

Pseudokarst en arenisca Flysch Eoceno de Gipuzkoa Formación Jaizkibel

Carlos GALÁN; Marian NIETO & José M. RIVAS
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
E-mail: cegalham@yahoo.es
Junio 2009



NOTA: Los sucesivos hallazgos de cavidades y geoformas en el Pseudokarst en arenisca de Jaizkibel han suscitado gran interés entre los investigadores del karst. Al respecto hemos recibido múltiples consultas. Varios trabajos publicados sobre boxworks, geoformas cordadas, simas, cuevas y Paramoudras, incluyen algunos de los más notables ejemplos en su tipo a nivel mundial.

Esta nota pone a disposición de quienes nos consultan un resumen didáctico de los aspectos más significativos del Pseudokarst en arenisca de la Formación Jaizkibel (de edad Eoceno).

Su difusión con fines culturales es autorizada, con el simple requisito de citar la fuente, como es habitual en publicaciones científicas.

En las exploraciones y trabajos de campo han participado muchos colaboradores y amigos; otros investigadores nos han aportado su ayuda para el tratamiento de los datos científicos. Con todos ellos estamos en deuda. Agradecemos especialmente a: Daniel Adrián Decon, Michel Molia, Iñigo Herraiz, Marider Balerdi, Daniel Arrieta, Hugo Pérez Leunda, Carlos Oyarzabal, Luis Viera, Franco Urbani, e Imanol Goikoetxea.

Pseudokarst en arenisca del flysch Eoceno de Gipuzkoa



Carlos GALÁN; Marian NIETO & Jose RIVAS.

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Dpto. Espeleología. 2009.

Karst y Pseudokarst

Terminología clásica

(HALLIDAY, 1960; GEZE, 1973; MONROE, 1970)

Fenómenos kársticos : producto de la disolución de rocas geológicamente solubles (como caliza y yeso) por las aguas cargadas de CO₂.

Fenómenos pseudokársticos: producto de acciones físicas y químicas (desintegración termoclástica, hidrólisis de feldespatos, etc.) en rocas insolubles o muy poco solubles, como granito, gneis, cuarcitas, esquistos y lavas. Pueden presentar formas análogas a aquellas del karst, como lapiaz, cavernosidades, etc.

Terminología moderna

(HOLMES, 1965; URBANI & SZCZERBAN, 1975; MARTINI, 1982; URBANI, 1986; GALAN & LAGARDE, 1988; GALAN, 1991):

El karst se caracteriza esencialmente por la desaparición de la morfología asociada al drenaje de superficie.

Las formas de disolución o el lapiaz pueden ocurrir en todo tipo de rocas, sean estas más o menos solubles (incluso basalto o granito).

(BAKALOWICZ, 1982): El karst se caracteriza por constituir un sistema de drenaje subterráneo, en el que intervienen procesos hidrogeológicos que generan una estructura subterránea y a la vez una morfología de superficie asociada.

(GALAN, 1991): Lo esencial del karst reside en que se logre establecer un sistema de drenaje subterráneo que a la vez ocasione la desaparición más o menos completa del drenaje superficial, independientemente de la solubilidad de las rocas involucradas.

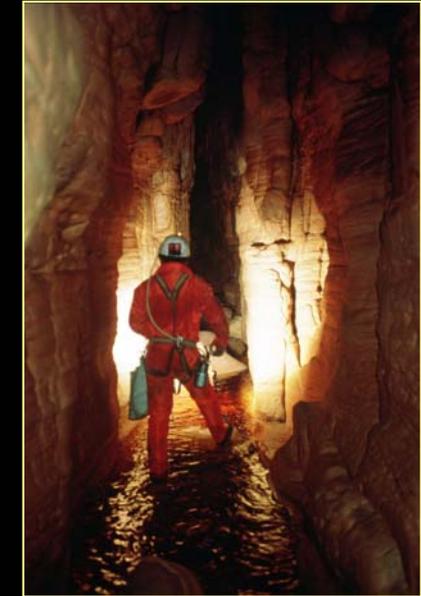
Últimas décadas, particularmente con el progreso del conocimiento del **karst en cuarcita**, en países como **Venezuela, Brasil, o Sudáfrica** (URBANI, 1981, 1986; GALAN & LAGARDE, 1988; GALAN & HERRERA, 2005, 2006; MARTINI, 1982), ha sido puesto de relieve que en el caso de rocas silíceas, pueden coexistir extensas zonas sin karst (con drenaje normal) junto a áreas locales intensamente karstificadas (con sistemas de drenaje subterráneo), mientras que las formas de superficie pueden ocurrir sobre ambas.



Surgencias en el
Salto Ángel, 1.007 m

Las areniscas de Jaizkibel presentan similitudes con el karst en cuarcita

1. Tanto las areniscas de la Formación Jaizkibel como las cuarcitas de los Escudos de Guayana, Brasil y Sudáfrica están compuestas mayoritariamente (más del 80% hasta el 96%) por granos de cuarzo.
2. La principal diferencia es que la matriz o cemento intergranular es carbonático en el primer caso y silíceo en el segundo.
3. La remoción de roca por disolución está restringida en ambos casos al 10-20% del volumen de roca. En el karst clásico en caliza, la disolución afecta al 80% o más del volumen de roca.
4. En la arenisca de Jaizkibel existen pequeñas cuevas, abrigos, numerosas macro y microformas, pequeñas circulaciones hídricas, manantiales, etc., pero están faltando auténticas redes de drenaje subterráneo y cavernas asociadas. Por todo lo cual es preferible utilizar el término **Pseudokarst**.
No obstante, muchas geformas resultan notables a nivel mundial y originales en muchos sentidos.



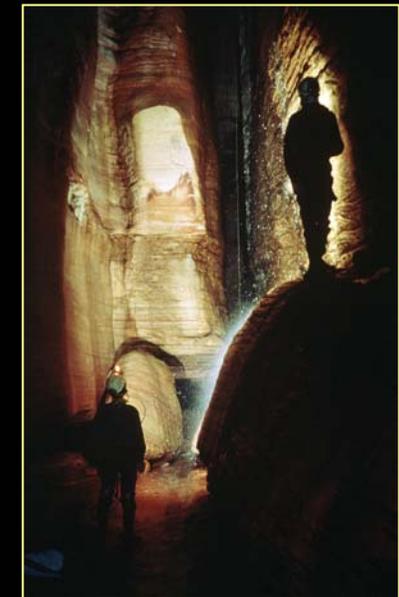
Karst en cuarcita:
Hasta 1970 se pensaba que no era posible la formación del karst en cuarcita.

Hoy se conocen grandes simas y cuevas en esta litología, de hasta 11 km de desarrollo y -670 m de desnivel.



