

INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS EN EL COMPLEJO KARSTICO DE ARRIKRUTZ (OÑATI. GIPUZKOA)

Iñigo Arrizabalaga

Arrikruzeko karst-sarearen ekialdeko sektorean aurkitzen diren ibai-sedimentu koaterarioen azterketak hiru mailatan bereizteko bide eman du.

Goiko maila, zirkulazio librekoa, harkosko heterolitikoaren biltegia duena, metro inguruko tamainakoa berau. Maila honetako galeriak kanpoaldearekin zuzenkiloturik daude eta Aizkorbe ibaiaren ekarriak hartzen dituzte.

Beheko mala sedimentuei dagokienean ez da ondo homitua azaltzen. Zonalde honetako sifonamentu erregimenakgeienbat sedimentazio lutiikoa eman du.

Aurreko bien arteko zonaldean hamabimetrorainoko potentzia duten biltegiak ageridira, bimodalitate nabarmena ezaugarri dutelarik. Zonalde honetan buruturiko behaketak sedimentazioaren bilakarerakomplexua iradokitzen du, bertako eta globalak (autoziklikoak eta aloziklikoak) diren prozesuen iharduera amankomunak soilki esprika desakeelarik

El estudio de los sedimentos fluviales cuaternarios situados en las galerías fósiles del sector oriental de la red kárstica de Arrikruz permite la diferenciación de tres niveles.

Un nivel superior, de circulación libre, caracterizado por el depósito de cantos rodados heterolíticos, cuyo tamaño puede superar el metro. Las galerías de este nivel estaban directamente conectadas con el exterior recibiendo los aportes del río Aizkorbe.

El nivel inferior está mal representado en el registro sedimentario. El régimen de sifonamiento con que funcionaba esta zona produce una sedimentación predominantemente lutítica.

La zona intermedia, entre las anteriores, está representada por depósitos que alcanzan los doce metros de potencia, caracterizados por una marcada bimodalidad. Las observaciones realizadas en esta zona sugieren una compleja evolución de la sedimentación solo explicable por la actuación combinada de procesos de ámbito local (autocíclicos) y global (alocíclicos).

L'étude des sédiments fluviaux quaternaires situés dans les galeries de la zone orientale du réseau karstique d'Arrikruz permet de distinguer trois niveaux.

Un niveau supérieur, de circulation libre, quise caractérise pourses dépôts de galets hétérolithiques dont la taille peut dépasser un mètre. Les galeries de ce niveau communiquaient directement avec l'extérieur et recevaient les eaux de la rivière Aizkorbe.

Le niveau inférieur est mal représenté dans le registre sédimentaire. Le régime de siphonnement qui existait dans cette zone provoque une sédimentation essentiellement luthitique.

La zone existant entre les deux précédentes est représentée par des dépôts qui atteignent une puissance de douze mètres, et qui se caractérisent par une forte bimodalité. Les observations réalisées sur cette zone suggèrent une évolution complexe de la sédimentation qu'on ne peut expliquer que par l'action combinée de processus locaux (autocycliques) et globaux (alocycliques).

1. INTRODUCCION

La cueva de Arrikruz está situada en el municipio de Oñati, Gipuzkoa (fig.1). Su boca se abre en las coordenadas X: 2° 25' 45"; Y: 42° 59' 53"; Z: 453 m de la hoja 113 (Salvaterra) del mapa catastral 1:50.000.

Conocida y visitada desde el año 1850, no se elabora una primera topografía hasta 1955, cuando F. Ruiz de Arcaute y J. San Martín publican en la revista SPELEON un estudio del complejo kárstico al que pertenece esta cavidad. En este estudio se describe la parte de la cueva explorada hasta la fecha (unos 1.200 m) aventurándose un modelo sobre la evolución de la cavidad. Algo más tarde, se publica una descripción de los depósitos aluviales cuaternarios de la vecina cueva de Artzen koba (LLOPIS, 1957) a la que se asigna un antiguo papel de punto de drenaje del complejo kárstico de Gesaltza-Arrikruz-Jaturabe. En 1974 el G.E. Aloña-Mendi finaliza la topografía de la cueva de Arrikruz resultando, en aquel momento, con sus 7.000 m, la cavidad con mayor desarrollo del Territorio de Gipuzkoa.

La cueva de Arrikruz se abre en un lentejón de calizas del Aptiense-Albiense inferior ("Complejo Urgoniano"; RAT, 1959) y su génesis está indudablemente asociada a la regata Aizkorbe, al funcionar como sumidero de la misma (fig.2). En el mismo lentejón calizo, pero a 900 m en la dirección SSE, se sumen en la cavidad de Gesaltza las aguas del río Aranzazu. La resurgencia de Jaturabe drena esta unidad pasando las aguas de los ríos Aranzazu y Aizkorbe a alimentar el embalse de Jaturabe (fig.3). Las cuencas de alimentación de ambos sumideros están constituidas por los materiales de la ladera N de la sierra de Zaraia. Son materiales del Albiense inferior, con una baja permeabilidad; principalmente arcillas apizarradas, margas hojosas y areniscas.

El tipo de clima imperante en la zona (templado oceánico, Cfb en la clasificación de Koppen; UGARTE, 1981) se caracteriza por una precipitación media anual elevada (1.718 mm/año, según datos de la estación de Aranzazu) y bien distribuida a lo largo del año (fig.4), no pudiéndose hablar de estiaje estricto puesto que la precipitación en el mes más seco se sitúa en torno a los 70 mm. No obstante, las diferencias estacionales e incluso semanales de precipitación se traducen en importantes variaciones del caudal de la regata de Aizkorbe. Estas variaciones se ven lógicamente reflejadas en el funcionamiento del sumidero de Arrikruz. Durante el flujo bajo, desaparece la circulación superficial de la regata, poco después del contacto entre las margas y las calizas (fig.5). Diversas pérdidas en el cauce hacen que la regata pase a alimentar niveles inferiores del aparato kárstico. Sin embargo, durante las aguas altas dichas pérdidas son incapaces de drenar la totalidad del caudal de la regata entrando en funcionamiento niveles superiores del aparato, entre ellos, ciertas galerías practicable de la cueva de Arrikruz.

2.- DESCRIPCION DE LA CAVIDAD

La parte explorada de la cueva está formada por dos cuerpos dendriformes de galerías situados en los extremos y unidos por un largo tubo (fig.6).

El cuerpo occidental está constituido por un conjunto de galerías fósiles con escasos depósitos alóctonos y abundantes concrecciones. El uso de criterios topográficos permite suponer que la génesis de estas galerías no está directamente ligada a la regata de Aizkorbe.

El tubo de unión sufre periódicas inundaciones, que lo sifonan, ocasionadas por la existencia del embalse de Jaturabe. Este embalse define actualmente el nivel de base de la cavidad (fig.7) y proroga artificialmente la sedimentación aluvial en esta galería.

El estudio se ha centrado en la zona oriental de la cavidad, concretamente en las dos galerías fósiles que convergen en la sala Corcostegui, quedando colgadas sus bocas a unos 5 metros sobre el nivel activo actual. Se trata de las denominadas Galería 53 (en adelante G.53) y Cueva Marcel Loubens (C.M.L.)

El cauce activo visitable en la actualidad se extiende a lo largo de los primeros 350 m de la Gran Galería de Arrikruz (G.G.A.), sumiéndose el agua en varios puntos del recorrido. La última pérdida se sitúa poco antes de la sala Corcostegui (SC.) y en ella se sume el caudal sobrante. El suelo de esta sala, así como el de la sala Echevarria, se halla cubierto por barras de grava (cantos y bloques) correspondientes a un modelo de circulación del agua de ríos trenzados. Aguas arriba alternan los tramos de río recto con los de río meandriforme. El desarrollo de un tipo u otro se asocia a variaciones locales de la litología y la fracturación. Estos dos tipos de río se localizan en los tramos angostos existentes entre las salas citadas. En el tramo superior del río las pozas ("pool") y umbrales ("riffle"), que aguas abajo se desarrollan por sedimentación en las orillas convexas de "talweg", se convierten en una alternancia de pozas y umbrales erosivos.

3.- MATERIALES Y METODOS

La topografía realizada por el GE Aloña-Mendi ha sido una de las bases del estudio. En el curso del mismo se ha procedido únicamente a levantar los perfiles topográficos de G.53 (fig.15) y de C.M.L (fig.25). Todo el levantamiento topográfico se ha realizado con brújula y clinómetro Suunto.

Los análisis granulométricos se han realizado con fines únicamente descriptivos. Se ha utilizado una columna de tamices según Din 4188, con las mallas de: 2, 1.25, 0.8, 0.5, 0.25, 0.125, 0.08, y 0.05 mm. Las muestras analizadas pertenecen a los niveles donde la fracción arena aparenta ser más importante. Los resultados se presentan en la Tabla I.

En este estudio se pretende proporcionar una descripción sistemática de las características faciales de los depósitos alóctonos localizados en G.53 y C.M.L., determinando las condiciones de depósito a las que corresponden e integrando finalmente todo ello en un somero esquema de la evolución de la cavidad. Por distintas razones, no se han datado los depósitos aquí descritos, por lo que se evitará cualquier conclusión sobre la edad del sedimento.

4.- DESCRIPCION DE LOS DEPOSITOS

La zona de trabajo se sitúa, como ya se ha expuesto, en las galerías fósiles (por las que en la actualidad no circula el agua) que confluyen en SC.

