SARAWAK
EXPLORACIONS GEOGRAFIA

Perles de caverna

de l'avenc Montserrat Ubach

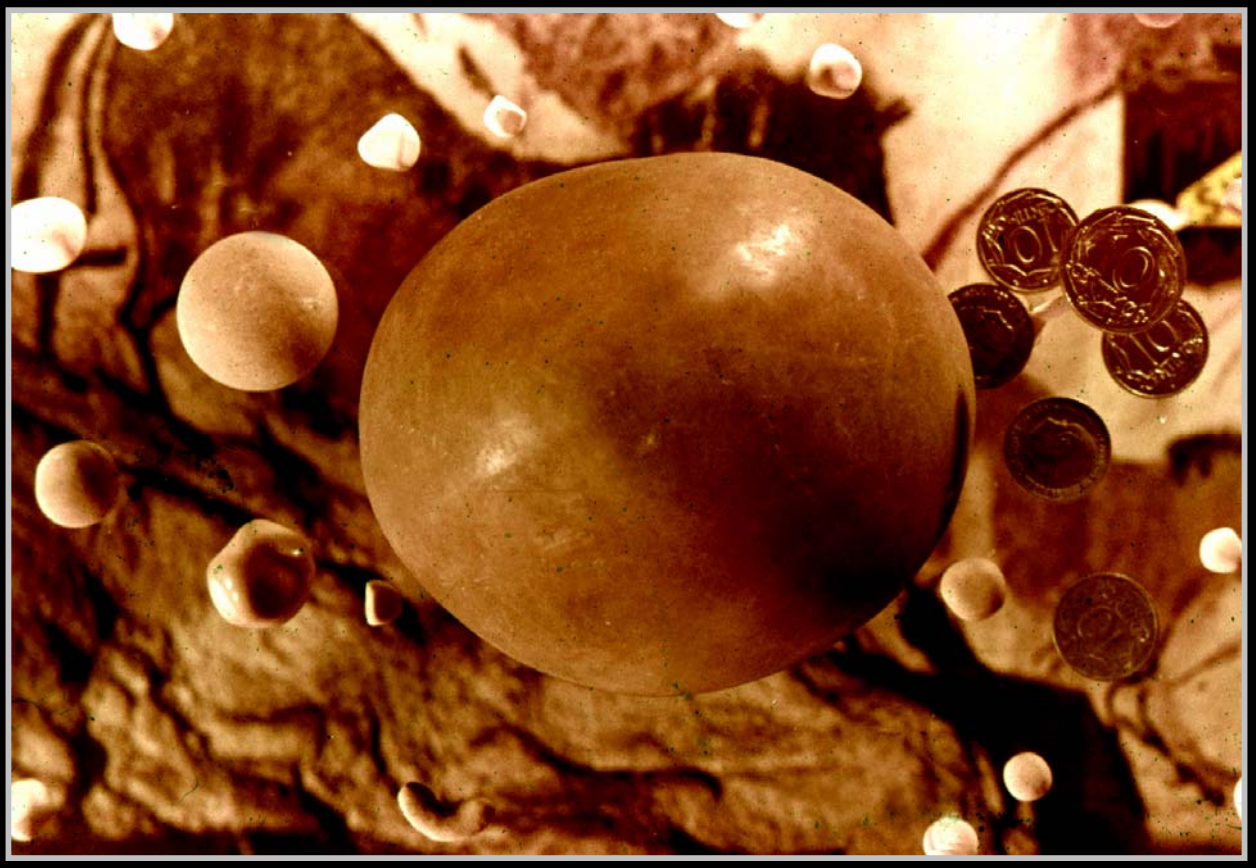


Foto: Fèlix Alabart, 1963.

MONOGRÀFICS SARAWAK
03-2014

PERLES DE CARVERNA DE L'AVENC MONTSERRAT UBACH

"La Perla", un exemplar excepcional

Lluís Auroux

"La Perla"

En diversos treballs sobre estudis de perles de caverna s'havia anat citant l'existència d'un exemplar de grans dimensions trobada a l'avenc Montserrat Ubach (Odèn, Solsonès).

A la revista Geo y Bio Karst, nº 1, 1964: 23-29, en l'article "*Avance al estudio monográfico del avenc Montserrat Ubach*", Oleguer Escolà parla dels pisòlits trobats (perles de caverna) i cita que "*entre los ejemplares localizados se hallan varios de gran tamaño, y cabe destacar el localizado en una reciente exploración llevada a cabo por miembros del EDES, ERE, EDECA y SIRE que mide 81x90 cm y es considerada una de las mayores perlas de caverna del mundo".*

Al mateix número de Geo y Bio Karst hi ha un article d'en Joan Senent: *"Sobre la presencia del aragonito en las cavidades kársticas e indicaciones para su reconocimiento"* . Hi apareix una fotografia en què es veu una important concentració de perles i es pot deduir que hi ha exemplars d'uns 40 o 50 mm de diàmetre sobre una capa d'abundants pisòlits molt més petits.

Curiosament, però, l'estudi d'aquest exemplar conegut com "La Perla" de l'avenc Montserrat Ubach no s'ha fet fins cinc dècades després de la seva troballa i publicat, el 2013, amb motiu del 50è Aniversari de l'avenc.

(1) El major nombre de perles es troben als pous de "La Xineta", el de "Les Perles" i a la Via lateral explorada pel l'Espeleo Club de Gràcia el 1985.

"La Perla", 2014

Niu de Perles de Caverna, 1963

Algunes de les perles localitzades durant les primeres exploracions. Se n'observen algunes de gran tamany.

Consideracions prèvies

Tot i que en la terminologia de les perles generalment s'utilitzen els termes oòlit (per sota dels 2 mm de diàmetre), i pisòlit (per sobre dels 2 mm), en general s'aplica el terme perles de caverna.

Un dels motius d'aquest estudi és parlar de les grans perles. Dir "grans perles" és molt relatiu. Les més grans citades les hem localitzat al llibre Cave Minerals of de World, Hill, C.A.; Forti, P. National Speleological Society , 1986:

*Sumidera I di Pecho Blanco, Mèxic. Diu: diàmetre 10 cm aproximadament, o com pilotes de beisbol (nota de l'autor: per norma, el diàmetre màxim d'una pilota de beisbol, no pot ser més de 77,4 mm) (pp 48)
*Gama de mides: Com grans de sorra, fins 15 cm de diàmetre (pp 49).

*Nymeyer, 1938, cita de la cova Hell Below, a les muntanyes de Guadalupe, Nou Mèxic, perles grans com boles de billar (nota de l'autor: el diàmetre d'una bola de billar és de 61,5 mm) (pp 50).

Aquestes dades de grans exemplars, seran certes però no estan ben documentades ja que no s'indiquen, mínimament, les mides exactes ni el pes.

Medicions de "La Perla" a càrrec de l'autor

Característiques de "La Perla" de l'avenc Montserrat Ubach

-Aspecte general: Forma ovoide, acostant-se a esfèrica

-Eixos principals: 91,95 x 80,00 x 80,10 mm

-Pes: 730,80 g

-Densitat: 2,55

-Base d'assentament contra el terra: Àmplia zona de rodadura/oscil·lació, amb algunes petites zones brillants i la resta polit setinat.