1. Abismo Guy Collet (AM, Brasil) -671m
2. Gruta do Centenario (MG, Brasil) -484m
3. Gruta da Bocaina (MG, Brasil) -404m
4. Sima Aonda (Bo, Venezuela) -383m
5. Sima Auyantepuy Noroeste (Venez.) -370m

1. Sistema Roraima Sur (Venezuela) 11.200m
2. Gruta do Centenario (MG, Brasil) 4.700m
3. Sima Auyantepuy Noroeste (Venez.) 2.950m
4. Sima Aonda Superior (Venezuela) 2.158m
5. Sima Aonda (Bo, Venezuela) 1.880m



Formación Jaizkibel: Flysch de edad Eoceno

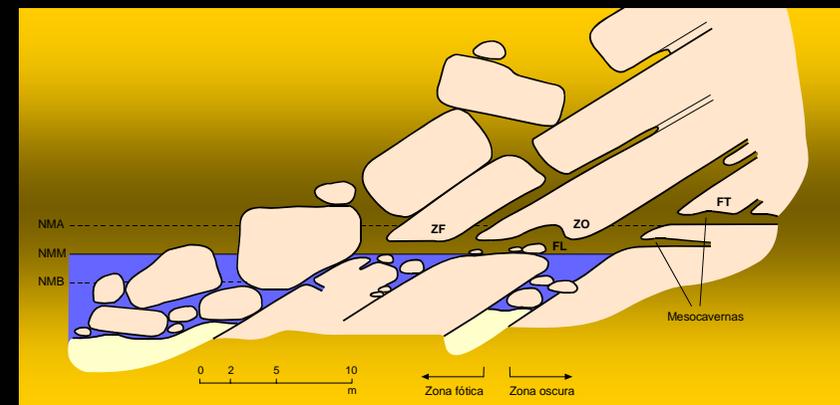
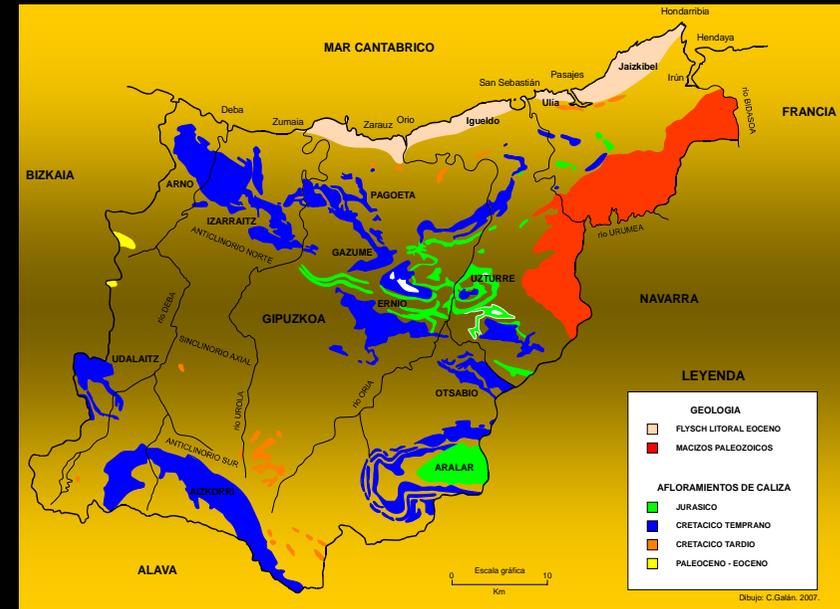
Flysch: alternancia de estratos duros (de caliza o arenisca) con otros blandos (de lutitas y margas), formados en ambientes turbidíticos.

Formación Jaizkibel: capas duras de arenisca, de matriz carbonática, con intercalaciones de lutitas.

Estructura: monoclinual y con buzamiento N. Debido a la plasticidad del flysch las rocas han sido plegadas desigualmente. Los mejores ejemplos de Pseudokarst se presentan en zonas de buzamiento medio (20° a 40° N), en las secciones centrales de Jaizkibel, Ulía e Igueldo.

Prospecciones: comenzaron en 1987 con estudios del MSS (Medio Subterráneo Superficial) en Gipuzkoa (GALAN, 2001). Se detectaron ambientes subterráneos transicionales en las areniscas del flysch, los cuales comprenden sistemas de cuevas y mesocavernas formadas por meteorización química y erosión. Las partes más profundas y oscuras albergan una fauna de invertebrados comparable a la fauna cavernícola troglófila de las cuevas en caliza.

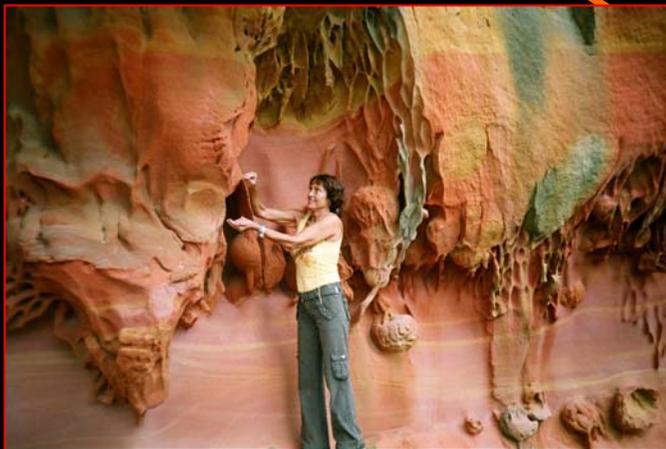
Interés espeleológico y científico: el pseudokarst en arenisca y sus cuevas poseen un gran interés, con rasgos originales de esta litología, estéticamente **remarcables a nivel mundial**. Similitudes con el karst en cuarcita sugieren que futuras investigaciones pueden poner al descubierto cuevas más extensas que las hasta hoy conocidas.