TABLA I

Muestra									
ø mm.	53-1c	53-1d	53-8b	53-9d	MI-1b	MI-2	G. Dcl	53-6b	Pitc
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1-2	-	-	1,9	0,9	1,4	-	0,4	2,5	-
0,5-1	4,5	-	9,1	4,1	6,6	4,5	3,6	4,5	-
0,25-0,5	7,5	12,5	38	7	28	7	19	6	1
0,125-0,25	18	50	42	23	45,5	17,5	47	36	20
0,063-0,125	30	29	6,5	35	12,5	30	21	32	49
0,063	40	8,5	2,5	30	6,5	40	9	18	30
Parámetros	&	&	&	&	&	&	&	&	&
Md	11	8,2	6	10,4	6,9	11	8	9	10,8
84%		11,25	8		9,2		10,6	12,4	
16%	6	6,25	3,6	7	4,2	6,8	5,2	6,4	8,4
Q ₃	13,45	10	7,6	13	8,6	12,6	9,4	11	12,6
Q ₁	8,4	7	4,4	8	5,1	8	6,2	7,45	9,2
So	1,79	1,41	1,44	1,78	1,49	1,70	1,44	1,49	1,48

Distribución y parámetros granulométricos de los niveles arenosos más importantes.

& = - 10 Log Ø (mm.)

So = Índice de Sorting de Trask.

4.1 Galería 53 (G.53)

La G.53 tiene un trazado sensiblemente paralelo a la galería activa actual (G.G.A.). Su desarrollo total es de 360 m (fig.8) y su desnivel es de 55 m. A continuación se aborda la descripción de los principales cortes de depósitos localizados en esta galería.

4.1.1 Corte 53-1 (fig.10)

Depósito de cantos, arena y limo, con una potencia total visible de 6.5 m. Se diferencian 4 niveles:

a.- Nivel lenticular de arenas y limos. Se aprecia alguna laminación muy obliterada por el desarrollo de niveles mineralizados (óxidos de hierro), muy diferenciados, de hasta 2-3 mm de espesor, que cementan perfectamente el nivel. La potencia máxima es de 0.5 m en su parte central. Lateralmente se acuña, perdiéndose bajo el nivel d.

b.- Nivel de cantos rodados. La base es erosiva y la potencia varía entre 3 y 4 m. Presenta una basta gradación positiva. La matriz es abundante llegando con frecuencia a ser

puntuales los contactos entre los cantos. Esto es debido al desarrollo de "sombras de sedimentación", y a la infiltración de material más fino, típica de zonas con frecuentes caídas de flujo. En otros puntos la fábrica "clast supported" está mejor representada. Los resultados del análisis morfométrico de los cantos (fig.11) revelan la naturaleza heterolítica del depósito. La mediana no es elevada ($Md=6.6\text{cm}$), teniendo el 75% de los cantos un tamaño inferior a los 9.5 cm y superando los 20 cm sólo el 5% de los cantos. Los menores índices de redondez corresponden a cantos calizos, los cuales no resisten un transporte prolongado. Los índices de redondez más elevados corresponden a los cantos de conglomerado cretácico, procedentes de la cuenca superior de la regata Aizkorbe (en la fig.11 aparecen registrados con las areniscas) y que son abundantes tanto en la G.53 como en la G.G.A. Este conglomerado, formado por cantos de cuarzo, posee una gran resistencia a la meteorización constituyendo los centilos de las galerías. En este nivel no se observan estructuras sedimentarias. El centilo es de 44 cm.

c.- Nivel constituido por arena fina, limo y arcilla (fig.12). Los materiales presentan una marcada laminación paralela. Este tipo de sedimento ha sido descrito por diversos autores (LLOPIS, 1949; MASRIERA, 1970; etc.) bajo el nombre de varvas, debido a su similitud facial con las varvas glaciares. Estas varvas, con laminaciones milimétricas, se presentan tras la meteorización, en niveles arcillosos, de 2 a 5 cm de potencia, que sobresalen al eliminarse la base de cada nivelillo compuesta por arena fina de naturaleza mucho menos cohesiva. Estos depósitos predominantemente lutíticos son el resultado de procesos de decantación en el seno de un cuerpo estático de agua (lago o sifón). La potencia de este nivel es de 1 m.

d.- Nivel de arenas escasamente cementadas de 1.7 m de potencia. Se sitúa en la base del corte sobresaliendo varios metros con relación a los otros niveles. Su base se halla parcialmente recubierta por espeleotema. Está compuesto principalmente por arena fina y muy fina (fig.13) y presenta una estratificación cruzada de bajo ángulo que buza hacia el centro de la G.53. Evidentemente estos materiales son los más modernos del corte.

La cementación más importante en todos los depósitos (salvo en el nivel 53.1 .a) se localiza en su superficie recubierta por una fina película de aragonito. Se puede considerar, por lo tanto, como un proceso subactual.

4.1.2 Corte 53-2 (fig. 14)

Corte con una potencia total de 5 m. Se localiza en una pequeña galería perpendicular a G.53, rellenándola. Se distinguen dos niveles:

a.- Formado por 2.4 m de cantos rodados y arenas. Tendencia groseramente granodecreciente, presentando a muro un centilo de 50 cm. A 1.7 m de altura se localizan varios lentejones de arena fina y limo, que presentan laminación cruzada de alto ángulo. La imbricación de los cantos existentes en la parte superior del nivel es resultado de una paleocorriente dirigida hacia el S.

b.- Constituido por 2.6 m de arena fina, limos y arcillas. La base, de unos 70 cm de espesor, resalta varios metros con respecto a la parte superior. Presenta estratificación cruzada de ángulo superior a 30°. Tanto estos estratos como las láminas de los niveles intercalados en a están próximos a la pared, y sus buzamientos indican una dirección opuesta a la deducida por otros criterios (imbricación, topografía...); dicha anomalía debe corresponder por lo tanto a un mecanismo de reflexión. En efecto, el choque de las partículas contra la pared puede producir su rebote y acumulación con ángulos cercanos al del reposo estable de la arena.

En el lado opuesto de la G.53 aparecen testigos de la anterior extensión del depósito alcanzando una altura de 4 m. En el centro de G.53 se localiza un canto perfectamente redondeado de conglomerado cretácico cuyas dimensiones son de 70 x 65 x 60 cm.

4.1.3 Corte 53-3 (fig. 16)

El material, compuesto por arena y cantos rodados, se localiza a modo de muro en la entrada de una galería lateral descendente. El suelo se halla cubierto por arcillas y limos con abundantes grietas de desecación. El punto más bajo de la galería es una depresión en forma de embudo de 1 m de diámetro. A una altura de 1.5 m sobre el suelo una línea horizontal (Y-Z) recorre sus paredes. Esta línea queda definida al estar la parte inferior de la pared recubierta por arena fina y limo, mientras que la parte superior se presenta limpia. Sin duda se trata de un antiguo nivel de colmatación. Lo mismo indican los cantos que, con abundante matriz arcillosa, se presentan en c. En la entrada los cantos presentan recubrimiento aragonítico superficial por encima de la línea Y-Z, careciendo de él por debajo de la línea. Los cantos que ocupan la entrada presentan un centilo elevado, 60 cm, que contrasta con el del nivel c (20 cm). Los cantos se hallan imbricados indicando una dirección de la paleocorriente procedente de la G.53 y dirigida al probable sumidero.

Las particularidades observadas en esta galería parecen deberse a un proceso de colmatación paralelo al experimentado en la vecina G.53, que se ve interrumpido al alcanzar la sedimentación en la G.53 una altura con la que se obstruye la entrada al sumidero, permitiendo solo el paso de los materiales más finos en cantidades reducidas. La reexcavación de la G.53 y el desalojo del sedimento coincide con la reactivación del sumidero evacuándose el material más fino pero no el material grueso que se localiza en la entrada de la pequeña galería.

4.1.4 Corte 53-4

Depósito de unos 5 m de altura. Formado por limo y arcilla carece de estructura interna definida. Se localiza protegido de la erosión en una profunda fisura.

4.1.5 Corte 53-5 (fig. 17)

Depósito de unos 4 m de potencia situado en una galería lateral que lo ha preservado de la erosión. Se diferencian 4 niveles:

a.- Situado a muro del corte está formado por cantos rodados con una potencia máxima visible de 1 m. Se acuña aguas abajo. La matriz es escasa. El centilo es de 35 cm.

b.- Nivel de cantos con abundante matriz limo-arenosa. La potencia máxima es de 1 m, acuñándose aguas arriba. En la zona próxima a la pared aparecen cantos con imbricación popuesta al sentido supuesto de la paleocorriente.

c.- Nivel de arenas finas y limos de 50 cm de potencia, con algún canto. Presenta laminaciones cruzadas de alto ángulo, así como formas onduladas que pueden ser estructuras de deformación ocasionadas por la caída del gran bloque que se observa en la figura. En este nivel se observan también pequeñas bisecuencias de rango decimétrico y escasa continuidad lateral. Están formadas por cantos rodados, con un centilo de 4 cm, y arenas de distinta granulometría.

d.- Nivel de cantos rodados de 1.5 m de potencia máxima, que disminuye aguas abajo debido al gran bloque caído entre c y d. La matriz del depósito es relativamente escasa. No se observa ninguna estructura sedimentaria.