Aquesta zona inferior, presenta una certa forma lleugerament aplanada, no tan esfèrica com la resta de la superfície general, com a resultat del seu contacte per gravetat. No hi ha cap mostra d'abrasió en cap punt de la seva superfície

-Resta de la superfície: Laterals i zona superior, també polit setinat

Comentaris sobre la seva densitat:

La densitat de la calcita és 2,72. El valor obtingut de 2,55 en aquest exemplar, es pot considerar elevat. En un estudi realitzat amb 666 pisòlits de diferents característiques i moltes localitats, el ventall de densitats anava entre 0,63 i 2,70 i la mitjana va ser de 2,10.

S'ha de tenir compte que la densitat depèn de diversos factors:

Pes i composició del nucli; presència de capes interiors esponjoses, impureses, micro-espais entre les capes, etc. i, normalment, no sobrepassen el valor de 2,60.

Comentant les dades d'aquesta perla amb un gran expert, en Paolo Forti, professor de Geografia física i Geomorfologia de l'Instituto Italiano di Speleologia de la Universitat de Bolonya, ens envia un treball de l'any 1981 publicat a la revista del Gruppo Speleològico Bolongnese, Sotottera 58, 20:22, on s'indica que els espeleòlegs de Bolonya en van trobar una a la cova Vasaio di Motrone, als Alps Apuane, que feia 110 mm de diàmetre. No en dona més dades.

Si la mesura d'aquest exemplar és correcta "La perla" de l'avenc Montserrat Ubach seria la segona més gran d'Europa i la més gran de la península Ibèrica. Sens dubte, un peça excepcional de les primeres en ordre mundial documentades.

Precisament la gran munió de perles de caverna del Montserrat Ubach, conjuntament amb la seva fondària en conglomerats, és una de les singularitats i característiques geològiques d'aquesta important cavitat.

Si be hi ha grans exemplars a l'avenc que només en tenim referència per les fotografies de l'espeleòleg-fotògraf Fèlix Alabart que apareixen en l'audiovisual sobre la primera exploració a l'avenc, s'ha pogut procedir al seu estudi gràcies a l'aportació dels primers espeleòlegs col·laboradors del que ara és Museu de Ciències Naturals de Barcelona.

Aquest recull en permet documentar el màxim material possible trobat als pous, en especial dels pisòlits de més grans dimensions o que puguin tenir més interès per la seva morfologia, textura, nucli, etc.

Altre Perles de l'avenc estudiades

El demès material estudiat correspon a sis lots diferents que suposen un conjunt de 143 exemplars, dels quals se n'han estudiat i mesurat 115.

Lot X: Un segon pisòlit obtingut junt "La Perla", el gran exemplar ja descrit, Tampoc hi ha referència del lloc exacta on el va recollir.

Lot O: Tres lots de perles (foto O 01 a 24).

-Lot O-1: Sense referència del lloc: Un total de 42 exemplars complets. També hi ha restes diversos d'altres perles. Dels 42, 20 estan numerats i mesurats (1-O al 20-O).

-Lot O-2**:** Del Pou de la Xineta. Un total de 7 exemplars complets. Dels 7, un està numerat i mesurat (21-O).També hi ha restes de més perles.

-Lot O.3**.**: Sense referència del lloc: Un total de 20 exemplars complets, més un que només n'hi ha la meitat. També hi ha restes diversos d'altres. Dels 20, 3 (22-O, 23-O i 24-O) estan numerats i mesurats.

Lot J: Un lot de 6 perles (foto J 01 a 06) de la Via Lateral, datades de l'abril de 1986.

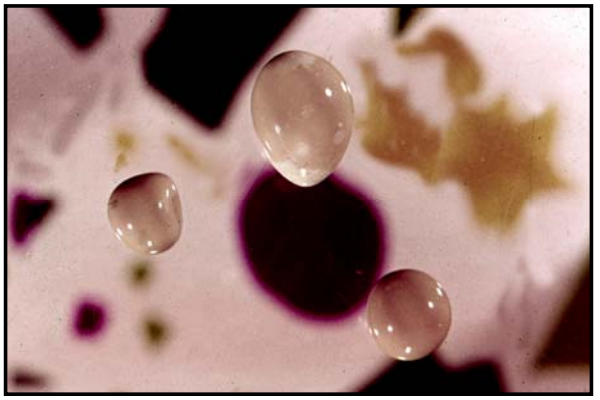
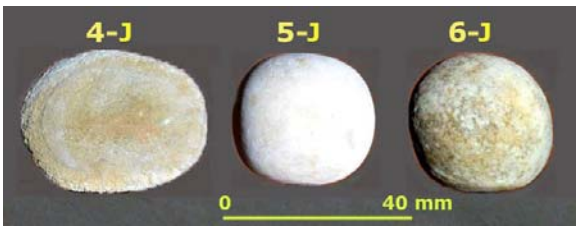


Foto de Fèlix Alabart per a l'audiovisual "Primera exploració a l'avenc Montserrat Ubach"

Lot de perles O 01 - 24

<u>Lot M</u> : Un lot de 33 perles (foto M 01 a 33) del Pou de la Xineta i del Pou de les Perles, sense precisar més i datades del 1963. S'han mesurat les 12 més grans, les 2 més petites (32-M i 33-M) i per les seves particularitats diferenciades, la 22-M.



Fotos: J 01 a 06

<u>Lot L</u>: Es composa de 33 perles.

Lot L-1.Un lot de 6 perles (foto L 01 a 06) d'una mateixa agrupació (1-L a 6-L) sense precisar de quin lloc de l'avenc, datades del juny de 1966.

Lot L-2. Un lot de 15 perles (foto L 19 a 33) de diferents llocs de l'avenc, sense precisar (19-L a 33-L). Datades del juny de 1966.

Lot L-3- Un lot de 12 perles (foto L 07 a 18) corresponen a una mateixa agrupació (7-L a 18-L) sense precisar de quin lloc de l'avenc s'han recollit. Datades del juny de 1966.

Nota de la foto L 07 a 18.