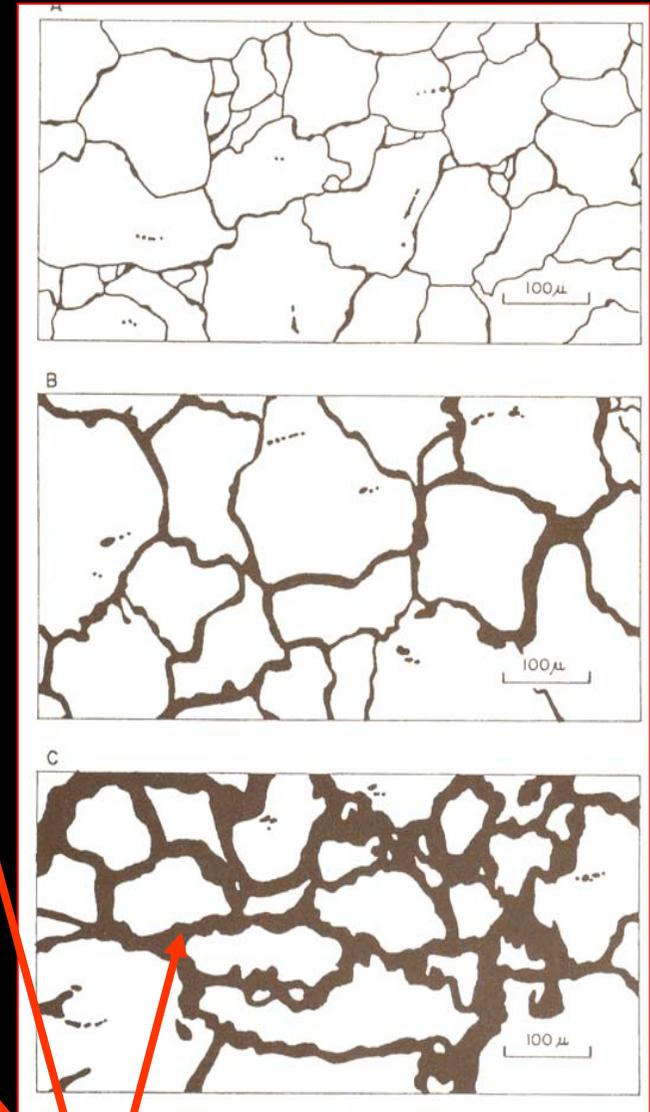
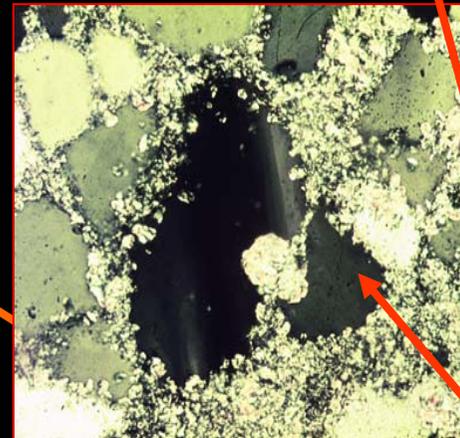
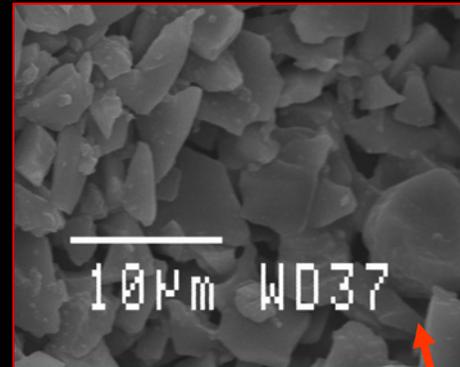
Origen de cuevas en arenitas:

Disolución intergranular, tubificación o piping, erosion, etc.

- Condicionamiento previo
- Litología / Edad
- Topografía / Relieve
- Hidrología
- Condiciones estructurales
- Tiempo



Cuarcita Grupo Roraima



Arenisca Formación Jaizkibel

Arenización: debida a disolución del cemento intergranular, sobrecrecimientos de cuarzo o minerales intersticiales

CORRIENTES DE TURBIDEZ

En la **sedimentación submarina** conocida como **facies flysch** los sedimentos son transportados por acción de la gravedad. Las corrientes de turbidez y otros flujos gravitatorios ocurren cuando masas de sedimentos, que descansan inestablemente sobre el borde de la plataforma continental o del talud, comienzan a deslizar hacia abajo. La composición, textura, tasa de acumulación y condiciones del entrampamiento del agua en los poros, determina un ángulo crítico, de entre 1 y 7 grados, sobrepasado el cual las masas de sedimentos deslizan.

Las **corrientes de turbidez** consisten en suspensiones de material sedimentario en el agua marina, que constituyen un fluido de densidad substancialmente mayor que la del agua marina ordinaria que lo rodea.

Una vez formadas adquieren velocidades de 70 km/h y gran capacidad de transporte de material sedimentario. Las corrientes se inician generalmente en el borde exterior de la plataforma continental y arrastran materiales allí depositados a las profundidades oceánicas, donde forman **abanicos de deyección submarinos** (HOLMES, 1965; PETZALL, 1967; KEMPE, 1981).



ABANICOS DE DEYECCION SUBMARINOS

Muestran una gran variedad de facies sedimentarias, depositadas en sus diferentes partes:

- (1) El abanico interno representa la porción más proximal y actúa como el vehículo alimentador del conjunto;
- (2) El abanico medio representa la parte media y es muy rica en sedimentos arenosos; numerosos **lóbulos** se desprenden de las bifurcaciones de los canales distribuidores, generalmente dispuestos en formas entrelazadas;
- (3) El abanico externo, que corresponde a la parte distal, recibe los sedimentos más finos.



Los **lóbulos** contienen numerosas formas linguoides, festoneadas y con volutas o enroscadas (convoluted beds), además de **laminaciones**, formas lenticulares, nódulos esféricos y **concreciones**. Masivamente los sedimentos muestran una gradación, pero localmente ésta se ve disturbada por los remolinos que ocurren en el interior de las corrientes, sobre todo en las zonas de más alta energía (KEMPE, 1981; COCKS & PARKER, 1981).



TURBIDITAS

Los materiales transportados por las corrientes de turbidez son denominados **turbiditas**. El depósito generalmente adopta una **disposición en abanico** (KEMPE, 1981; COCKS & PARKER, 1981).

Las turbiditas muestran una **gran variedad de facies sedimentarias**, según las partes del abanico submarino en que son depositadas. En las turbiditas es frecuente la formación de muy diversas **estructuras de corriente**.

Las turbiditas están compuestas por sedimentos de **grano relativamente grueso**. Estos depósitos, están interestratificados con limos y arcillas de aguas profundas (hemipelágicos y pelágicos) así como por sedimentos retrabajados por las corrientes de fondo (contornitas).

La **frecuencia** con que se generan las corrientes de turbidez son variables. Las partes proximal y media de abanicos submarinos activos pueden emplazar capas turbidíticas aproximadamente una vez cada 10 años, mientras que las partes distales del abanico reciben y emplazan una corriente turbidítica una vez cada 20.000 años como promedio (BOGSS, 1995).

Cuando las turbiditas han litificado forman **estratos paralelos**, desde unos pocos milímetros hasta 15 m de espesor.



EL FLYSCH EOCENO DE GIPUZKOA

El flysch de areniscas Eocenas de Gipuzkoa ha sido interpretado como un depósito de sistemas turbidíticos (JEREZ et al., 1971; MUTTI, 1985; ROSELL, 1988; ROSELL et al., 1985), definido por la erosión y resedimentación parcial o total de una plataforma. Las **estructuras de corriente** son muy frecuentes en la base de los estratos y regionalmente muestran un patrón en abanico.

CAMPOS (1979) distinguió en el área de estudio **dos grandes conos de deyección submarino**, uno oriental (**sector del monte Jaizkibel**), que comenzaría a formarse al final del Paleoceno superior y continuaría recibiendo aportes durante todo el Eoceno inferior, y otro, occidental (**entre San Sebastián y Orio**), cuya base se situaría en el Eoceno inferior y se extendería hasta el Eoceno medio. Para ROSELL et al. (1985) la entera secuencia de areniscas es de edad Eoceno medio.