4.1.6 Corte 53-6 (fig. 18)

Pequeño depósito de cantos rodados y arenas situado a unos 4 m sobre el suelo actual en una cornisa. Su potencia total es de 1.2 m presentando tres niveles muy bien diferenciados:

- a.- Nivel de cantos rodados con una potencia visible de 40 cm y un centilo de 40 cm.
- b.- Arenas sin estructura interna apreciable. El análisis granulométrico se refleja en la figura 19. La potencia de este nivel es de 30 cm.
- c.- Cantos rodados muy cementados con un centilo de 8 cm. Se aprecia una imbricación de bajo ángulo reflejo de una paleocorriente procedente de la galería pequeña, donde se ubica el depósito y dirigida hacia la G.53.

Esta galería parece tratarse de una pequeña ramificación meandriforme del cauce principal, totalmente colmatada, y que ha sido abandonada al reexcavarse en cauce principal quedando colgada.

4.1.7 Corte 53-7

Depósito de cantos rodados y arenas situado en la misma repisa que 53-6. Su potencia total es de 1.5 m estando formado por:

- a.- Nivel de cantos de 0.5 m de potencia máxima que se acuña en la dirección de aguas abajo. No se observa ninguna estructura.
- b.- Nivel de arenas con numerosos cantos en la base. A techo aparecen también algunos cantos aislados, así como nítidos lentejones de limo.

4.1.8 Corte 53-8 (fig.20)

Depósito de cantos rodados y arenas, de unos 4 m, de potencia, situado sobre unos grandes bloques. Es el único depósito de la G.53 en el que se presenta una sección perpendicular al flujo supuesto. Se halla colgado a 3 m de altura sobre el nivel actual en una sala de amplias dimensiones (60 x 30 m) ocupando junto con los bloques la parte central de ésta. La sección se presenta gracias al basculamiento de uno de los bloques que soportan el depósito. La base del corte está constituida por cantos rodados acuñándose el nivel hacia el E. Desde este punto se observa según se asciende (sobre Y - Z):

a.- Nivel de cantos rodados y arenas de 2.5 m de potencia con varias cicatrices erosivas que definen varios paquetes:

a.1. Con 40 cm de potencia máxima está compuesto por arena con pequeños cantos: Buza sensiblemente hacia el E disminuyendo su potencia, hasta desaparecer, hacia el W.

a.2. De 1.95 m de potencia máxima. Nivel de cantos con un centilo de 46 cm situado en la parte central. Se observa una bisecuencia grano-creciente-decreciente. El nivel se acuña hacia el W.

a.3. Con 30 cm de potencia máxima está formado por cantos con arena de tamaño muy inferior (centilo 9 cm) a los de a.2. El nivel buza hacia el W cortando al infrayacente. Lateralmente pasa a un nivel de cantos de mayor tamaño.

b.- Nivel de arena con cantos rodados de pequeño tamaño y limos a techo. Se observan lentejones de arena con estratificación cruzada de surco (fig.21). La potencia total de este nivel es de 50 cm.

Este corte se puede atribuir a una secuencia de relleno de canal, en un sistema de ríos trezados, por grava procedente de la barra adyacente aguas arriba. El corte puede explicarse por mecanismos de depósito similares a los descritos para cauces superficiales (DOE-GLAS, 1962). En este caso los términos más finos de la secuencia no aparecen debido a la mayor energía del sistema. Las secuencias positivas corresponden a la fase de relleno de los diversos cauces congruentes con la dirección principal del flujo, mientras que la secuencia negativa se puede relacionar con el desarrollo de la barra que migra.

El desarrollo de barras de grava bien definidas que migran se asocia, como es lógico, a amplias salas tal y como sucede en la galería activa actual.

4.1.9 Corte 53-9 (fig.22)

El corte se localiza en el extremo de una pequeña sala adyacente a la gran sala del corte 53-8. Con una potencia total de casi 5 m se diferencian:

a.- Nivel de 1.75 m de potencia. Está constituido por cantos rodados y arenas. Estas, con algo de limo, se distribuyen en lentejones de escasa potencia.

b.- Nivel de cantos rodados de 1 m de potencia. Se encuentran imbricados indicando una dirección de la paleocorriente procedente de la sala pequeña y dirigida a la grande (G.53). A techo se sitúa un nivel de cantos de escasa potencia (apenas un canto) caracterizado por la pátina negra de alteración que recubre los cantos.

c.- Nivel de limos y arenas de 2 m de potencia. Predominan los limos con laminación paralela, aunque en algún punto se observan estructuras de corriente (laminación cruzada de bajo ángulo). Hay también, a diferentes alturas, surcos erosivos rellenos de arena (paleo-canales). A techo se van haciendo más frecuentes niveles de cantos rodados de pequeño tamaño (centilo 3 cm). Estos cantos aparecen en niveles de 3 a 5 cm de espesor salvo en la parte superior del depósito donde llegan a alcanzar los 20 cm de potencia.

d.- En la entrada de la pequeña sala, elevando el nivel del suelo de la galería, se sitúa una barra de arena y cantos en la que se pueden observar dos secciones paralelas. En la parte que da a la sala grande predominan los cantos. Por el contrario, la parte situada en la sala pequeña está constituida principalmente por arena fina y limo (fig.23).

En esta barra se observan laminaciones paralelas y cruzadas siendo particularmente significativo el contraste granulométrico existente entre las dos secciones de la barra.

La explicación de la génesis de un relleno de estas características, y de su parcial evacuación, es problemática. Es posible que el corte estudiado ocupe una galería (antiguo aporte lateral a G.53) colmatándola. Asimismo, parece evidente (dada la evacuación parcial del depósito) la existencia de un sumidero en esta sala con un funcionamiento similar al que se observa hoy en día en G.G.A. La sala pequeña recibe aportes de la galería lateral que provocan su relleno parcial por los materiales más groseros a la vez que se produce el relleno de la G.53. Cuando el sedimento depositado en la sala alcanza la altura del techo de la entrada se produce un cambio radical en las condiciones de sedimentación. Este cambio se genera por un proceso ya descrito por RENAULT (1968) y denominado por el "diafragma". Se produce por la incapacidad de un determinado punto para evacuar el caudal afluente, lo que produce una ralentización de la circulación aguas arriba del punto. En el caso estudiado, el agua aportada no puede ser drenada a la misma velocidad generándose en la sala unas condiciones de sedimentación temporalmente lacustres. En estas etapas se produce la sedimentación de los materiales más finos por decantación. Con el fin del aporte se posibilita el drenaje de la cámara trayendo el siguiente aporte el material grosero que se encuentra intercalado.

La compleja relación existente entre los aportes de la galería supuesta y el drenaje por el sumidero y la G.53 (que seguramente también sea influyente en ocasiones) es responsable de las características observadas en el corte.

La evacuación parcial del relleno puede ser debida a una reactivación del sumidero, que se produce al mismo tiempo que el desalojo de los depósitos de la G.53. La entrada de agua procedente de la G.53 produce el socavamiento del depósito, evacuándose el material por el sumidero. La galería lateral, totalmente colmatada, no vuelve a funcionar. Una nueva etapa de sedimentación produce el relleno de la sala grande. La evacuación de este relleno no afecta al depósito de la entrada de la sala pequeña que queda colgado al no reactivarse el sumidero, totalmente colmatado por los materiales del corte estudiado.

4.1.10 Corte 53-10 (fig.24)

Corte formado por 4.60 m de cantos rodados de gran tamaño (centilo de 119 cm en la base del depósito) de areniscas y conglomerado cretácico (galería arriba, a pocos metros del depósito se encuentra un bloque de conglomerado de 157 x 140 x 50 cm). Diferenciamos dos niveles:

a) Nivel de 3 m de potencia, los cantos están muy alterados presentando abundante matriz.

b) Nivel de 1.60 m de espesor. Da un relieve mucho más acentuado. Este nivel tiene menos matriz. Todo el conjunto se halla recubierto por 2 m de colada estalagmítica (espeleotema). Es el único corte, que junto a algunos relictos situados cerca de 53-6, presenta un desarrollo de espeleotema superior a escasos milímetros.

4.2 Galería Marcel Loubens (C.M.L.)

La zona conocida como Cueva Marcel Loubens (C.M.L.) está formada por varias galerías, que se van ramificando según se asciende por ellas. En función de la topografía se pueden diferenciar dos grupos de galerías. El grupo que comienza con la Galería de los Gours (G.G.) se caracteriza por sus formas amplias y regulares, presentando un relieve suavemente ascendente (fig.25) hasta alcanzar una altura máxima de 34 m sobre el nivel de la SC.. El otro grupo formado por la Galería de la Diaclasa (G.D.) tiene una planta mucho más irregular, y un perfil suavemente descendente al principio, que acaba en una sima de 20 m de profundidad. El fondo de la sima está sifonado siendo la altura de este algo inferior a la de la SC.

A lo largo de todo el conjunto hay testigos de la sedimentación fluvial. Así, al final de la Galería Arratibel hay cantos rodados con un centilo de 76 cm, observándose una tendencia a la disminución de los tamaños de los bloques galería abajo. En la Galería de las Excéntricas se localiza un pequeño depósito de limos y arcillas, dispuestos rítmicamente, con una acusada laminación paralela. Se localiza en una pequeña sala (fig.9, punto 2) y tiene una potencia aproximada de 1 m. Presenta niveles de óxidos de hierro de 1 ó 2 mm de espesor ligados a grietas de desecación. Son relativamente frecuentes los cantos blandos de hasta 30 cm. Se producen al pie del depósito citado al desplomarse cantos de arcillas y limo de varios decímetros. Estos cantos son rápidamente cementados superficialmente por carbonato cálcico, resistiendo el transporte durante bastantes metros.