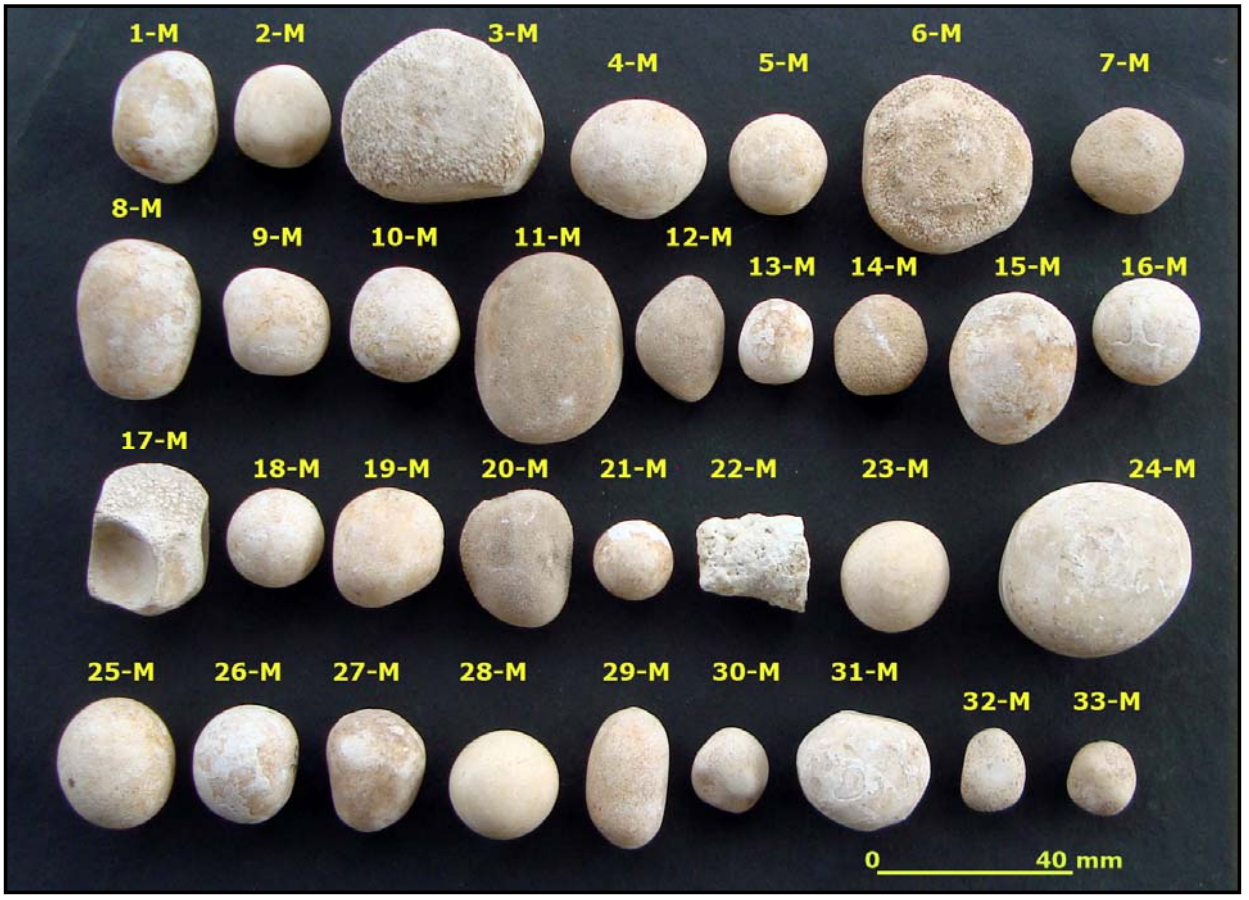


Foto: M 01 a 33

Les perles del lot L es caracteritzen per ser molt diferents de totes les altres estudiades en aquest article. Es tracta d'exemplars microaciculats i aciculats que s'han desenvolupat en aigües netes i tranquil·les. La seva relativa transparència indica que no inclouen gaires impureses. La perla 12-L és la de cristalls més evidents (foto L 07 a 18) i la 7-L la més gran (foto 7 L).

Les densitats dels exemplars més petits (17-L i 18-L) s'han de prendre com aproximades, ja que el procés utilitzat en la pesada submergida no té tanta precisió com en la pesada en sec.

-Lot E : El lot consta de quaranta-tres perles, de les qual s'han mesurat tres eixos, prenent el "x" com el de major magnitud de cada peça; el "y" perpendicular al "x" i el "z" el de menor longitud.

Foto: L 01 a 06. Cada exemplar vist des de dalt i de costat.

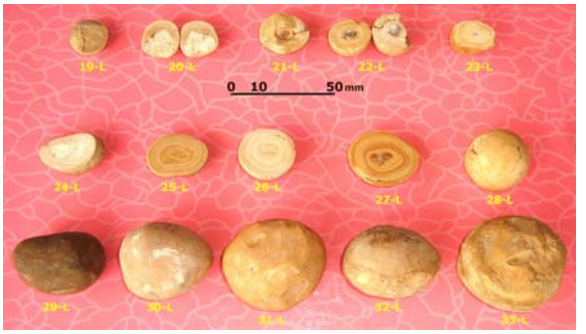


Foto: L19 a 33

Foto: L 07

Foto: L 07 a 18

Lots estudiats

Material Lot X (Veure mides de “La Perla” al principi).

Núm. Lot	Eixos principals	Pes	Densitat
02 -X	33,8 × 31,4 × 23,3 mm	35,82 g	

Material Lot O (Tres lots de perles. Foto OE 01 a 21).

Núm. Lot	Eixos principals	Pes	Densitat
01-O	52,6 × 46,5 × 33,4 mm	115,75 g	2,64
02-O	38,5 × 37,4 × 26,5 mm	49,90 g	2,58
03-O	37,9 × 37,3 × 25,8 mm	46,78 g	2,57
04-O	42,0 × 30,7 × 22,0 mm	37,52 g	2,57
05-O	39,3 × 34,2 × 22,7 mm	36,00 g	2,59
06-O	34,2 × 32,2 × 23,3 mm	33,04 g	2,57
07-O	34,5 × 33,5 × 22,2 mm	32,35 g	2,50
08-O	29,7 × 28,5 × 24,7 mm	26,98 g	2,52
09-O	29,4 × 24,5 × 22,9 mm	24,30 g	2,59
10-O	34,2 × 23,8 × 18,8 mm	23,45 g	2,62
11-O	36,8 × 27,9 × 14,9 mm	19,90 g	2,52
12-O	28,3 × 27,5 × 20,3 mm	19,62 g	2,51
13-O	25,8 × 23,8 × 20,7 mm	17,55 g	2,59
14-O	31,3 × 24,9 × 14,5 mm	17,15 g	2,54
15-O	27 × 23,6 × 20,1 mm	16,72 g	2,57
16-O	25,6 × 23,1 × 17,5 mm	15,95 g	2,58
17-O	23,6 × 20,4 × 19,9 mm	13,66 g	2,55
18-O	24 × 19,3 × 16,8 mm	10,99 g	2,53
19-O	21 × 20,3 × 17,7 mm	10,32 g	2,55
20-O	21,6 × 19,2 × 14,8 mm	8,37 g	2,53
21-O	37,3 × 37,0 × 27,6 mm	46,88 g	2,50
22-O	29,9 × 28,8 × 18,9 mm	23,30 g	2,57
23-O	24,5 × 22,9 × 18,5 mm	14,55 g	2,55
24-O	26,5 × 24,9 × 16,5 mm	12,10 g	2,53