La **granulometría de la arenisca** es más gruesa hacia la parte alta de la secuencia, a la vez que aumenta progresivamente el espesor de los bancos. Esto indica que **se trata de la parte media de abanicos** submarinos; los fósiles hallados, claramente rodados, llevan a concluir que la acumulación se debió verificar a una profundidad variable entre 1.000 y 4.000 m.

Los mejores ejemplos de **Pseudokarst** se presentan en sectores con estratos gruesos y compactos de arenisca, de grano grueso, los cuales se apoyan prácticamente unos sobre otros, y forman en el relieve **abruptos escarpes y acantilados costeros**.



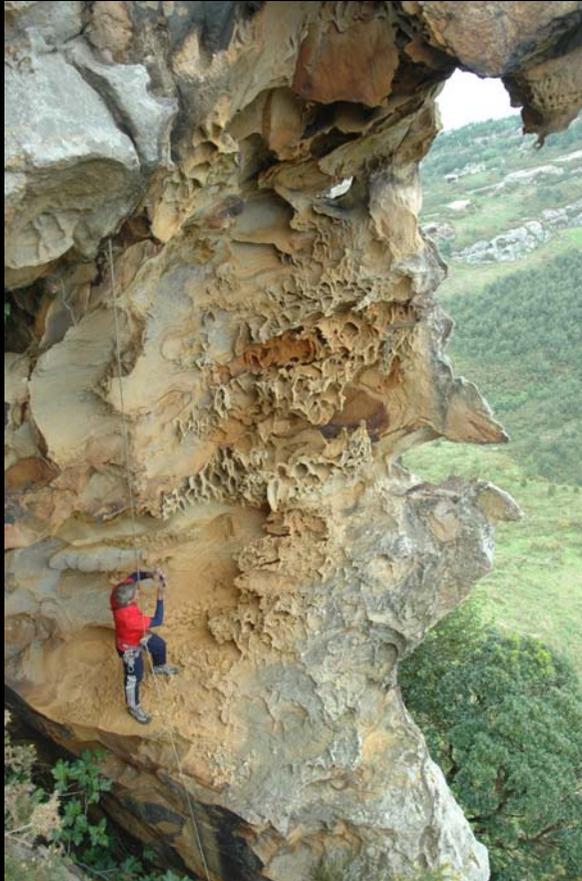


Pseudokarst en bancos gruesos de arenisca, los cuales forman en el relieve **escarpes abruptos**, de desarrollos kilométricos.



LAS ARENISCAS DEL FLYSCH EOCENO

La cuenca eocénica pirenaica corresponde a un surco alineado de E a W, donde las facies distales (profundas) se sitúan en la parte occidental (País Vasco). Sus sistemas turbidíticos alcanzan 1.500 m de espesor (VAN VLIET, 1982; ROSELL, 1988). Las reconstrucciones paleogeográficas sugieren que la región formaba parte del margen meridional de un macizo europeo (Plateau de Las Landas). Las descargas procedían del Norte y se produjeron en la desembocadura de cañones submarinos (ROBLES et al, 1988; KRUIT et al, 1972). Los materiales arenosos, con disposición en abanico, recibieron aportes axiales, menos masivos, que resultaron reordenados suturándose lateralmente con las masas de arenas.



Las **areniscas** del flysch Eoceno son de colores claros (blancas, amarillas, anaranjadas, rojizas) y están compuestas por un entramado de granos de cuarzo, que constituye hasta el 90% de la roca, y una matriz o cemento carbonático que incluye cantidades minoritarias de feldespatos y micas. El tamaño de grano se hace mayor hacia la parte alta de la serie a la vez que aumenta el espesor de los estratos (JEREZ et al., 1971; CAMPOS, 1979). Es precisamente en los bancos más compactos, de grano medio a grueso, donde el Pseudokarst presenta su mayor desarrollo, con numerosas cavidades y geoformas.

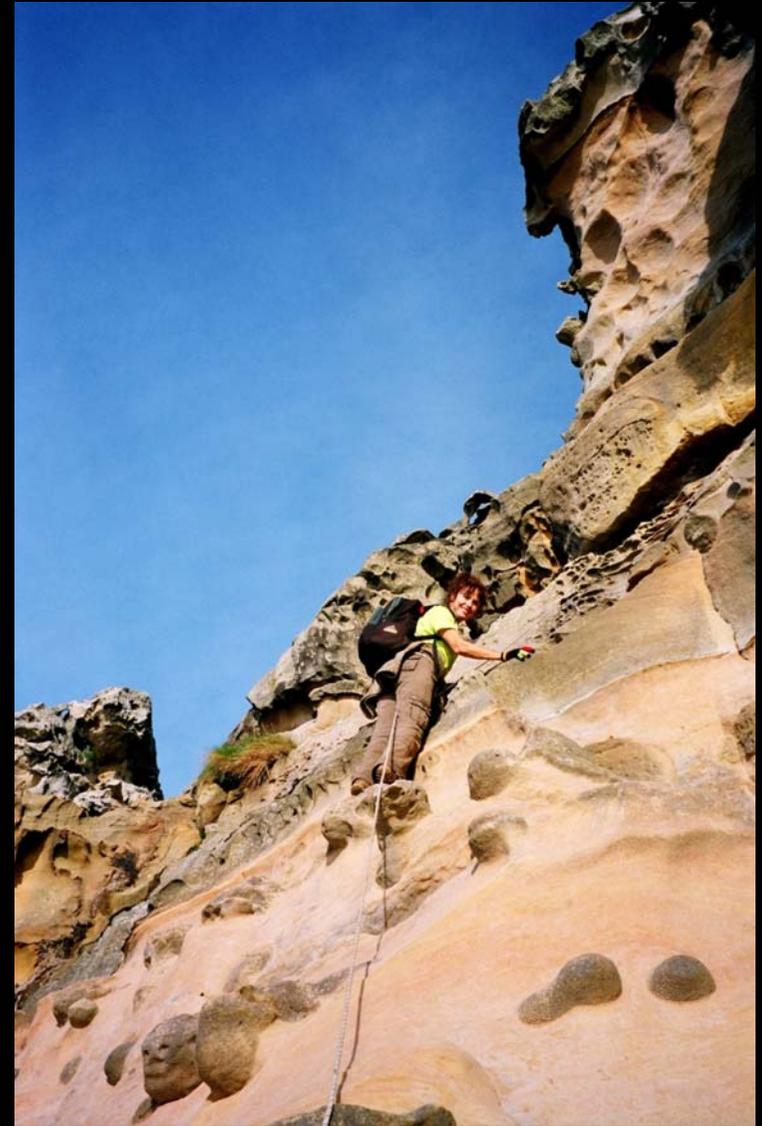


Es sabido que las arenas son generalmente los sedimentos menos alterados por diagénesis y particularmente por compactación. La mayor modificación durante la diagénesis o transformación del sedimento en roca, suele ser el resultado de procesos de cementación o eventualmente recristalización; mientras que los efectos de compactación y metasomatismo son poco importantes en las areniscas (PETZALL, 1967; COCKS & PARKER, 1981).



