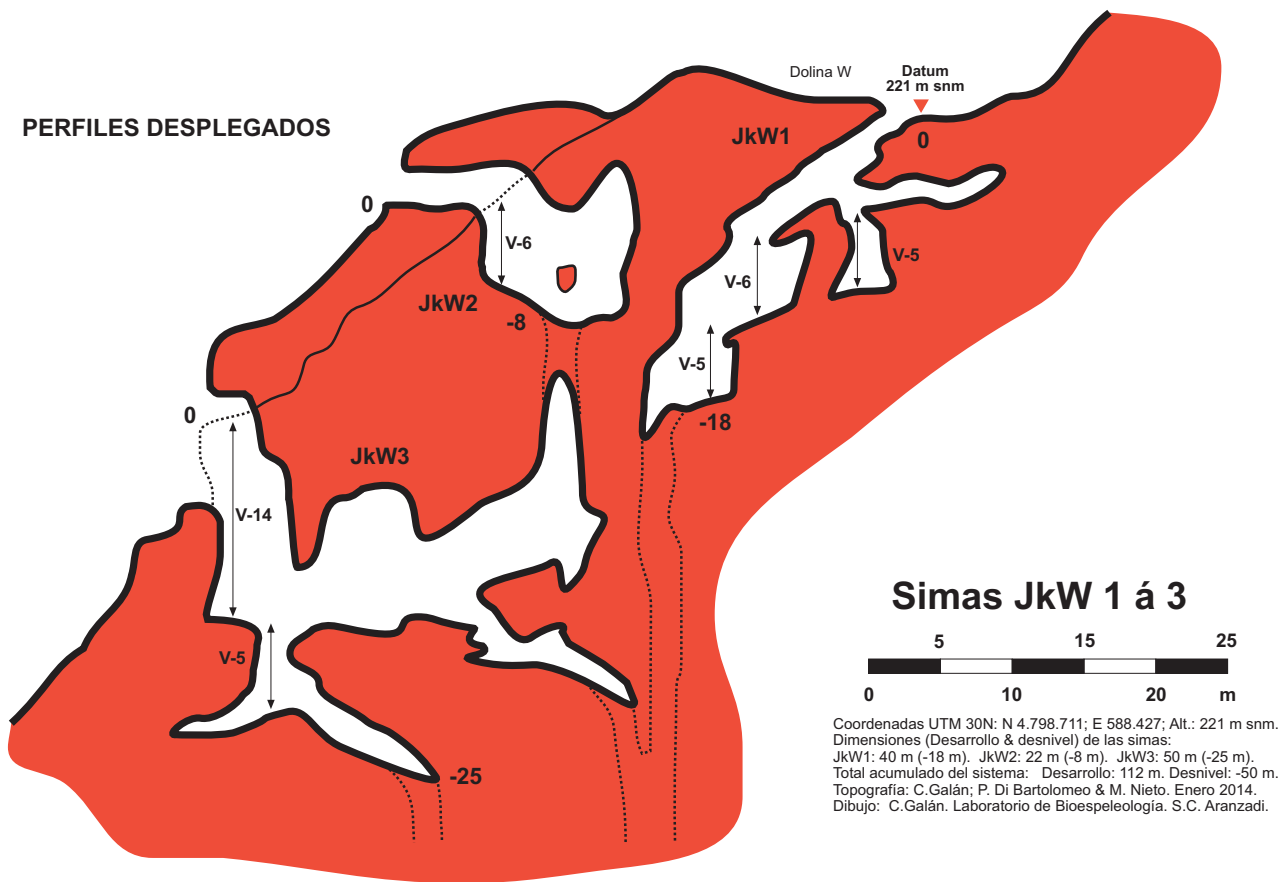


Figura 6. Plano en planta y perfiles desplegados de las simas JkW1, JkW2 y JkW3. Los perfiles individuales desplegados se presentan abatidos y proyectados sobre un mismo plano N-S. Las proyecciones en planta están en su posición real. Las flechas indican la dirección descendente de la ladera, con una pendiente media de 40° N.