Material Lot J

Núm. Lot	Eixos principals	Pes	Densitat
01-J	26 × 13 × 24 mm	13,00 g	
02-J	30 × 14 × 25 mm	14,00 g	
03-J	24 × 17 × 23 mm	11,00 g	
04-J	29 × 13 × 21 mm	15,00 g	
05-J	19 × 19 × 18 mm	15,00 g	
06-J	20 × 20 × 20 mm	15,00 g	

Material Lot M

Núm. Lot	Eixos principals	Pes	Densitat
01-M	25,0 × 20,0 × 20,0 mm	18,00 g	
02-M	19,0 × 18,0 × 18,0 mm	12,00 g	
03-M	41,5 × 34,4 × 34,3 mm	65,40 g	2,42
04-M	28,3 × 25,2 × 23,0 mm	21,80 g	2,53
06-M	38,2 × 36,6 × 19,0 mm	33,60 g	2,40
07-M	33,1 × 25,3 × 24,7 mm	27,10 g	2,40
11-M	40,2 × 30,6 × 17,6 mm	27,90 g	2,38
15-M	31,2 × 26,4 × 24,4 mm	26,90 g	2,48
17-M	32,5 × 24,0 × 23,4 mm	21,70 g	2,46
22-M (1)	22 × 22,2 × 18,5 mm	6,60 g	1,94
24-M	38,7 × 34,6 × 30,8 mm	63,70 g	2,41
25-M	26,7 × 23,7 × 23,1 mm	19,20 g	2,49
31-M	27,0 × 23,0 × 21,3 mm	21,60 g	2,51
32-M	17,4 × 13,1 × 10,7 mm	3,00 g	2,36
33-M	15,7 × 14,2 × 11,9 mm	3,35 g	2,51

(1) Aquest exemplar no és sencer. Lògicament les dades només corresponen al tros que es conserva.

Material Lot L

Núm. Lot	Eixos principals	Pes	Densitat
01-L	28,4 × 25,3 × 19,0 mm	17,07 g	2,52
02-L	26,9 × 18,4 × 18,2 mm	12,60 g	2,55
03-L	28,1 × 22,7 × 15,6 mm	16,70 g	2,40
04-L	28,6 × 23,4 × 20,0 mm	17,37 g	2,62
05-L	27,9 × 25,7 × 20,9 mm	20,35 g	2,54
06-L	24,3 × 22,4 × 16,0 mm	12,75 g	2,55
07-L	28,8 × 21,5 × 14,1 mm	9,90 g	2,50
08-L	18,9 × 15,2 × 9,4 mm	3,67 g	2,64
09-L	12,7 × 11,0 × 10,1 mm	1,65 g	2,70
10-L	9,3 × 8,4 × 8,1 mm	0,83 g	
11-L	9,3 × 8,1 × 7,1 mm	0,66 g	
12-L	9,7 × 9,0 × 5,9 mm	0,55 g	2,75
13-L	8,3 × 7,8 × 6,3 mm	0,50 g	
14-L	7,8 × 7,1 × 6,8 mm	0,46 g	2,80

Material lot L

15-L	6,5 × 6,0 × 5,3 mm	0,25 g	
16-L	5,9 × 5,4 × 5,4 mm	0,20 g	
17-L	5,8 × 5,1 × 4,6 mm	0,15 g	2,58
18-L	5,1 × 4,4 × 4,1 mm	0,10 g	2,50
19-L	22,3 × 22,1 mm		
20-L	23,7 × 22,1 × 22,2 mm		
21-L	29,4 × 24,0 mm		
22-L	36,1 × 24,9 × 23,9 mm		
23-L	37,2 × 25,4 × 16,7 mm		
24-L	38,5 × 24,5 mm		
25-L	33,8 × 25,2 mm		
26-L	31,0 × 29,9 mm		
27-L	39,0 × 31,5 mm		
28-L	35,0 × 34,5 × 28,2 mm	41,00 g	2,51
29-L	46,7 × 32,5 × 26,0 mm	52,60 g	2,64
30-L	47,55 × 39,9 × 33,2 mm	77,50 g	2,54
31-L	51,85 × 46,25 × 36,3 mm	119,85 g	2,69
32-L	50,3 × 39,0 × 34,0 mm	81,20 g	2,57
33-L	55,2 × 50,8 × 41,9 mm		

Nota: De les caselles en blanc de totes les taules no s'han fet mesures

Material lot E

El lot consta de quaranta-tres perles, que s'han ordenat en la foto i la taula segons el seu pes. De cada exemplar se n'ha mesurat tres eixos, prenent el "x" com el de major magnitud de cada peça; el "y" perpendicular al "x" i el "z" el de menor longitud. Les pesades poden tenir una tolerància de +/- 0,05 g. Les densitats s'han calculat per la relació entre el pes en sec i el submergit en aigua.

Tot seguit es comenten les característiques de les perles més interessants.