Cavidades y Geoformas.

Gran número de cavidades se localizan en escarpes verticales de difícil acceso, que requieren técnicas de escalada y speleo para acceder a las mismas.





Acceso a cavidades colgadas en acantilados y escarpes verticales

Pseudokarst en arenisca

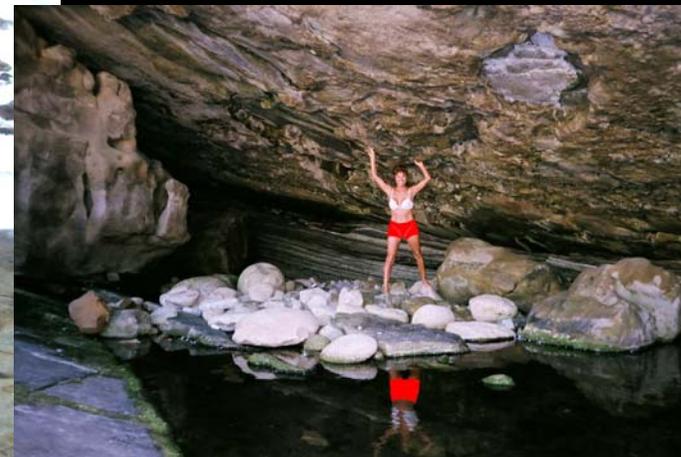
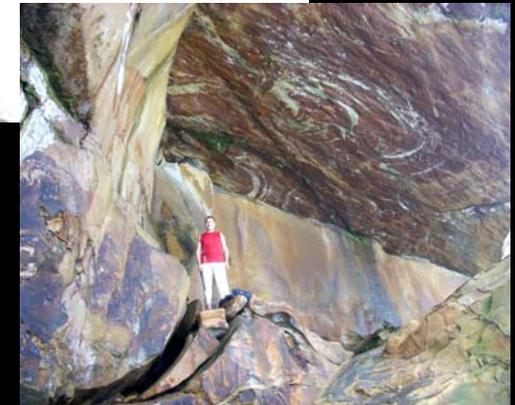
Uso de técnicas de espeleología vertical



DESCRIPCION DE FORMAS PSEUDOKARSTICAS

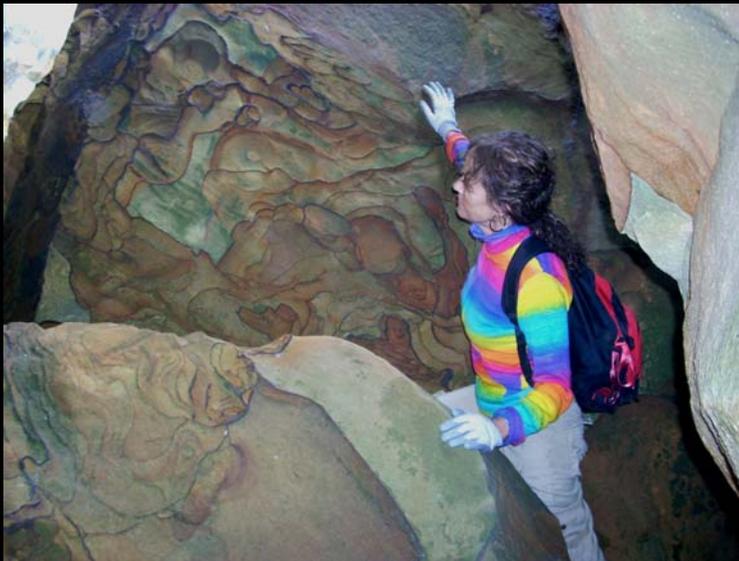
Abrigos de erosión marina

Son formados por erosión marina, la cual actúa desgastando los estratos blandos (de lutitas y margas) o los planos de estratificación. Pueden llegar a formar abrigos amplios, de hasta más de 10 m de anchura y profundidad, y 2-5 m de altura, estando el techo y el suelo soportado por estratos resistentes de arenisca. Algunos se producen por colapso, debido a la descompresión mecánica de la roca.



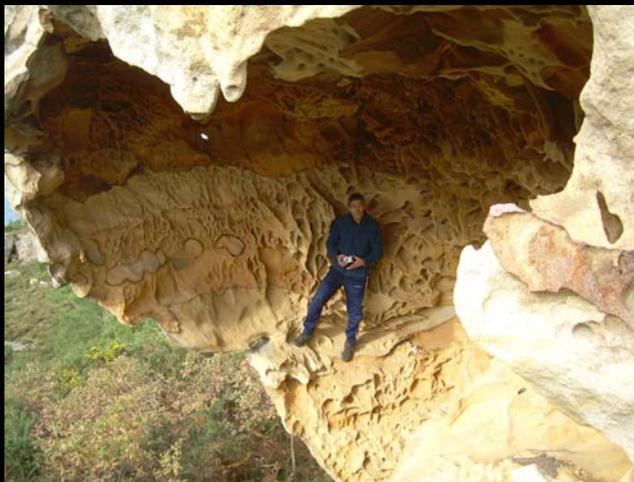
Microlapiaz litoral

En la zona litoral expuesta al oleaje la arenisca experimenta un doble proceso: una disolución compleja por el agua de mar y una erosión mecánica por el choque de las olas (MAIRE, 1980). La zona supralitoral (= supratidal) está sometida a la acción de las salpicaduras de las olas; gracias a esta humectación, los microrelieves son muy acusados y llegan a constituir una especie de microlapiaz litoral. La disolución deja en relieve positivo ejemplos de geformas tipo copa, cubetas, vetas y láminas, **soportadas por silicificaciones locales**, las cuales han resultado más resistentes a la erosión. También el hierro parece contribuir a la formación de estas cubiertas de espesor milimétrico. Esto sugiere que además de carbonatos de la matriz, la sílice y el hierro también pueden ser disueltos y removilizados, aunque sea en pequeñas cantidades.



Abrigos y cavidades epidérmicas

Se localizan a cotas más altas que los anteriores, fuera del alcance de las olas, desde 20 m hasta más de 250 m snm. Generalmente forman grutas y abrigos amplios (5 á 10 m de ancho y alto) pero poco profundos (2-4 m de fondo). Sus partes internas pueden alcanzar gran altura, estando cerradas por paredes y tabiques laterales y superiores, donde con frecuencia se presentan puentes de roca, columnas, tubos y ventanas laterales. En su superficie interna la roca está arenizada, con los granos de cuarzo casi sueltos, los cuales se desprenden por fricción con facilidad. Las superficies externas son en cambio sólidas, bien cementadas, a veces formando una especie de cáscara que protege la friable superficie interna. El color de la roca arenizada del interior de los abrigos es de tonos claros (blanco, ocre, rosado, anaranjado, rojizo) y contrasta con el color gris de la roca externa.



Presentan numerosas geoformas.

Sus suelos están generalmente cubiertos de rellenos de arena fina producto de la meteorización de la roca.