La G.D. presenta, como las otras de esta zona, abundantes gours (pequeños lagos formados a favor de un umbral de naturaleza estalagmítica) en su tramo inicial. Sin embargo, a diferencia de los otros, los gours de la GD presentan en su fondo arcillas con abundante materia orgánica. Esto parece indicar que esta galería recibe aún hoy en día aportes esporá-

dices y limitados. Como ya se ha dicho, a través de ella es posible alcanzar la zona de circulación permanente (CVIJIC, 1918) actual. En la parte superior de la sima (sala terminal) hay pruebas de repetidas colmataciones y desalojos de sedimentos. Así, se aprecian coladas estalagmíticas superpuestas y las paredes están recubiertas por una potente capa de arcillas y arena (fig.26).

El único depósito de la C.M.L. que muestra buenas secciones para su estudio es el situado en la confluencia entre G.D. y G.G. (fig.9, punto 1).

4.2.1 Corte M.L.-1 (fig.27)

Depósito con una potencia total aproximada de 12 metros. Está formado por dos cuerpos:

4.2.1.1 Ocupa la base del depósito, está formado por:

a.- Nivel de cantos rodados muy poco cementados con una potencia de 2 a 3 metros. Constituye la base del corte.

b.- Nivel de arenas de un espesor de 0.5 m (fig.28). Se observa la laminación de régimen de flujo alto (antidunas o similar). Este nivel tiene una base erosiva muy neta.

c.- Formado por 30-40 cm de limos y arcillas.

4.2.1.2 Está formado por poco menos de 8 m de sedimentos varvados. El contacto con el nivel de cantos infrayacentes es neto. Los niveles milimétricos se presentan en todo el corte con una marcada laminación paralela. La parte superior, donde la fracción arena es relativamente más importante, tiene una potencia de unos 5 metros, caracterizándose por la menor pendiente que da a la erosión (fig.29). La parte inferior de unos 3 m de espesor da un corte vetical, apareciendo, claramente, los nivelillos con potencias de 3 ó 4 cm que resaltan. Su composición es más lutítica, y se observa una alternancia de arena fina, limo y arcilla. En los limos las únicas partículas diferenciables, a simple vista, son algunas láminas de mica, que se delatan por sus reflejos. Estas se han depositado más tarde que otras partículas de su tamaño debido a su baja velocidad de sedimentación derivada de su hábito hojoso. Las arenas se disponen entre los paquetes de finos y no presentan mucha continuidad lateral mostrando con frecuencia una base erosiva y una forma lenticular.

Este nivel sugiere un claro predominio de los procesos de decantación. Parece reflejar la existencia de un cuerpo de agua estático (tipo sifón o lago) con un drenaje deficiente, al que llega muy amortiguado el aporte del río. La sedimentación de las partículas de mayor tamaño se produce en los primeros momentos de la llegada de un nuevo aporte, variando su magnitud (cualitativa y cuantitativa) en función del nivel del agua en la sala. Un nivel bajo del agua en el momento del aporte se refleja en un mayor tamaño de las partículas, y una mayor proporción de la fracción arena en las partes más distales del depósito. Por el contrario, un nivel del agua más alto genera un aumento de la sedimentación grosera en las partes más proximales. La sedimentación de las arenas parece producirse por procesos fluviales simples (canalizaciones...). A continuación se van sedimentando las partículas más finas por decantación, variando el espesor del paquete en función de la magnitud y distribución temporal de los aportes.

4.3 Galería de los Pitecántropos

Esta galería, de reducidas dimensiones, se sitúa en la parte inferior de la G.53, abriéndose su boca a unos 3 m del suelo de esta última. En ella se halla un depósito constituido ex-

clusivamente por sedimentos varvados (fig.30). Su potencia es de 1.5 metros, y su extensión superficial es considerable. Puede considerarse como una parte de 53-1c protegida de la erosión al hallarse en una galería colgada.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La integración de las diversas condiciones de depósito observadas, y de las distintas características (topográficas...) en un modelo de circulación en la red de Arrikruz es compleja.

Por una parte, la G.53 parece ser el resultado de un proceso de captura del río Aizkorbe. Esta captura probablemente se haya producido a partir de una pérdida del río emplazada en un sustrato de karstificabilidad relativamente mayor. En la G.53, el nivel 53-1a aparenta ser el testigo más antiguo que se conserva. Su composición lutítica y el alto grado de cementación, por compuestos de hierro, alcanzado indican un medio de sedimentación de baja energía, en el que se producen frecuentes cambios en el pH y el Eh. Puede tratarse de la sedimentación en una zona somera, y probablemente marginal, de un sifón, donde las condiciones de baja energía son claras, explicándose el cambio del medio hacia unas mayores concentraciones de oxígeno disuelto, y valores del pH más elevados por:

a.- La recepción en esta zona marginal de agua con un mayor contenido de oxígeno disuelto procedente de la G.53.

b.- Una alternancia de situaciones de exposición subaérea/ inmersión, generada por pequeñas oscilaciones en el nivel de sifonamiento.

De cualquier modo, el siguiente paso, en la evolución del sistema, parece ser un importante descenso del nivel de base local, que se traduce en una progradación de la sedimentación grosera, instalándose una serie de barras de grava a lo largo de casi toda la galería, llegando en algunos puntos a colmatarla casi totalmente (sala del corte 53-8).

Por otra parte, la C.M.L. y la G.53 se abren a una misma altura sobre la SC. Este hecho permite suponer un desarrollo simultáneo de ambas galerías. La gran ramificación que presenta la G.G. en su parte superior indica, sin duda, una diversidad en las fuentes de aporte muy similar a la generada por un conjunto de pérdidas en el cauce de un río (análogas a las existentes actualmente en el río Aizkorbe).

El esquema básico de circulación queda, por lo tanto, constituido por dos grupos principales de galerías activas, con circulación libre. La G.53 recibe la mayor parte del caudal del río Aizkorbe (como hoy lo recibe la G.G.A.). Las pérdidas emplazadas a aguas arriba generan la G.G.

La Galería de la Diaclasa (G.D.) se encuentra sifonada, constituyendo el nivel de base de la red. Las oscilaciones en el nivel del agua en este sifón incurrirían notablemente en las condiciones de sedimentación de la G.53 y la G.G.

La diferencia de cotas entre la parte inferior de la G.53 y la C.M.L. es mínima. Por otra parte, el registro sedimentario en ambas galerías es muy parecido. Es más que probable una unión entre estas dos galerías, a través de una galería prácticamente horizontal que atravesara la S.C. Un ascenso del nivel de base local (sifón G.D.) se traduce, por lo tanto, en la extensión del régimen de sifonamiento a gran parte de las zonas inferiores de la G.53 y la G.G. Así, un ascenso del nivel de base local provoca la extensión de la sedimentación varvada sobre los cantos rodados, alcanzando los testigos de la primera hasta el corte 53-4, y posiblemente hasta 53-5 (los materiales varvados de 53-9 son una excepción, ya explicada, que res-

ponde a un proceso autocíclico muy localizado). En la G.G. se conservan testigos de esta etapa en los puntos 2 y 3. Del mismo modo, la Galería de los Pitecántropos debido a su posición elevada solo se ve afectada por la sedimentación varvada. Esta etapa de colmatación, que supera los 5 metros de potencia a lo largo de toda la G.53, finaliza con un descenso del nivel de base local, incidiendo el río los depósitos hasta su disección. Las barras de arena 53-1 d, ML-1, o incluso la barra de la entrada de la sala 53-9, y su erosión, se pueden atribuir sin ninguna duda a etapas posteriores.

El desplome de la galería de unión entre la G.53 y la C.M.L., probablemente causado por el desarrollo de la G.G.A. en el marco de un nuevo proceso de captura del río Aizkorbe, pone fin a la sedimentación detrítica en la G.53 y la G.G.

Parece interesante destacar la escasa representación de la fracción arena en el conjunto de los depósitos, sedimentándose los materiales limo-arcillosos sobre los cantos rodados. Este hecho puede interpretarse como el resultado de un proceso geológicamente "instantáneo", no produciéndose el completo desarrollo de una secuencia regresiva (respecto al medio fluvial).

La definición de los procesos causantes de las numerosas etapas observadas, no es fácil. Se puede invocar:

a.- Procesos alocíclicos (ajenos a la cuenca sedimentaria). Pueden consistir en cambios climáticos, movimientos eustáticos o epirogénicos, etc. Su influencia en la evolución de la red de Arrikruz es difícil de precisar debido a la carencia de datos, que se padece, sobre el Cuaternario en la Región. No obstante, conviene aclarar que el concepto "oscilaciones del nivel de base local" se usa en este trabajo como generalización de una serie de procesos, algunos de ellos incluíbles en este apartado de procesos alocíclicos.

b.- Procesos autocíclicos (se producen en la misma cuenca sedimentaria). Los más probables parecen ser aquellos capaces de originar, en algún momento de la evolución de la red, un efecto diafragma a gran escala, provocando las oscilaciones del nivel de base local, que se observan en el registro sedimentario. Así, sin ánimo de ser exhaustivos, se pueden citar algunos procesos:

1. Estratigráficos. Uno de los frecuentes cambios de facies lateral que se presentan en los arrecifes urgonianos, puede provocar que el río se encuentre con un nivel margoso, mucho menos karstificable, llegándose a producir retenciones notables de la corriente. Un fenómeno de este tipo se observa, en la actualidad, en algunas simas de Oltza (Aitzgorri) donde se presentan retenciones de flujo a distintas alturas, drenadas de un modo deficiente y que pueden asociarse a este cambio en la litología del sustrato.