Foto: Lot E

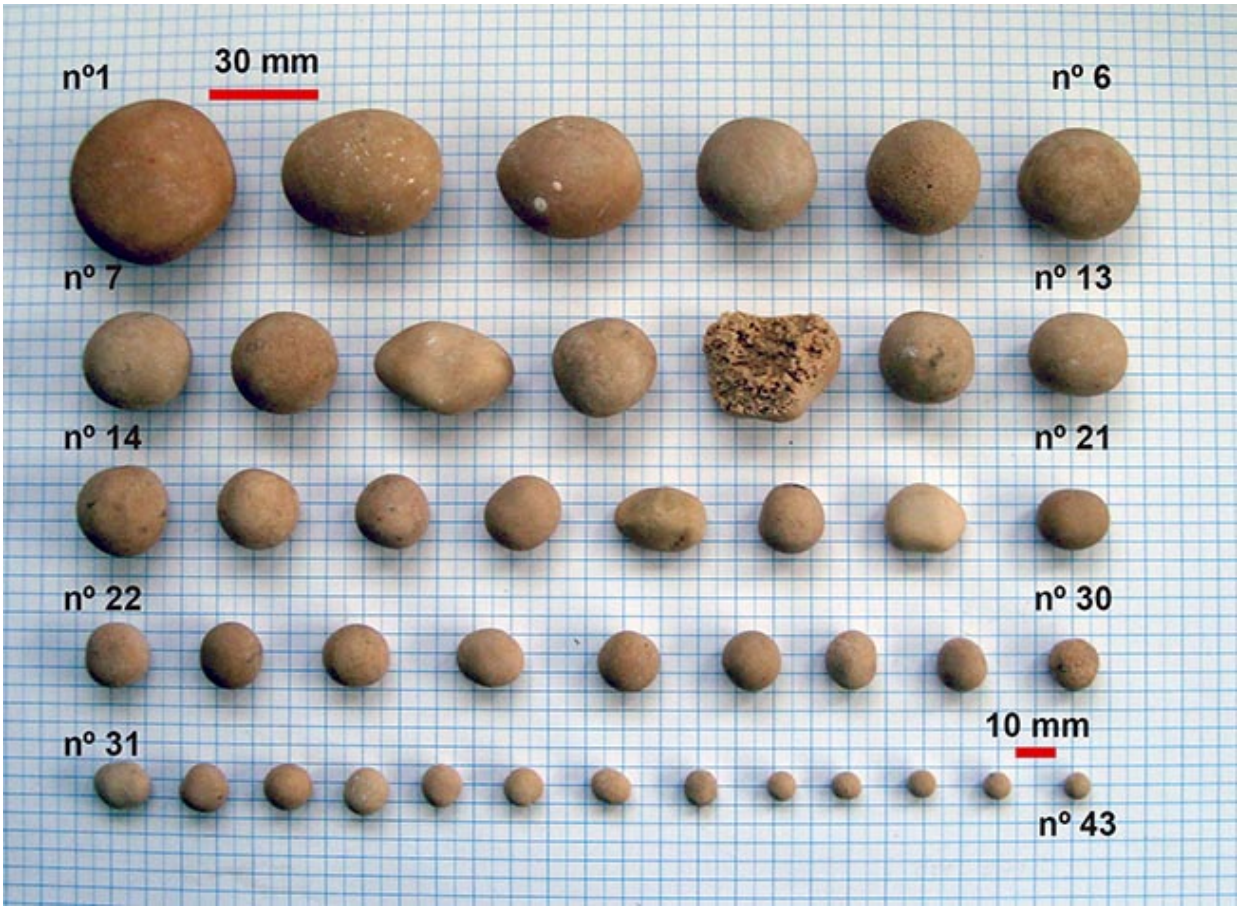


Foto: Lot E

Textures

Quasi totes les perles presenten la superfície llisa setinada i en algunes, poques, petites zones polides brillants que és degut al contacte amb perles veïnes o el terra. Una singularitat és la E 11. Presenta dues textures que, en teoria haurien de ser incompatibles, tot i que també n'he pogut veure d'altres cavitats.

Formes

Moltes perles tenen tendència a ser esfèriques, moltes d'elles semblen unes "boles perfectes, sense faltar-ne unes poques amb formes irregulars.

Alguns exemplars presenten una geometria singular, que mereix alguns comentaris. Són el 01 i el 0 11, que per adaptacions sobre el sol durant el seu creixement, l'han anat erosionant i adaptant-se-li en una fórmula d'equilibri, però que no els permet girar lliurement en tots els seus eixos i s'han quedat "presoners" dins del seu assentament. Tot i així, sempre els ha de quedar la possibilitat d'algun moviment motivat per les vibracions de l'aigua, ja que en el cas que no els fos possible moure's, quedarien "encolats", concrecionats amb el seu entorn. Seria la seva mort com a forma dinàmica. Aquesta forma també l'he pogut veure d'exemplars d'altres cavitats.

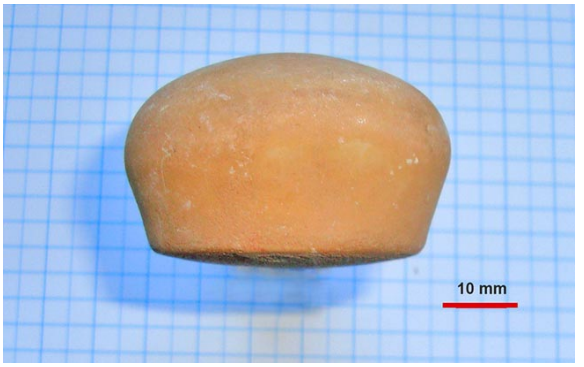


Foto: E 01. Vista lateral.

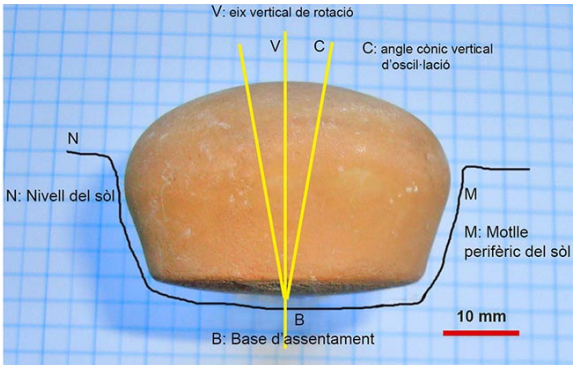


Foto: E 01. Suposició de les condicions dinàmiques.

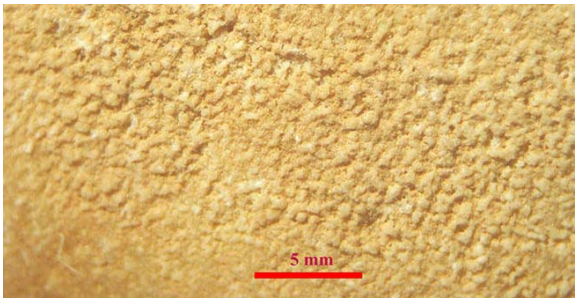


Foto: E 01. Detall de la cristallització de la cara inferior (base d'assentament).

Foto: E 01. Cara inferior.

E 01: En planta la seva forma és rodona, però en vista lateral veiem que la seva geometria és en forma de tronc truncat. La base de suport sobre el terra no és plana, sinó que és un casquet esfèric de gran radi i la part superior, també en casquet esfèric però amb radi molt més petit. Els seus graus de llibertat són dos: Rotació, per la seva forma rodona en planta, i d'oscil·lació o balanceig sobre el seu eix vertical, l'únic eix que té una simetria.

Foto: E 11.Cara superior.

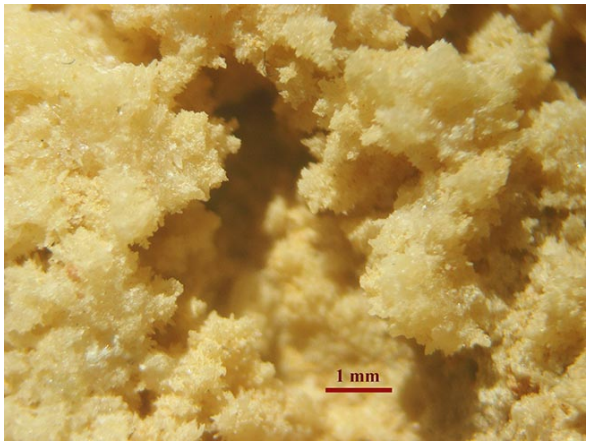


Foto: E 11. Detall de la cristallització microaciculada de la cara superior.