Su formación es debida a procesos de disolución del cemento intergranular.



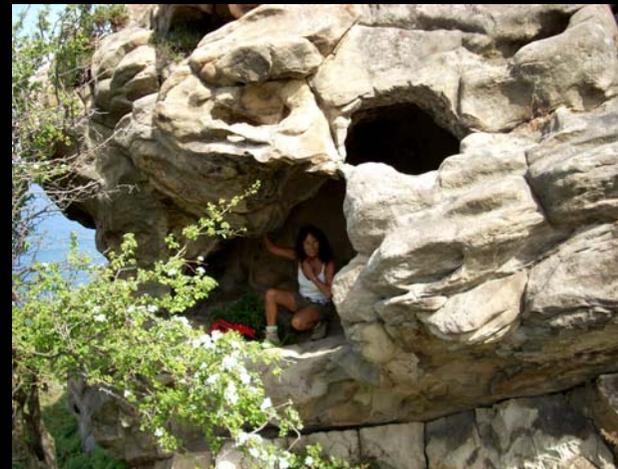
Son cuevas cuyas bocas son de pequeño diámetro, y dan paso a salas mucho más espaciosas, a menudo con prolongaciones. Estas se localizan preferentemente en el estrato superior de escarpes verticales y pueden evolucionar hasta vaciar éstos casi por completo, dejando sólo una especie de cascarón hueco, con delgadas paredes fuertemente cementadas.

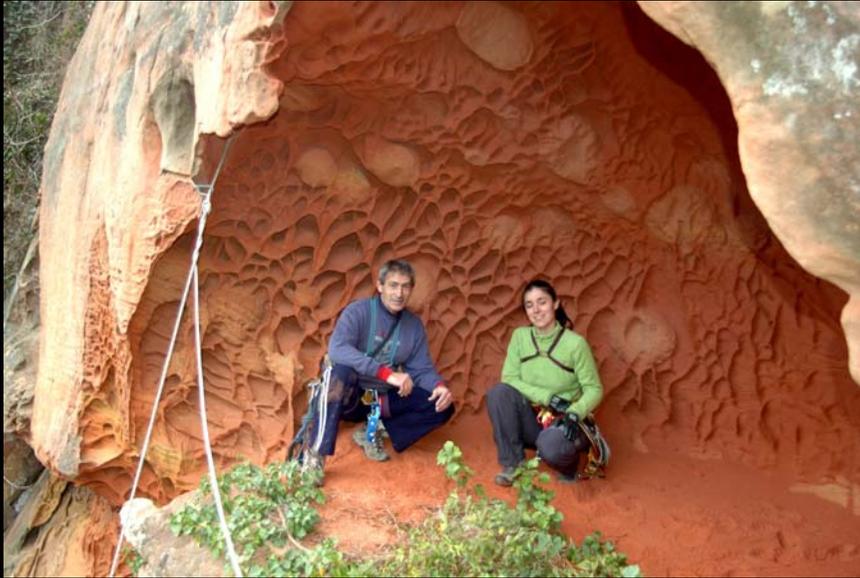
Habitualmente albergan geoformas (formas alveolares y coraloides, celdas en panal de abejas, boxworks y formas cordadas), en ocasiones de grandes dimensiones y cubriendo las superficies internas de las cuevas.

Es común que las salas internas presenten conductos tubulares (galerías) y ventanas, de pequeño diámetro, en comunicación con otras salas anexas o con la superficie. Por su posición fisiográfica, su cobertura superficial está fuertemente recementada por carbonatos, ya que queda expuesta a insolación y a condiciones alternas de humectación-deseccación.



Cavidades en burbuja y cascarones huecos





Geoformas en abrigos y pequeñas cuevas

Las más comunes son formas alveolares o celdas tipo “panal de abejas” (**honeycomb cells**); recuerdan a los “tafoni” que presentan las areniscas en zonas áridas o desérticas. Su diversidad es enorme: existen pequeños alveolos, concavidades, formas con aspecto de panales de abejas, hojaldres (= **box-works**), formas coraloides y delicados cortinajes cordados, que recubren gran parte de su interior.

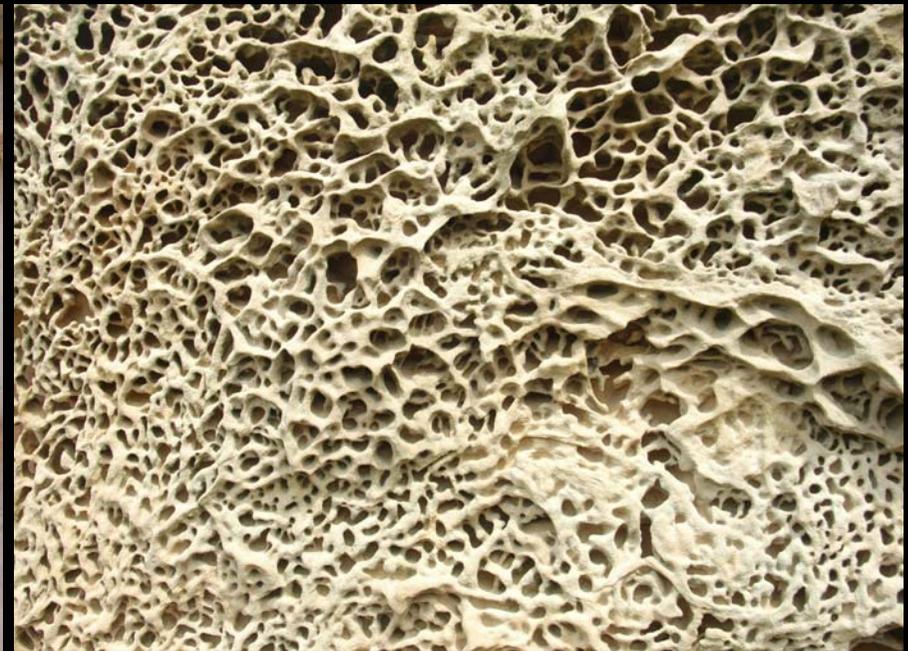




La diversidad de formas alveolares es enorme



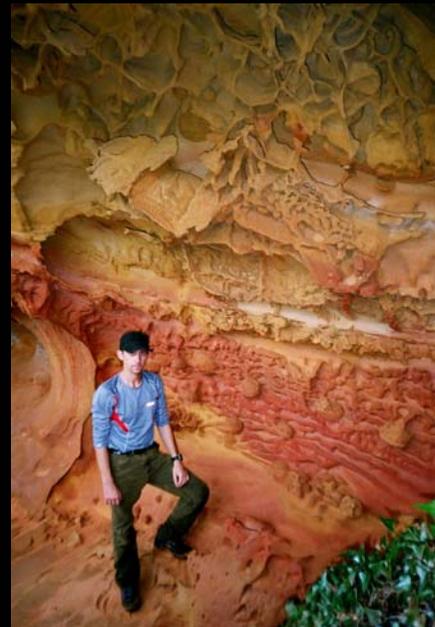
Existen ejemplos intermedios entre alveolos simples, formas en panal de abejas, boxworks y formas cordadas.