Sima JkW3. Esta cavidad se abre lateralmente bajo un borde rocoso extraplomado. Hay que acceder lateralmente hasta un escaque vertical a nivel del techo de la boca, punto desde el cual es indispensable utilizar cuerda para alcanzar el suelo de la boca, abierta sobre el escarpado frontal con una exigua repisa de bloques y vegetación. Esta boca tiene 6 m de alto y 2 m de ancho. Desde la repisa prosigue en sima de 8 m de desnivel en dirección Sur. Por lo que el descenso total es de -14 m (Figuras 9-10).

El primer nivel de la sima se prolonga en galería amplia y alta hacia el interior. A los 10 m se cierra en roca compacta, bajo fuertes goteos, mientras que hacia el W tiene una prolongación en galería estrecha y descendente, con un resalto, que se cierra en la cota -20. En la parte inicial de la galería principal, prácticamente bajo el borde de la sima de acceso, se presenta en el lado W un paso estrecho que prosigue en sima, de -5 m de desnivel, ampliándose un poco. En la parte inferior esta galería tiene dos continuaciones descendentes, que terminan en arrastraderos impracticables a los pocos metros por estrechos. La cavidad totaliza 50 m de desarrollo de galerías y -25 m de desnivel accesible, con prolongaciones verticales sobre fracturas estrechas (Figura 6).

Una prospección por el exterior revela que hay otras oquedades sobre la prolongación en la ladera de este sistema de fracturas, pero no encontramos ninguna otra boca practicable.

ESPELEOLOGÍA FÍSICA DEL SISTEMA

Las tres cavidades descritas constituyen un único sistema hidrogeológico, con galerías muy próximas entre sí, pero o bien por la estrechez de la red de fisuras o por rellenos detríticos y acumulaciones de bloques de colapso arenizados, no es factible el paso físico entre unas cavidades y otras. La prolongación en profundidad del sistema se ve obstaculizado por las mismas causas, pero las aguas de infiltración sí enlazan y profundizan en esta red, y prosiguen en diaclasas hasta más de -50 m de desnivel total (con respecto a la boca superior de JkW1 en la cota 221 m snm) (Ver plano en Figura 6). El desarrollo acumulado de las tres cavidades totaliza 112 m de galerías recorribles.

Estas cavidades tienen un conjunto de rasgos geomorfológicos en común. Sus galerías están orientadas sobre un sistema de diaclasas verticales con ampliaciones a expensas de planos de estratificación. La infiltración ocurre sobre toda la superficie, pero se concentra de modo especial en la zona de dolinas de fondo plano que antecede al reborde abrupto de rotura de pendiente.

En el interior de las cavidades la roca-caja se presenta arenizada (prueba del proceso de disolución intergranular), con bloques desprendidos, en proceso de desprendimiento y acumulaciones de clastos y rellenos detríticos fundamentalmente arenosos. Estos rellenos llegan a colmar la parte baja de suelos y continuaciones estrechas. El agua subterránea que percola la serie, se canaliza preferentemente en sentido vertical.

Las galerías internas poseen crecimientos milimétricos de espeleotemas botroidales de ópalo-A, de colores oscuros, junto a films blancos de silicatos de aluminio amorfo, y otros ocreos y rojizos de oxi-hidróxidos de hierro (Figura 11). En zonas ventiladas próximas a las bocas se encuentran también crecimientos de túbulos de ópalo con terminaciones distales arborescentes de cristales de yeso. En zona de penumbra son frecuentes crecimientos de films orgánicos verdes y negros, que comprenden colonias de algas y cianobacterias. Faltaría analítica detallada para discriminar la composición de muchos de estos extraños films. También se presentan en puntos localizados vermiculaciones arcillosas de mica-illita y trazas de hematita con diseños en "piel de leopardo".

Todo ello prueba que existen distintos depósitos de materiales disgregados de la roca-caja (incluyendo a sus componentes minoritarios), junto a cristales y fases amorfas de distintos minerales, precipitados a partir de las aguas de infiltración, así como otros films complejos que pueden incluir subproductos de la actividad metabólica de algas y microorganismos.