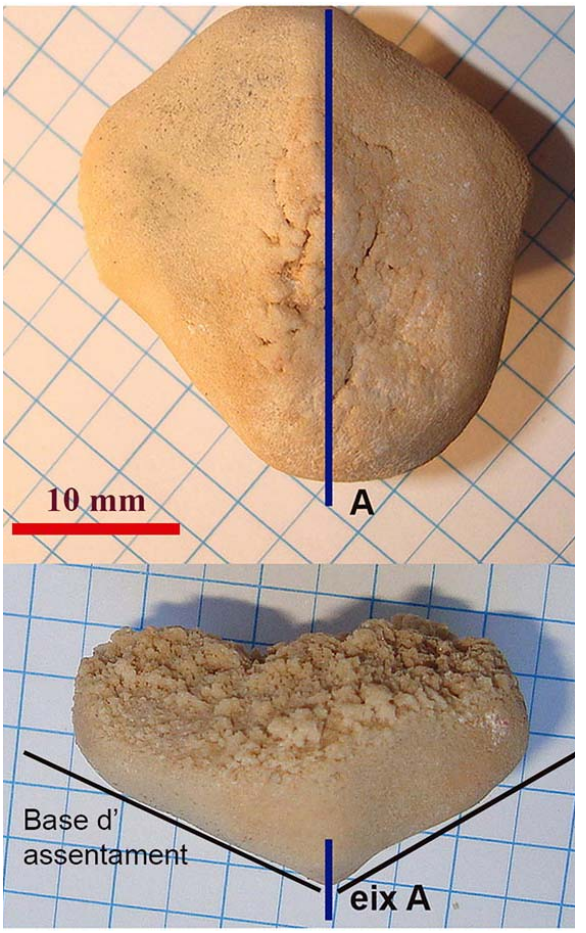


Foto: E 11. Cara inferior. Zona d'assentament.

Perla E 11. La cara superior presenta una gruixuda capa de textura botrioidal microaciculada. Aquesta textura es forma en una zona submergida i amb una gran estabilitat en les condicions de poca vibració del medi aquós. Aquesta característica contrasta amb la gran erosió que presenta la base, havent de buscar una justificació a força de creure que el receptacle de la perla devia passar moltes èpoques inundat i amb aigües tranquil·les (aportacions laterals laminars; creixement de cristalls a la zona superior), alternant amb curtes temporades d'agitacions (goteig important; abrasió superficial amb eliminació dels cristalls que haurien d'haver crescut també als laterals i a la base).

No tenim cap dada de l'entorn de l'exemplar E 01, però molt possiblement estava separat de la resta, dels de forma esfèrica, ja que aquests necessiten una agitació gairebé mantinguda per anar tenint un moviment de rotació que els conservi l'esfericitat. Nº 19: Algunes presentes alvèols d'abrasió pel contacte amb altres pisòlits del seu costat. Aquesta presenta dos alvèols.

En la foto s'ha simulat el conjunt. Pel que s'observa, a l'època de la seva localització no hi havia contacte amb altres exemplars laterals, ja que no s'aprecien les clàssiques zones brillants en les concavitats com a conseqüència de l'abrasió mecànica.

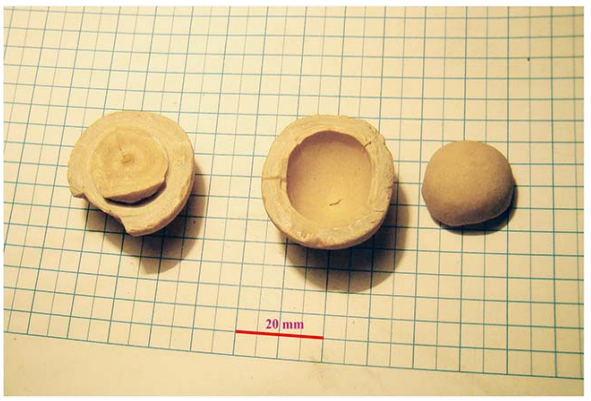


Foto: E 04. Separació entre capes, per efectes del tall.

Foto: E 12. Vista del núcli.

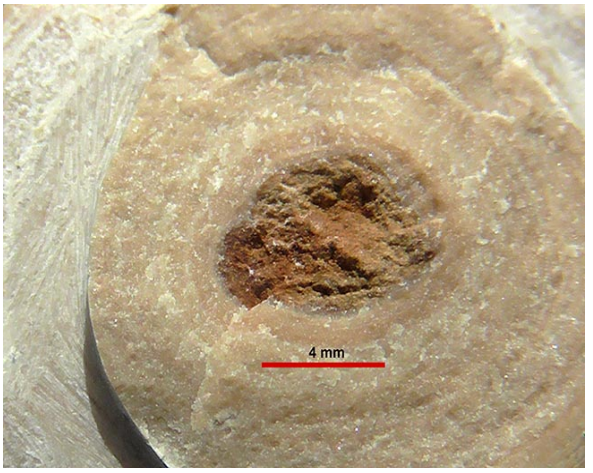


Foto: E 04. Vista del núcli.

Foto: E 19. Es mostren els dos alveols.

Seccionat de les perles

Les característiques dels pisòlits no han facilitat el seu tall. La poca adherència entre les capes de creixement ocasionà la destrucció de les peces treballades. Van saltant fragments, com si fossin trossets de closca d'ou, cosa que desaconsella continuar amb l'assaig i aconsella fer-lo amb un equip més específic de mineralogia.

En les dues perles seccionades s'aprecien nuclis silícics sorrencs angulosos, de mides compreses entre els 4 i els 5 mm. Aquest problema és causa de la finíssima textura de les capes, de manera que l'envolta següent no té adherència sobre l'anterior.

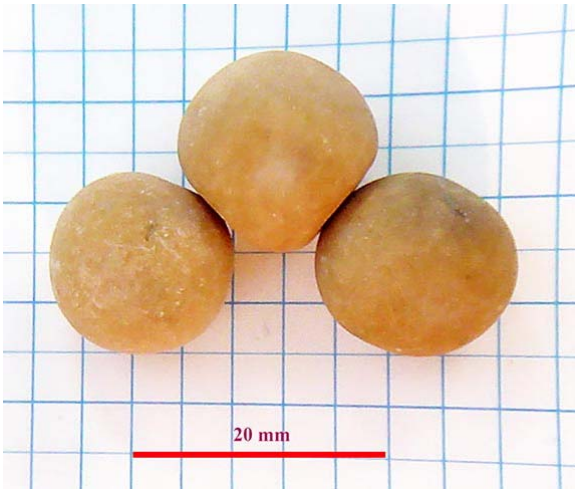


Foto: E 19. Aquesta podria ser la posició dins el niu.

Geometría general del material estudiat

Lenticulars

Nº 1-J, 2-J, 4-J, 6-M, 11-M i 20-M. En planta poden ser més o menys rodones (1-J i 6-M); en forma elíptica (4-J i 11-M); d'ametlla (2-J i 20-M).

La seva formació pot ser deguda al desenvolupament de les perles dins d'aigües amb una important agitació que les obligui a oscil·lar només sobre la base però sense arribar a invertir la seva posició. No és una forma gaire habitual.

Cilíndriques modelades

Exemplars 3-M, 24-M i 9-M.

Partint d'una perla que ja tingui un important pes, si hi ha un gran desgast pels seus laterals, anirà prenent una forma de cilindre, una forma residual, conseqüència d'haver-se desenvolupat entre altres perles que han anat erosionant les zones amb contacte. (foto 24-M1 i 24-M2).