Box-works: Geoformas con aspecto de hojaldres gigantescos, mucho mayores que las pequeñas formas alveolares y celdas en “panal de abejas”. Están formados por tabiques o quillas muy delgadas, que separan celdas profundas y amplias. Están soportados por silicificaciones locales, que otorgan a las mallas entre celdas suficiente cohesión y consistencia. Su diversidad es enorme, ya que a veces están asociados a discos y otras estructuras de corriente, y alcanzan tamaños considerablemente grandes.



Los grandes boxworks y formas cordadas presentes en el Pseudokarst en arenisca de la Formación Jaizkibel, constituyen los mejores ejemplos hasta ahora conocidos a nivel mundial para este tipo de geoformas.

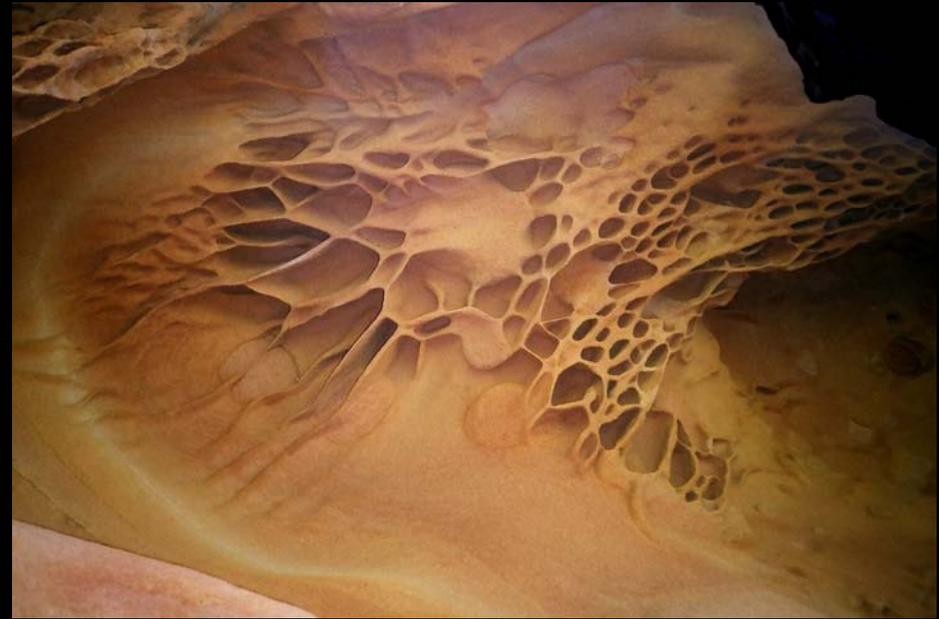


Geoformas cordadas: Las formas cordadas parecen evolucionar por coalescencia de celdas: las quillas entre celdas van siendo perforadas a nivel de la pared, los agujeros se agrandan y acaban por dejar una trama con aspecto de cuerdas entrelazadas, casi separada de la pared, la cual forma delicados encajes.



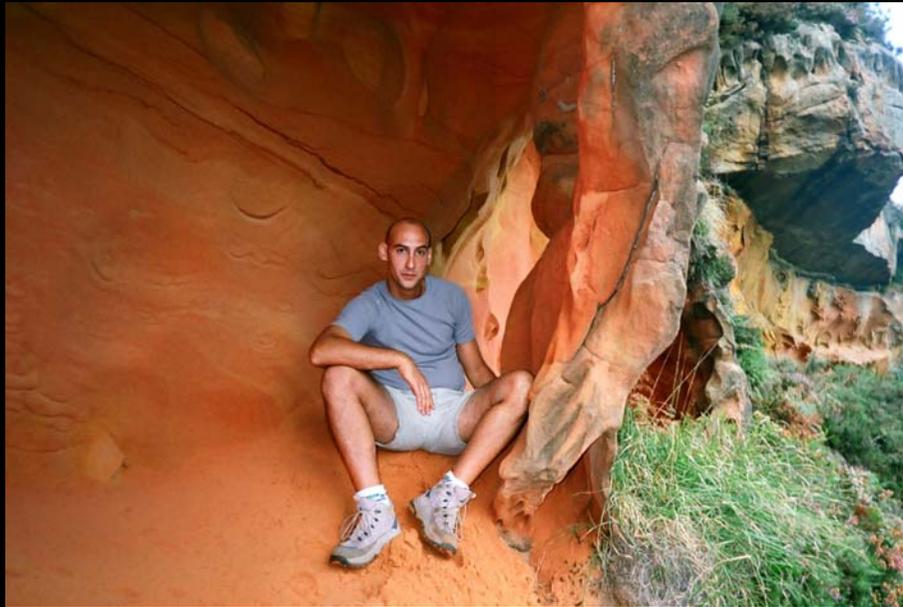
Estructuras de corriente

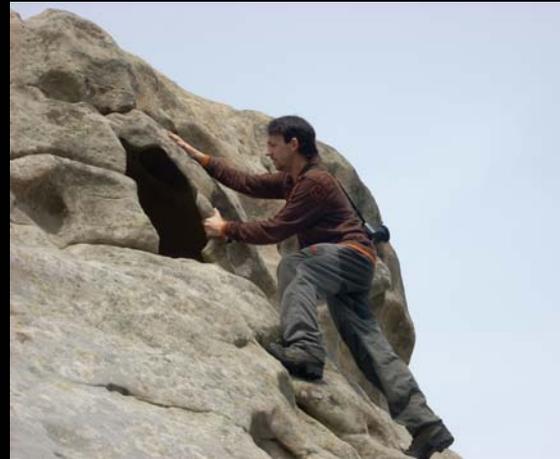
En las paredes internas de las cuevas se aprecian finos dibujos, debidos a la laminación y a la forma ondulada de las estructuras de corriente que contiene la roca, con líneas de distinto colorido. Los dibujos son muy diversos y de gran belleza estética.



Estructuras de corriente

Los dibujos, de formas onduladas, contienen ejemplos de laminación paralela, disturbada, convulata, concéntrica, rizada y otras formas. Las laminaciones a menudo interceptan concreciones, nódulos y geoformas de distintos tipos, con el resultado de impactantes diseños.





Las cuevas del Pseudokarst son ventanas que nos permiten apreciar la estructura primaria de la arenisca, sus laminaciones, estructuras de corriente, color de las arenas y de minerales movilizados por la disolución intergranular.