2. Geomorfológicos. El desplome de antiguos niveles de circulación sobre el cauce puede provocar una reducción de la sección del mismo, con el consiguiente descenso de la capacidad de drenaje de la red. Del mismo modo, el depósito de material aportado por el río puede provocar obstrucciones detríticas importantes. También hay que considerar la posibilidad de una obstrucción litoquímica.

Por otra parte, no hay que olvidar los posibles aportes del río Aranzazu, a través de una conexión con el vecino sumidero de Gesaltza. Un cambio en el punto de conexión entre las redes de Gesaltza y Arrikruz originaría un gran desequilibrio entre el caudal recibido, que se multiplicaría considerablemente, y las galerías de Arrikruz, formas de conducción resultantes del drenaje de caudales inferiores,

De cualquier manera, parece evidente que todo intento de explicar la evolución de Arrikruz requiere la aplicación de un modelo, donde procesos autocíclicos y alocíclicos se combinan. Siendo preciso para ello un mayor conocimiento de la evolución cuaternaria regional y la definición del esquema exacto de funcionamiento hidrogeológico del complejo kárstico Gesaltza-Arrikruz-Jaturabe.

BIBLIOGRAFIA

- CORRALES, I. et al. (1977).- Estratigrafía. Ed. Rueda. Madrid.
- EGOZCUE, J.J. (1971).- Estudio del cono de materiales alóctonos de la cova de Sa Font. *Speleon* t.18, pp. 43-53.
- GABALDON, V. (coor., 1984).- Ciclo de seminarios de Sedimentología. Vol.1. I.G.M.E. Madrid
- G.E. ALOÑA-MENDI (1974).- Trabajos sobre el karst del Sur-Oeste de Guipúzcoa. Año 1968-1972. Vitoria.
- LLOPIS, N. (1957): Sobre algunos fenómenos de sedimentación fluvio-lacustre en las cavernas. *Speleon* 1, nº1, pp.23-38.
- LLOPIS, N. (1957).- Características hidrogeológicas de la cuenca de alimentación del manantial de Urbaltza. *Speleon* t.VIII pp.3-57.
- LLOPIS, N. (1970).- Fundamentos de Hidrogeología Kárstica. Ed. Blume. Madrid.
- LLOPIS, N. y ELOSEGUI, J. (1954).- Sobre las características del relleno de la sima de los osos de Troskaetako koba, Ataun (Guipúzcoa). *Munibe*.
- MARTINEZ, A. y ROMERO, D. (1977).- Nota sobre els sediments de la "Cueva de los Guaicharos" (Perú). *Speleon* t.23.
- MASRIERA, A. (1970).- Contribución al estudio de los sedimentos varvarods hipogeos. *Speleon* t.17, pp.27-39.
- SRIERA, A. y ULLASTRE, J. (1975): Características texturales del talweg hipogeo del Forat de l'Or (Montsec, Lérida). *Speleon Monografía* I, pp.13-18.
- MONTORIOL, J. (1951).- Los procesos elásticos hipogeos. *Rassegna Speleologica Italiana* III, fasc.4, pp.127-154.
- RAT, P. (1980): Les systèmes urgoniens et les paysages du Guipuzcoa. *Munibe* nº3-4.
- READING, H.C. (Ed., 1982).- *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications. Oxford-London.
- REINECK, H.E. & SINGH, I.B. (1978).- *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg.
- RENAULT, Ph. (1968).- Contribution a l'etude des actions mecaniques et sedimentologiques dans la speleogenese. *Ann. Spel.* nº22.
- RUIZ DE ARCAUTE, F. y SAN MARTIN, J. (1957).- Conjunto de los fenómenos espeleológicos de Gesaltza-Arrikruz y Cueva de los Osos. *Speleon*, año VI, nº3.
- UGARTE, F. (1981).- Datos para el estudio del clima de montaña en el País Vasco, Aranzazu (1966-1978). *Munibe* nº1-2.
- UGARTE, F.M. (1983).- Iniciación a los estudios sedimentológicos de los depósitos detríticos cuaternarios. Cuadernos de Sección, Historia-Geografía. Scdad. de Estudios Vascos.
- ULLASTRE, J. (1971).- Ensayo bibliográfico de la Espeleología en Cataluña. *Speleon*, t.18, pp.101-153.
- VIÑAS, R. y DE VILLALTA, J.F. (1975).- El depósito cuaternario de la "Cova del Gegant". *Speleon, Monografía* I, pp.19-33.

AGRADECIMIENTOS

Desde estas líneas quiero agradecer las valiosas orientaciones recibidas de PUJALTE, V. (Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco); UGARTE, F.M. y UGALDE, Tx. (SC. Aranzadi, Donostia); así como de: ARRIZABALAGA J., AZKARATE J., ERAÑA C., FDZ. de LIENCRENS E., IBARRONDO I., IDIGORAS J.A., y UGARTE S. quienes armados de paciencia me han acompañado en las visitas que he realizado a la cueva de Arrikruz.

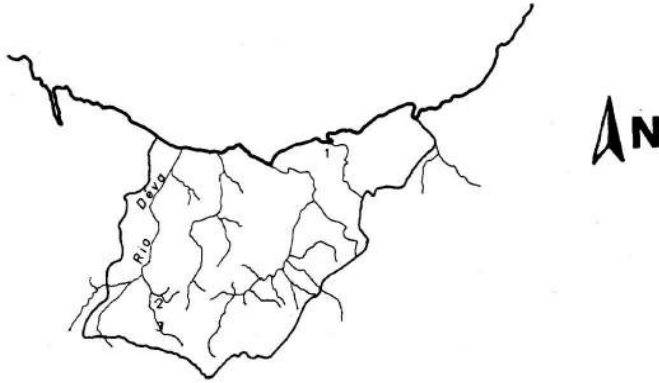


Figura 1 - Red hidrográfica de Gipuzkoa. 1) Donostia; 2) Oñati; 3) Arrikruz.

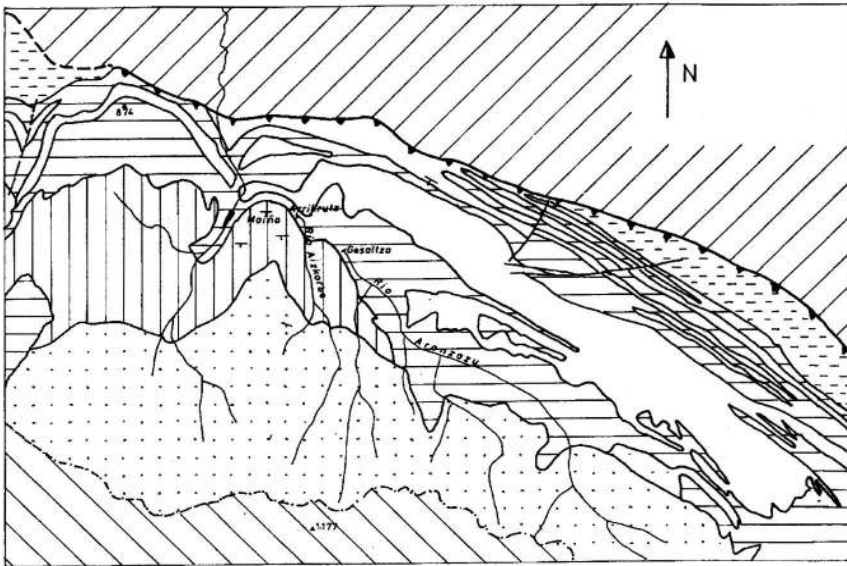







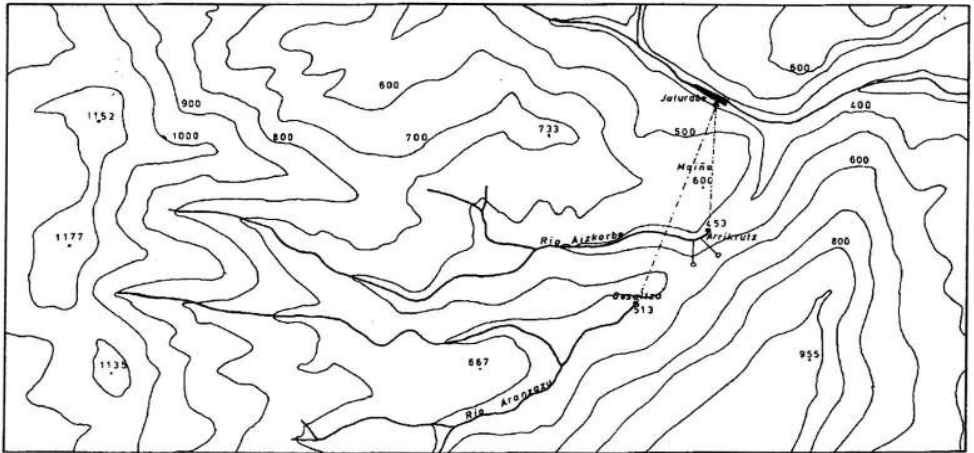
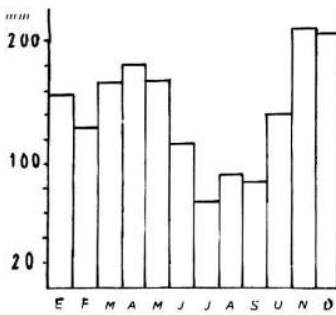


Figura 2 - Mapa geológico de la zona: Fuente I.G.M.E.