Les erosions més habituals es localitzen als laterals 3-M (foto 3-M) i a les bases de les perles, formant concavitats, abrasió que té lloc quan la perla només té moviment d'oscil·lació. Una morfologia no tan habitual és que aquestes erosions ocupin tota la circumferència de la perla, o sigui, tota la seva banda lateral, i encara més, que hi hagi dos nivells paral·lels (foto 24-M2), provocats per perles veïnes que han estat en contacte lateral a dos altures diferents. Aquesta forma es podria assimilar mecànicament a un rodament de boles de doble pista. Per produir-se, la perla afectada ha d'haver anat rodant sobre el seu eix vertical.

Esfèriques

Exemplars 18-M, 21-M, 23-M, 25-M i 28-M.

Aquesta forma s'origina com a conseqüència del seu creixement dins d'un medi aquàtic (submergit total o parcial) amb turbulències originades per importants degotalls o aportacions laterals d'aigua, que va causant la rotació dels exemplars i, per

Foto: 24-M1

Foto: 3-M

Foto: 24-M2

Foto: 9-M

tant, el seu creixement regular que combinat amb un desgast per abrasió pot esdevenir una esfera quasi perfecta. Dins les formes amb tendència a esfèriques, hi ha molts graus a mida que s'acosten a formes ovalades i el·lipsoïdals, que són la majoria.

Amb alvèols d'acoplament

Exemplar 17-M.

Es dóna el cas d'una perla que ha quedat encaixada entre altres exemplars i s'ha anat modelant i acoblant amb les seves veïnes (foto 17-1 M i 17-2 M) prenent un aspecte que s'allunya d'una perla. La gran concavitat "B", s'encaixa a una perla esfèrica, com la 28-M. Foto 17-1 M. (no vol dir que fos aquesta la que la va modelar, sinó que s'ha simulat per veure com es formen)

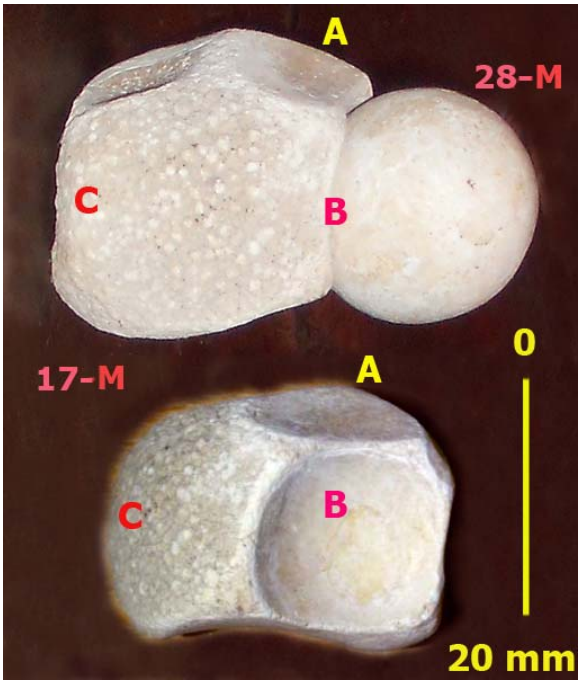


Foto: 17-1 M

Textures exteriors

Llisa setinada. Exemplars 5-J, 6-J, 9-M, 13-M, 16-M, 18-M, 19-M, 23-M, 25-M, 26-M, 28-M, tota la sèrie L-01 a L-06, moltes del lot 1-O a 24-O, etc.

Són la majoria amb molta diferència respecte a les altres textures.

Foto: 17-2 M

Botrioidals. Dues textures diferents

-Botrioidal

Són els que presenten un aspecte arraïmat atapeït. Curiosament és l'únic exemple (foto 22-M) amb aquesta textura entre tots els 142 que hem pogut reunir d'aquesta localitat. La textura botrioidal es genera en aigües tranqui-les, no hi ha mai signes d'abrasió. En general, interiorment són poroses, no són tan compactes com les polides i tenen una densitat relativament baixa.

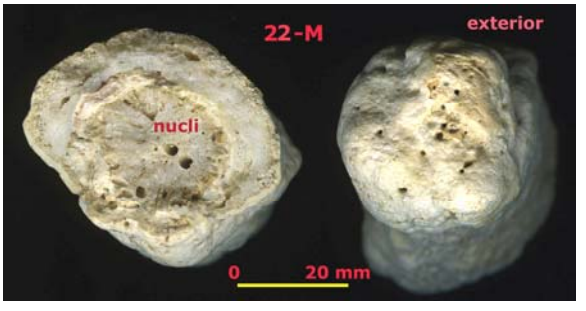


Foto 22-M

Aquest grau de porositat és molt variable i també és habitual que entre les capes poroses també n'hi hagin de compactes, resultat dels canvis de la cinètica de l'aigua que hagi actuat dins el recipient de creixement. Afavorit per la seva porositat, en el cas que el nivell d'aigua sigui molt baix, les

perles segueixen impregnades d'aigua per l'efecte de la capil·laritat, podent seguir el seu procés de creixement volumètric.

L'exemplar 22 M citat és força singular i s'allunya molt de qualsevol perla vista al llarg dels anys. El nucli, que en principi semblava ser un trocet d'estalactita, s'acosta més a una resta vegetal petrificada/ cristal·litzada en creixement radial. En quant a les capes que l'envolten, inclouen unes estructures com cel·les de niu d'abella que podrien tenir un origen orgànic, per precipitacions càlciques provinents d'algues.

-Botrioidal microaciculada

Exemplar 6-M (foto 6-M).

És una forma variant de la botrioidal, que presenta les protuberàncies recobertes de cristalls de curts i fins cristalls.

L'exemplar 20-M (foto 20-M), presenta aquesta textura en els seus laterals, mentre que la seva base es veu llisa per erosió, i la part superior llisa setinada.

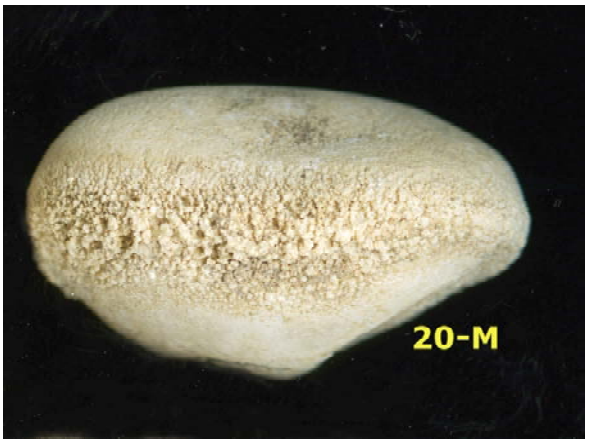


Foto: 20-M

Aciculades

(foto L 07 a 18 i foto 12-L).

La seva superfície, més o menys esfèrica, està total o parcialment recoberta de petits cristalls o acícules piramidals en disposició radial, com una mena d'eriçó.

La seva formació s'ha desenvolupat submergit en aigües tranquil·les, sense degollats, i en general, netes. En el cas del material examinat, només uns quants exemplars pertanyents a un mateix niu, són aciculats. N'hi ha diverses varietats, segons la mida dels cristalls: microaciculats, si mesuren com a molt 0,5 mm i aciculats si sobrepassen aquesta mida. En aquest cas, són aciculats.