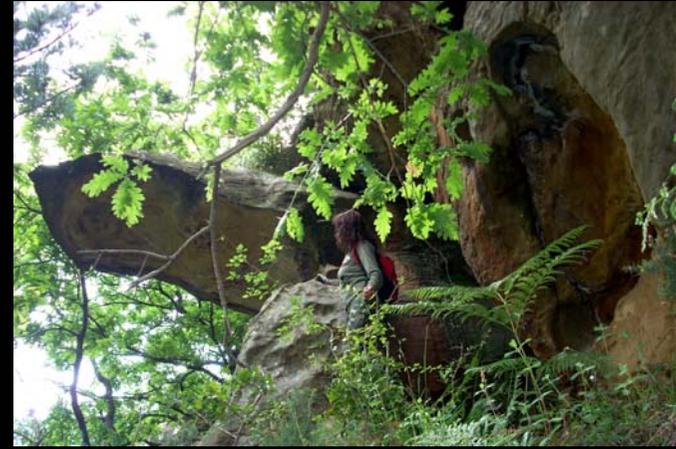
La intersección de geformas de disolución intergranular y estructuras de corriente produce en las paredes de las cuevas los más extraños diseños. Algunas recuerdan signos cuneiformes de un arcano pasado. Escritura que el agua intergranular labra con el tiempo en la roca: mensajes ocultos de la naturaleza para recordar a quienes la exploran lo efímero de la condición humana.



Cuevas hidrológicamente activas. Son cavidades recorridas por corrientes de agua subterránea, de morfología comparable a las del karst clásico en caliza. El ejemplo más conspicuo que hemos encontrado en Jaizkibel es una cueva de 70 m de desarrollo, la cual posee películas milimétricas de espeleotemas de calcita y minerales secundarios, en proceso de estudio.



La disolución a lo largo de fracturas y planos de estratificación genera **sistemas de simas, pequeñas cuevas y mesocavernas**. Algunas de ellas son recorridas por hilos de agua y presentan galerías en oscuridad total.



La Cueva del Elefante está colgada en un abrupto acantilado. Alberga algunas de las más curiosas geofomas: suaves superficies arenizadas con restos de envolturas de concreciones esféricas, cuyas formas se asemejan a cráteres lunares.



ORIGEN DE CAVIDADES Y GEOFORMAS PSEUDOKARSTICAS

- (1) **Meteorización química:** Conjunto de procesos que disuelven, alteran y disgregan la roca. Comprende:
 - (1.1) **Disolución del cemento carbonático**, que progresa intergranularmente, además de a partir de fracturas. **Es el FACTOR FUNDAMENTAL.**
 - (1.2) **Disolución de los granos de sílice**, en forma minoritaria, posible por la baja tasa de disolución del cuarzo.
 - (1.3) **Alteración de otros minerales**, como feldespatos y micas, incluidos en la arenisca en pequeñas cantidades.
 - (1.4) **Procesos bioquímicos**, debidos a films superficiales de cianobacterias, microorganismos del suelo y vegetación, los cuales aceleran la descomposición de la roca al prolongar la presencia de agua y producir ácidos orgánicos.



- (2) **Erosión mecánica o Corrosión:** La roca desagregada por meteorización química deja fragmentos casi sueltos que pueden ser removidos por las aguas de lluvia (y por las olas). La erosión marina, muy potente en el litoral del Mar Cantábrico, puede desplazar fragmentos y bloques de roca de gran tamaño.



- (3) **Procesos clásticos:** Debidos a la descompresión de la roca en la vecindad de vacíos y escarpes.
- (4) **Erosión eólica:** Su acción es indirecta. Bajo clima húmedo, no se trata del proceso clásico de tafonización, por deflacción. Pero el viento puede facilitar la remoción de granos de cuarzo de superficies ya arenizadas y descohesionadas. No obstante, su efecto mayor reside en que aporta humedad atmosférica que permite proseguir la disolución intergranular de la arenisca.
- (5) **Factores conjugados:** Todos los factores mencionados pueden actuar de modo combinado.

Sistemas de fracturas, corredores y túneles. El buzamiento de los estratos y la erosión marina hacen que por descompresión se vea facilitada la apertura mecánica de fracturas. De este modo son generados corredores, galerías y túneles, a veces cubiertos por bloques menores y parcialmente techados. Estos pueden incluir desde formas estructurales hasta otras retocadas y ampliadas por disolución y erosión.



Caos de bloques y cuevas de recubrimiento. Son simplemente cavidades y abrigos que quedan entre los espacios que dejan libres los grandes bloques desprendidos. Se sitúan preferentemente sobre un estrato resistente, en la base de los bloques. A veces están en continuidad con la parte externa de otras cuevas, corredores o túneles.



Otras geoformas: Son comunes en abrigos **nódulos, vetas y concreciones** con alto contenido en sílice secundaria, óxidos de hierro y óxidos de aluminio. Pueden formar láminas y costras duras; otras veces resultan arenizadas y erosionadas.



Cannonballs y Sandstone logs: En arenisca en todo el mundo son comunes las concreciones esféricas llamadas "bolas de cañón" y formas cilíndricas con aspecto de troncos de madera, de hasta varios metros de largo. La dos fotos superiores de la izquierda son ejemplos de Dakota del Norte (USA). Su cemento es carbonático y están más fuertemente cementadas que la arenisca adyacente.



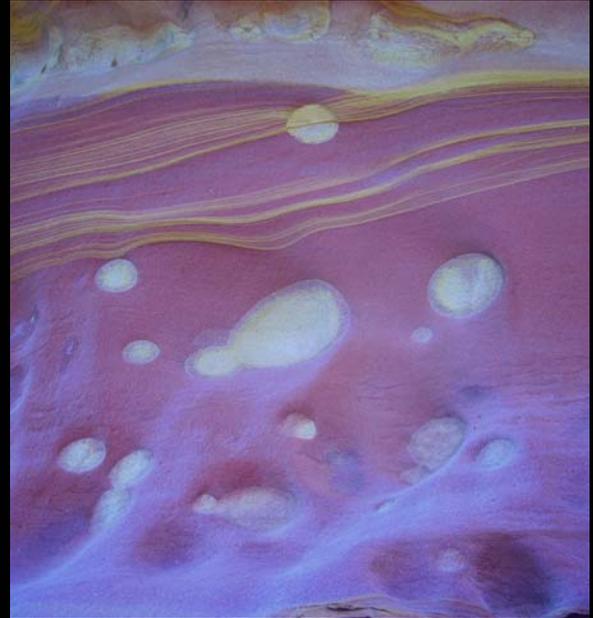
Dentro de cuevas y abrigos pueden resultar **arenizados**



En **Jaizkibel** y **Ulía** son extraordinariamente abundantes cannonballs de hasta 1 m de diámetro. Generalmente lo que se observa son las concavidades vaciadas donde estuvieron, aunque hay algunos buenos ejemplos de bolas en relieve positivo y algunos mucho más raros de troncos o logs.



Geoformas en paredes expuestas. Generalmente se trata de formas residuales de lo que antes fueran cuevas y abrigos. Normalmente conservan vestigios de rebordes protectores tales como viseras de techo, tabiques y ventanas laterales.



La ciudad encantada. Algunos parajes de Jaizkibel albergan **geoformas** con diseños de cuentos de hadas.



Acantilados, cañones, cuevas, abrigos, geformas... Un remarkable Pseudokarst en arenisca.