<i>Materiales</i>	<i>Edad</i>
 Arcillas, arenas, calizas	Albiense superior
 Areniscas, areniscas conglomeráticas	Albiense medio
 Areniscas y arcillas apizarradas	Albiense inferior
 Margas hojosas. Calizas arcillosas	Aptiense-Albiense inferior
 Calizas arcillosas, margas	Aptiense-Albiense inferior
 Calizas arrecifales con RUDISTAS	Aptiense-Albiense inferior
 Areniscas, arcillas y calizas	Cretácico inferior
	Facies Purbeck-Weald



▲ Figura 3 - Mapa topográfico de la zona.
 - · - · - Direcciones de circulación subterránea del agua
 —○— Situación de las pérdidas en el cauce.



◀ Figura 4 - Precipitación media anual. Datos del observatorio de Aranzazu.



0 500 m.

▲ Figura 5 - Corte geológico del valle del río Aizkorbe.
 [Hatched pattern] Calizas arrecifales
 [Horizontal lines] Margas hojosas y calizas arcillosas
 [Dotted pattern] Areniscas y arcillas apizarradas

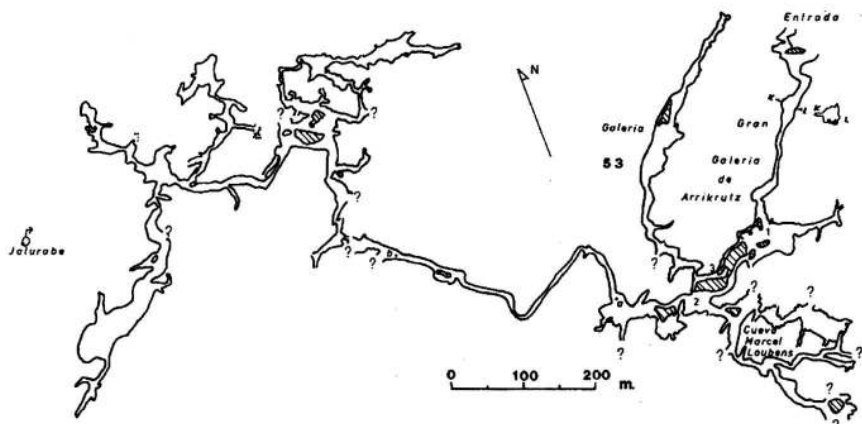


Figura 6 - Planta de la cueva de Arrikruz. Fuente G.E. Aloña-Mendi.

1 -Sala Echevarria; 2 - Sala Corcóstegui; 3 - Galería de los Pitecántropos; a-b Extensión del sifón temporal; 15 surgencia; ? Puntos donde la galería continúa, pero no es posible el paso actualmente, incógnitas.

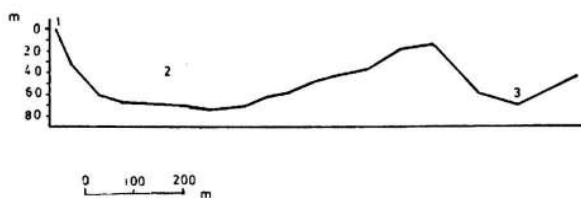


Figura 7 - Perfil longitudinal de la cueva de Arrikruz.

1 - Entrada; 2 - Gran galería de Arrikruz; 3 - Surgencia de Jaturabe;

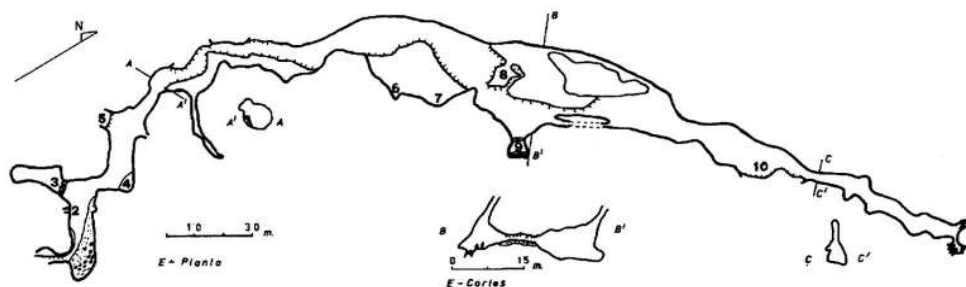


Figura 8 - Planta de la galería 53. Fuente G.E. Aloña-Mendi.
0 - Sala Corcóstegui; 1-10 situación de los cortes estudiados.

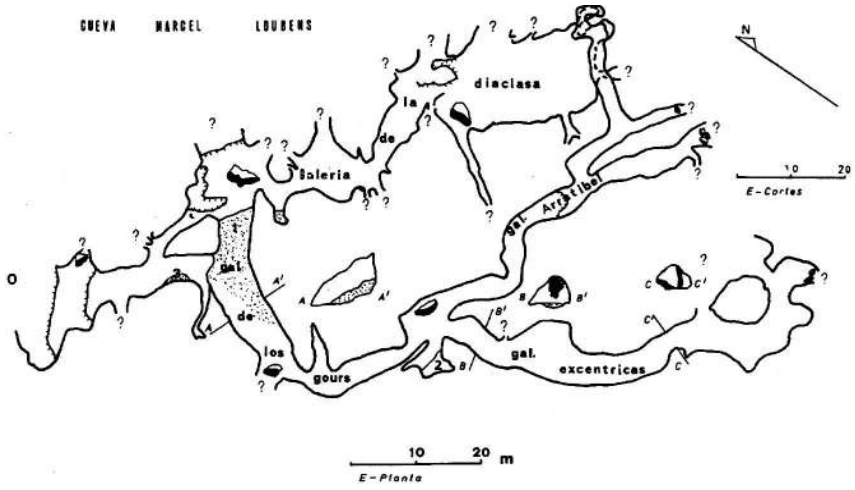







Figura 9 - Planta de la zona: Cueva Marcel Loubens. Fuente G.E.A.M.
 0 - Sala Corcóstegui; 1-3 Situación de los cortes mencionados; ? incógnitas.

La leyenda en estos cortes son:

-  Cantos rodados heterolíticos
-  Arenas
-  Arcillas y limos varvados, con laminación paralela clara
-  Arcillas y limos varvados, con laminación paralela difusa
-  Espeleotema

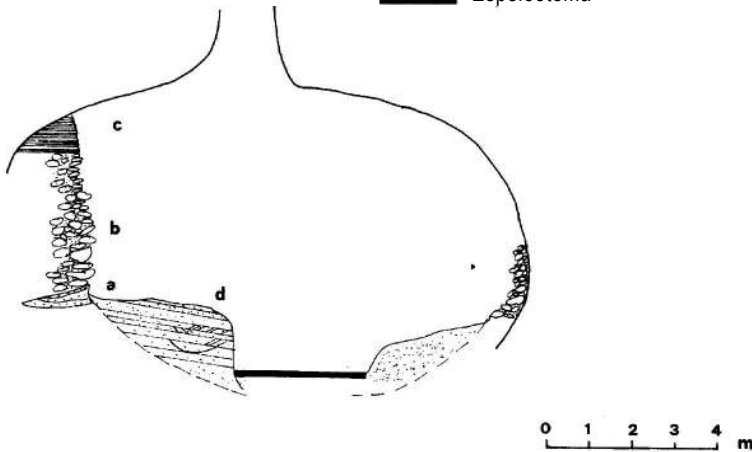
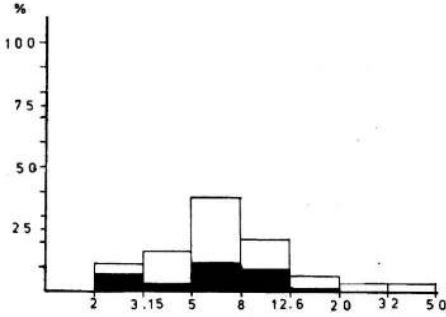
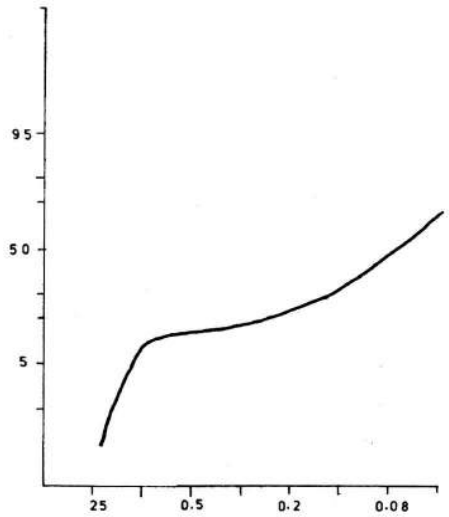
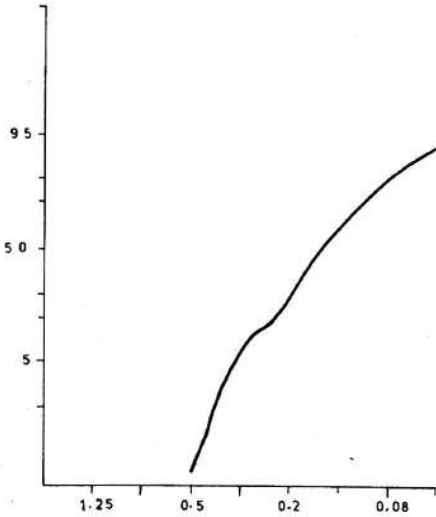


Figura 10 - Corte 53-1



◀ Figura 11 - Histograma de los cantos del nivel 53-1b
En negro cantos calizos. En blanco cantos de arenisca.