BIOESPELEOLOGÍA

Los invertebrados más fácilmente observables sobre las paredes son distintas especies de arácnidos, principalmente araneidos, de los cuales han sido identificadas las siguientes taxa: *Tegenaria inermis* Simon, *Tegenaria* sp., *Chorizomma subterranea* Simon (todos ellos de la familia Agelenidae), y *Meta merianae* Latreille (Argiopidae). Estas especies predan sobre otros representantes de la misma asociación parietal, la cual incluye dípteros Culicidae, Phoridae, Mycetophilidae; lepidópteros *Triphosa dubitata* (Linnaeus) (Geometridae) y otros microlepidópteros; también son comunes pequeños caracoles *Oxychillus* sp. y *Retinella* sp. (Zonitidae). En zona de penumbra hemos encontrado también ejemplares juveniles de opiliones Ischyropsalidae, alimentándose sobre musgos.

Bajo bloques y entre los rellenos detríticos de suelos son abundantes colémbolos *Tomocerus* sp. (Entomobryidae); isópodos *Oniscus asellus* Linné (Oniscidae); diplópodos *Mesoiulus cavernarum* Verhoeff (Lulidae); ejemplares de pequeña talla de quilópodos *Lithobius (Monotarsobius)* sp. (Lithobiidae); las especies antes citadas de caracoles Zonitidae; y diversos ejemplares de coleópteros epígeos oculados y pigmentados, de presencia accidental (troglóxenos irregulares).

Adicionalmente han sido encontrados fragmentos de restos óseos de diversos micromamíferos (insectívoros y roedores) y los restos casi completos de un perro común (*Canis familiaris*, Canidae) en la primera sala de la sima JkW1, probablemente arrastrados por las aguas de lluvia desde el exterior.

Cabe mencionar la existencia en las zonas de entrada de una gradación de la vegetación criptogámica, así como la presencia de tapices de musgos y algas verdes. A los que suceden en zona oscura muy diversas películas y recubrimientos orgánicos de bacterias y hongos, algunos de ellos asociados a la ocurrencia de espeleotemas.



Figura 7. Sima JkW2. Vista de la boca de acceso desde el interior y desde el exterior. Nótese la gradación de la vegetación criptogámica en zona de penumbra.



Figura 8. Sima JkW2. Detalles de boca de acceso, instalación de una cuerda con lazadas para el descenso de una sima de 6 m, descenso en desescalada y vista de la galería del fondo hacia el interior. Nótese el bloque empotrado, recubrimientos de musgos y algunos films de espeleotemas blancas de silicatos de aluminio amorfo.