Figura 12 ▶
Curva acumulativa del nivel 53-1c



◀ Figura 13 -
Curva acumulativa del nivel 53-1d

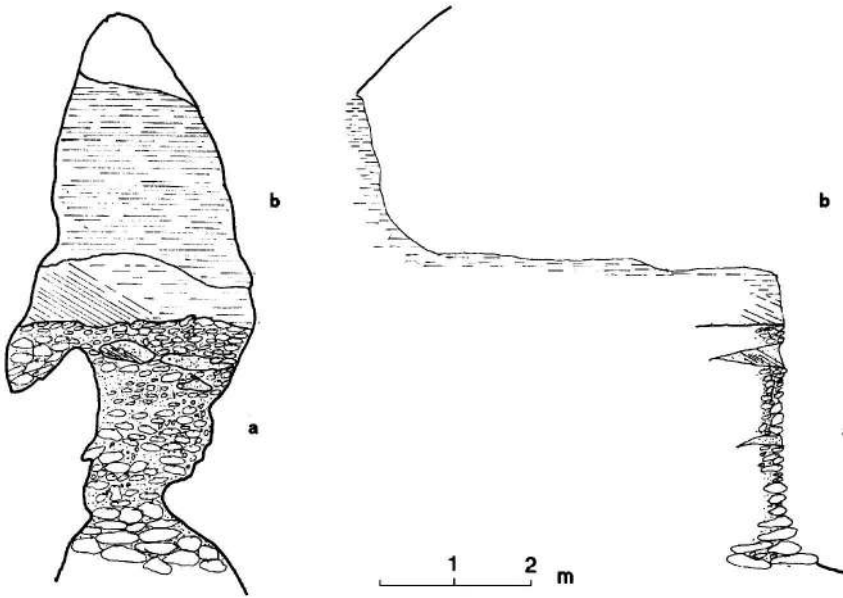


Figura 14 - Corte 53-2

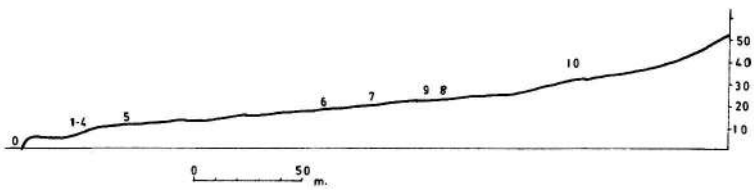


Figura 15 - Perfil topográfico de la galería 53.
0 - Sala Corcóstegi; 1-10 situación de los distintos cortes

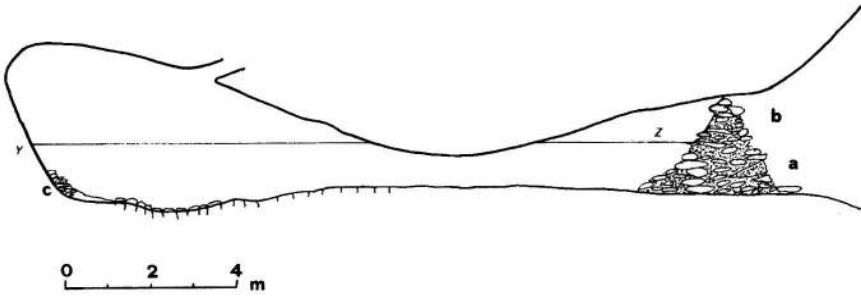


Figura 16 - Corte 53-3

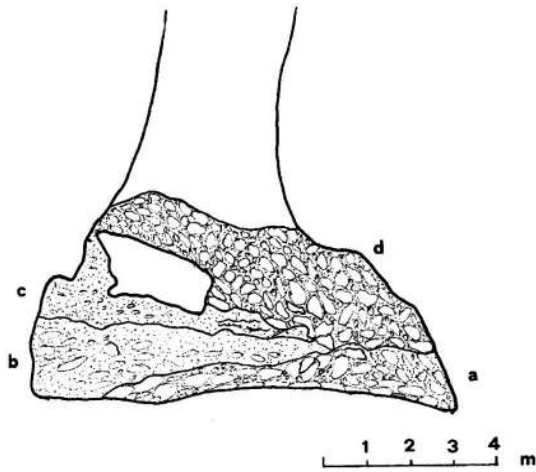


Figura 17 - Corte 53-5

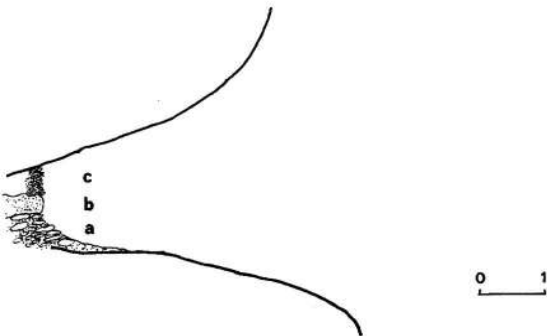


Figura 18 - Corte 53-6

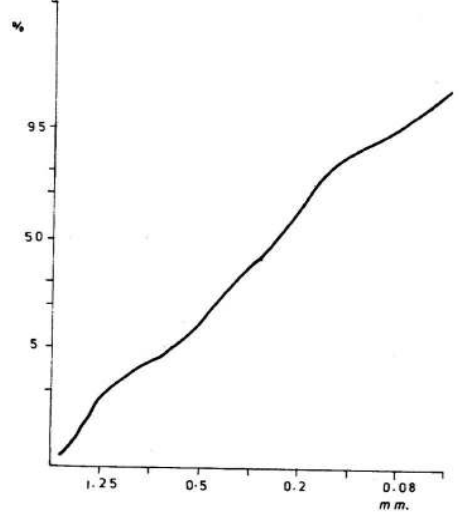
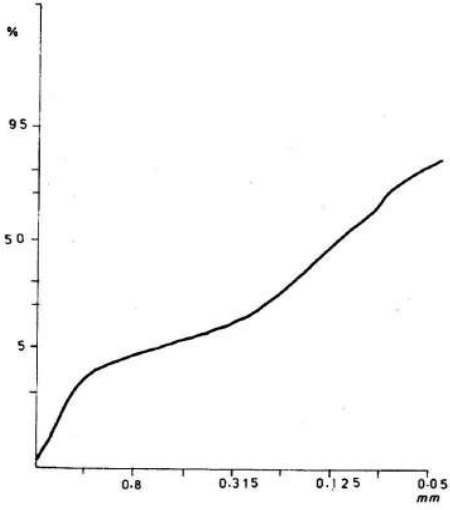


Figura 19 - Curva acumulativa del nivel 53-6b

Figura 21 - Curva acumulativa de las arenas de 53-8

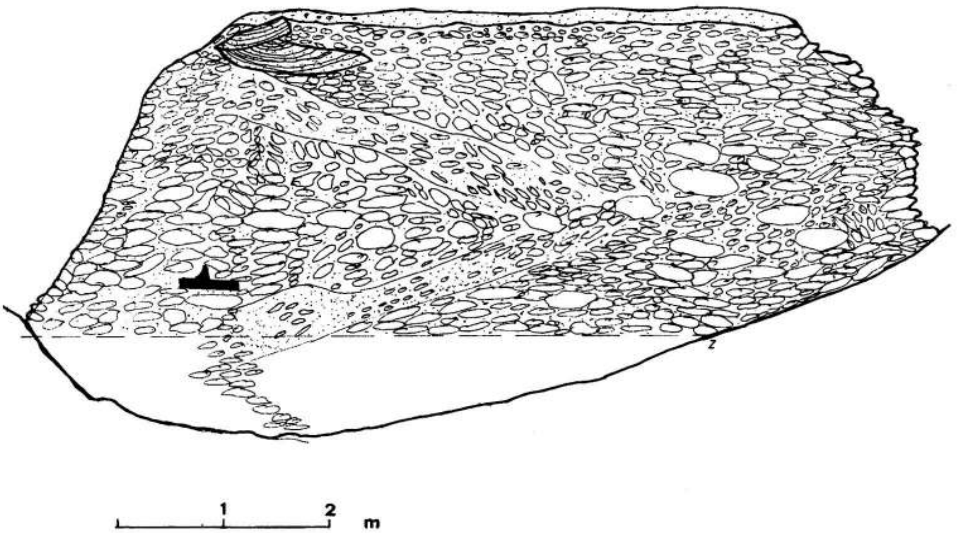
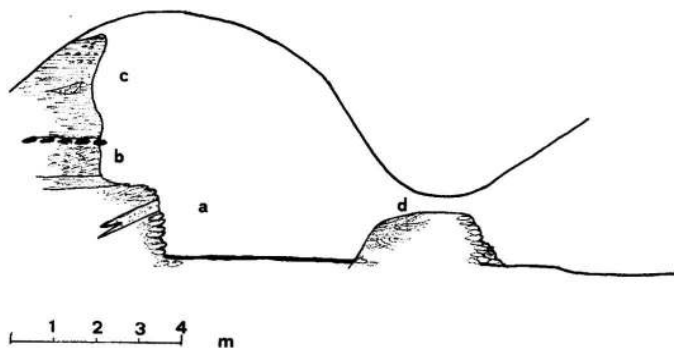


Figura 20 - Corte 53-8



▲ Figura 22 - Corte 53-9

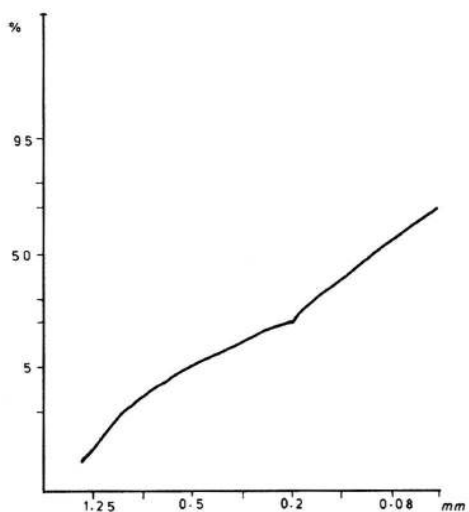
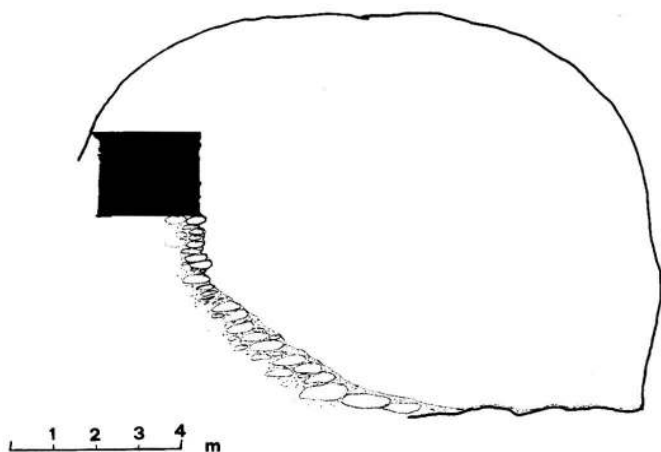
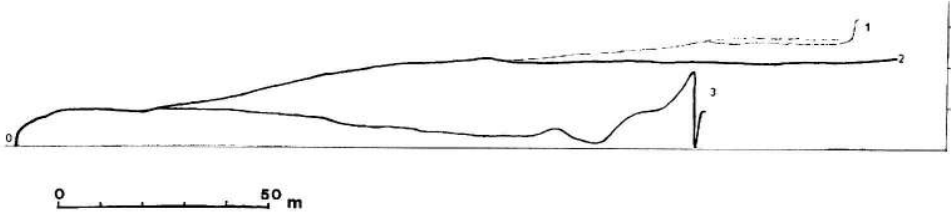


Figura 23 ▶
Curva acumulativa del nivel 53-1d



◀ Figura 24 - Corte 53-10



▲Figura 25 - Perfil topográfico de la cueva Marcel Loubens.
 o - Sala Corcóstegui; 1 - Galería Arratibel; 2 - Galería de la Excéntrica; 3 - Galería de la Diaclasa.

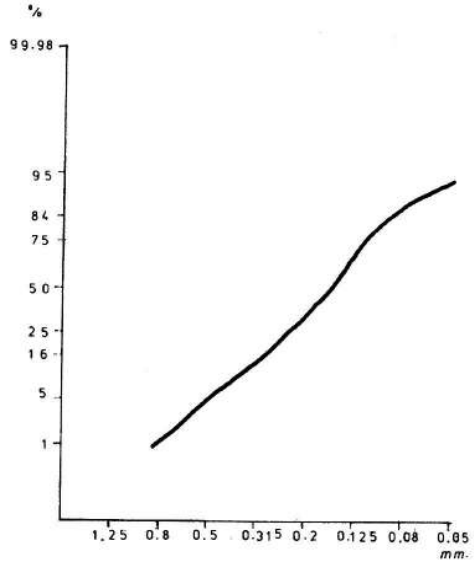
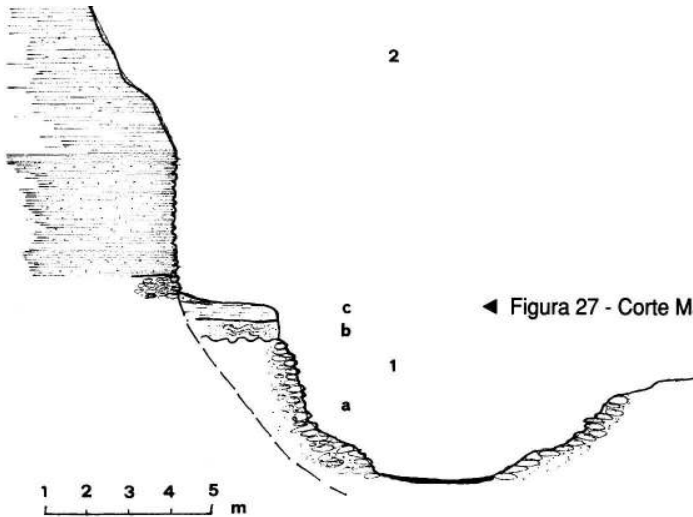
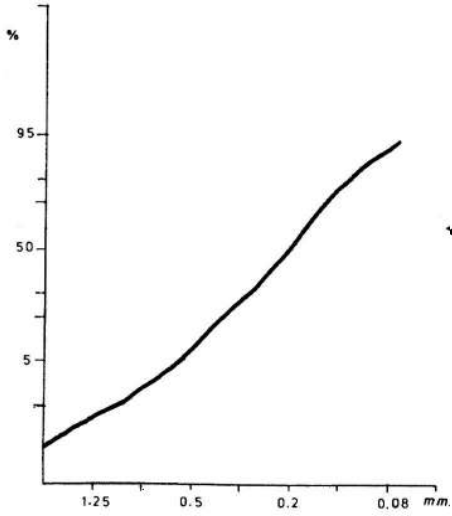


Figura 26 ▶
 Curva acumulativa de la arena depositada en las paredes de la galería de la diaclasa.

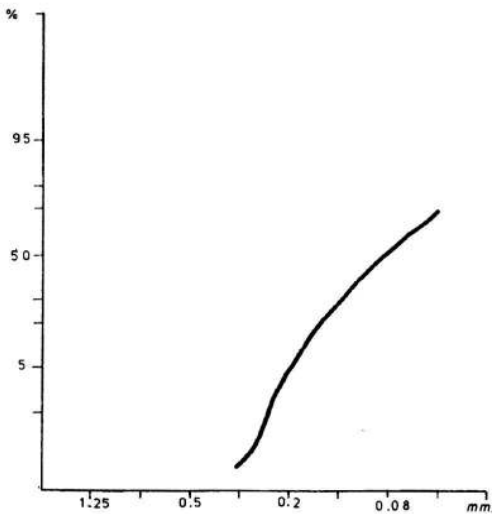
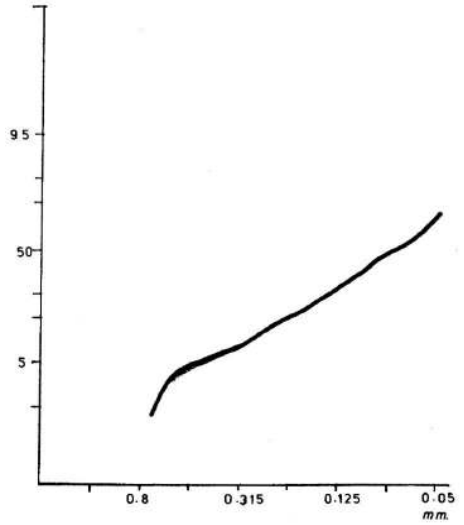


◀ Figura 27 - Corte Marcel Loubens 1



◀ Figura 28 - Curva acumulativa del nivel Marcel Loubens 1

Figura 29 - ▶
Curva acumulativa del nivel Marcel Loubens 1-2
(En la Tabla 1: ML2)



◀ Figura 30 - Curva acumulativa de los niveles varvados de la galería de los Pitecántropos.

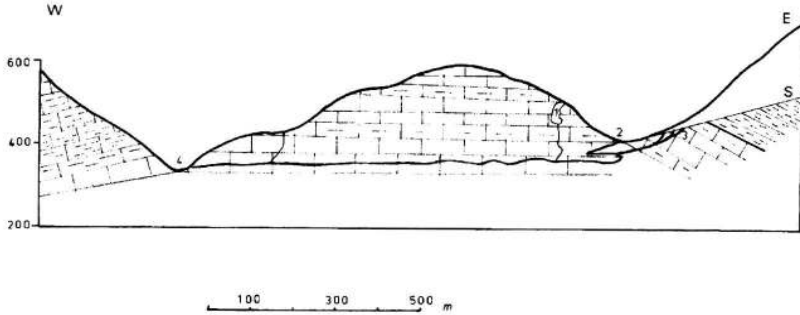





Figura 31 - Corte esquemático de la Peña de Madina en las primeras etapas de la evolución de Arrikruz.

- 1 - Niveles superiores de funcionamiento, que han quedado colgados por la incisión del río Aizkorbe (sima Altzibar,...)
- 2 - Desarrollo de la galería 53, en el marco de un proceso de captura del río Aizkorbe a favor de un nivel más karstificable.
- 3 - "Paleobarrera de sumideros". Futura Cueva Marcel Loubens.
- 4 - Surgencia de Jaturabe.

-  Calizas relativamente más karstificables (más puras o más fisuradas)
-  Calizas relativamente menos karstificables (arcillosas o menos fisuradas)
-  Margas hojosas.