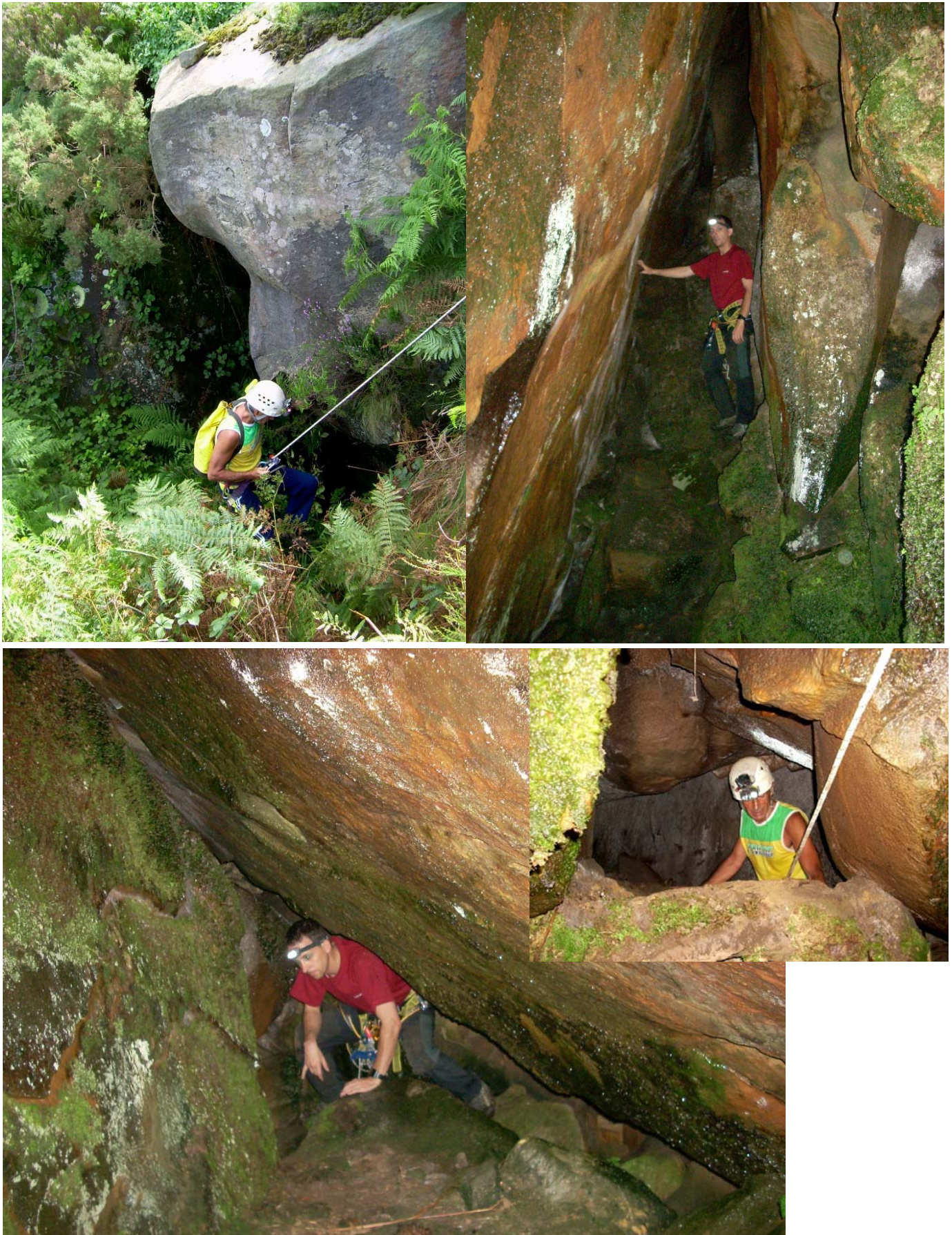


Figura 9. Sima JkW3, de -25 m de desnivel y 50 m de desarrollo, explorada en 2008. Detalles de la vertical de acceso, simas internas y galerías con diversas espeleotemas y recubrimientos orgánicos.



Figura 10. Sima JkW3. Detalles de la vertical de acceso y segunda vertical. Nótese los recubrimientos de musgos, algas y espeleotemas de silicatos de aluminio y ópalo-A.



Figura 11. Detalle de espeleotemas botroidales grises de ópalo-A, espeleotemas blancas de silicatos de aluminio amorfo y films rojizos y ocres de óxi-hidróxidos de hierro (imagen superior). Vista de la zona de dolinas y escarpe superior en verano.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las cavidades descritas en esta nota forman un sistema kárstico en arenisca, que incluye formas de absorción de tipo dolinas de fondo plano y un conjunto de cuevas-simas. El sistema se ha formado en una zona de borde (de ruptura de la pendiente) a expensas de una red ortogonal de fracturas verticales, ampliada por procesos de descompresión mecánica.

El grado medio de arenización de la roca-caja en el interior de las simas y la ocurrencia de una alta diversidad de espeleotemas y depósitos detríticos arenosos, prueba que la disolución intergranular es el mecanismo genético fundamental que comanda la karstificación de la arenisca. Los componentes disueltos por las aguas de infiltración y la reactividad química de las soluciones en el interior del acuífero, a tenor de las condiciones dinámicas y de equilibrio, pueden permitir que se alcance la sobresaturación y precipitación de distintos minerales secundarios formadores de espeleotemas.

Las cavidades presentan biocenosis de fauna cavernícola poco modificada que podrían incluirse en las categorías ecológicas de troglógenos y troglófilos, resultando de este modo un medio subterráneo transicional (Juberthie, 1983; Galán, 1993). La presencia, a distintas escalas, de cavidades de este tipo en las areniscas del flysch Eoceno, es muy común y hacen de este karst superficial en arenisca un medio subterráneo extenso, que alberga y sirve de refugio a numerosas formas de vida. Aunque los cavernícolas especializados (= troglobios) poseen algunos taxa entre la fauna terrestre, existen en otras cuevas de la misma formación interesantes ejemplos entre la fauna acuática, particularmente anfípodos, copépodos, e hirudíneos Gnatobdellida. Un espectro que podría ampliarse con estudios más detallados sobre la micro y meiofauna de estos ambientes.

Por otro lado, la ocurrencia de films orgánicos en zonas de penumbra y en oscuridad total, indican la presencia de comunidades bacteriales cuya producción primaria y actividad metabólica puede controlar, influir y/o mediar en la génesis de distintos tipos de espeleotemas y precipitados minerales. De hecho, las espeleotemas de ópalo-A y yeso son de origen biogénico.

Los datos expuestos permiten concluir que en las areniscas de Jaizkibel se desarrollan interesantes procesos de karstificación y espeleogénesis, con múltiples rasgos geo-biológicos de interés.

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros y colaboradores del Laboratorio de Bioespeleología de la S.C.Aranzadi que nos han acompañado en las prospecciones y trabajos de campo en Jaizkibel, y de modo especial para esta nota a José M. Rivas y Garbife Albisu.

BIBLIOGRAFIA

- Boillot, G. & J. Malod. 1988. The north and north-west Spanish continental margin: a review. *Rev.Soc.Geol.España*, 1: 295-316.
- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. *Munibe, S.C.Aranzadi*, 31(1-2): 3-139.
- Galán, C. 1993. Fauna Hipógea de Gipuzcoa: su ecología, biogeografía y evolución. *Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi*, 45 (número monográfico): 1-163.
- Galán, C. 2013. Cuevas, geoformas y karstificación en areniscas Eocenas de la Formación Jaizkibel: Actualización de datos para Mayo de 2013. Conferencia con audiovisual en Power point. Hondarrribia, Expo. Flysch C.Vasca, 10-05-13 & Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 82 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2010. Bandas de Moebius, Boxworks y otras raras Geoformas en arenisca de la Formación Jaizkibel. Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2012. Bandas de Moebius, Boxworks y otras raras Geoformas en arenisca de la Formación Jaizkibel. *Bol. SEDECK - Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst*, 8 (2012): 20-41. Reedición modificada de Galán & Nieto, 2010.
- Galán, C. & C. Vera Martin. 2010. Espeleotemas de magnetita, hematita, yeso, ópalo-A, y otros minerales secundarios en una cueva del pseudokarst de Jaizkibel: Caracterización por espectroscopía Raman, difracción de rayos X (DRX) y espectrometría por dispersión de energía (EDS). Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 16 pp.
- Galán, C. & C. Vera Martin. 2011. Microanálisis por dispersión de energía XPS de espeleotemas de yeso y ópalo-A en una cueva en arenisca de Jaizkibel (País Vasco). Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 8 pp.
- Galán, C.; M. Molia; M. Nieto & J. Rivas. 2008. Nuevos datos sobre Paramoudras y concreciones relacionadas en Jaizkibel e Igueldo (Pseudokarst en arenisca del flysch Eoceno, Gipuzkoa). Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 44 pp.
- Galán, C.; J. Rivas & M. Nieto. 2009. Formes pseudokarstiques dans le grès du flysch éocène côtier en Guipúzcoa (Pays basque espagnol). *Karstologia, Assoc. Franc. Karstol. & Fed. Franc. Spéléol.*, 53: 27-40.
- Galán, C.; J.M. Rivas; R. Ionescu & M. Nieto 2013. Disolución intergranular y Evolución de cuevas y geoformas: los ejemplos más extravagantes del mundo en arenisca de edad Eoceno (Formación Jaizkibel, País Vasco). Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 56 pp.
- Galán, C.; J. Rivas & Dv. Arrieta. 2013. Estructuras de Penélope, cuevas y geoformas en arenisca del flysch Eoceno, en el litoral de la placa central de Igueldo (Gipuzkoa, País Vasco). Pag. web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 28 pp.
- Galán, C.; I. Herraiz; D. Arrieta Etxabe; M. Nieto & J. Rivas. 2013. Una nueva sima de 70 m de desnivel en arenisca de la Formación Jaizkibel: Tanbo 2. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- Juberthie, C. 1983. Le Milieu souterrain: étendue et composition. *Mémoires de Biospéologie*, Tome X : 17-66. Biogeographie de la faune souterraine. Colloque de la Société de Biospéologie, Béziers, 1982. Communications Libres.
- Rat, P. 1988. The basque-cantabrian basin between the iberian and european plates, some facts but still many problems. *Rev.Soc. Geol.España*, 1: 327-348.