Foto: 6-M

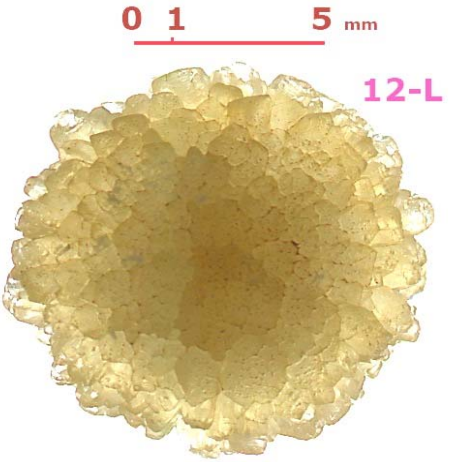
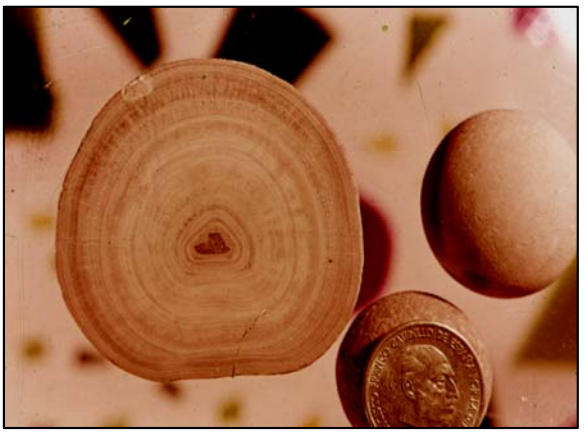


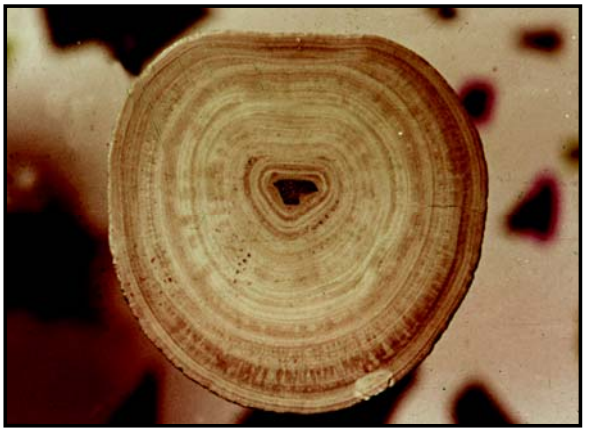
Foto: 12- L

Conclusions:

Aquest singular avenc ha proporcionat una gran quantitat de pisòlits o perles de les cavernes, concrecions no adherides a cap superfície que s'han anat desenvolupant lliurament al terra o en nínxols de les parets degut les precipitacions de sals aportades per les mateixes aigües que van originant i remodelant la cavitat.

L'abundància de pisòlits amb les seves dimensions, entre els que destaca "La Perla", la segona més gran d'Europa i primera de la península Ibèrica, incrementa la importància geològica de l'avenc Montserrat Ubach. La fondària que assoleixen els seus pous, excavats en conglomerat i la formació i característiques de les perles el converteix en una cavitat de gran interès geodidàctic.





Perles de caverna de l'avenc Montserrat Ubach fotografiades per Fèlix Alabart i obtingudes durant les primeres exploracions de fa mig segle.

PERLES DE CAVERNA

Generalitats

LES PERLES

Les perles de caverna són concrecions lliures i sense lligam amb el seu entorn, solament recolzades sobre el sol que utilitzen com a suport, però amb una dinàmica que els permet anar augmentant el seu volum, sense quedar cimentades i que es formen pel recobriment de, generalment, CO3Ca, tot al voltant d'un nucli de qualsevol tipus de forma, mida, origen i composició. Veure fotos 1- 2- 3 -4 i 5.

Foto 1 *Pisòlits seccionats per estudiar-los.*

Foto 2 Caixa - arxiu de pisòlits.

Foto 3 *Exemplars polièdrics d´un sol niu.*

Història. Primeres cites, Olao Worm, any 1655.Primers estudis especialitzats, Bleicher i Choffat, any 1900. Introducció del terme Perles de Caverna,W. Haidinger any 1845.

Noms. S'ha adoptat el terme d'oòlit quan la seva mida és inferior a 2 mm de diàmetre i el de pisòlit quan és superior als 2 mm de diàmetre. El terme perla serà genèric i comú pels dos en aquests escrits.

Llocs a on es troben. Al terra, replans, nínxols de parets, cràters dalt d'estalagmites, fons de gours i microgours, colades, tant dins de cavitats naturals i artificials (coves, avencs, balmes, túnels i mines), com també, en moltes ocasions, sota degotejos als ponts i conduccions d'aigua. També en fonts i rierols. No cal que hi hagi aigua, poden ser llocs fangosos, eixuts, terrosos, etc. ja que si bé és imprescindible aquell element a la seva formació, la zona es pot haver assecat, o bé hi pot haver una presència d'aigua només temporal. *Veure fotos 6, 7, 8 i 9.*

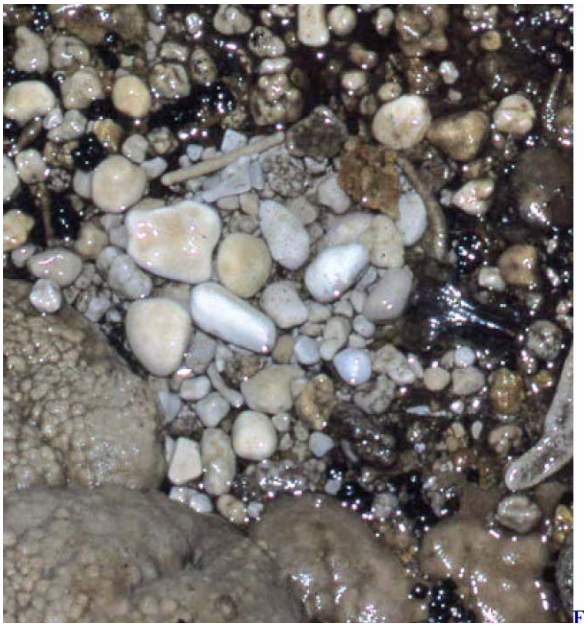


Foto 4 *Niu actiu amb ossos concrecionats i moltes restes orgàniques.*

Foto 5 *Pisòlits al fons d´un gour d´aigües. tranquil·les.*

Foto 6 *Niu de perles ben definit.*

Foto 7 *Pisòlits sobre galeria fangosa. Cova del Candil, Tous, València.*

Foto 9 *Cràter amb perles sobre una estalagmita, Solencio de Bastaras, Osca.*

Foto 8 *Zona de petits gours. Sant Miquel del Fai, St. Quirze de Safaja.*

Orígens. Un trocet més o menys gran de qualsevol cosa, per exemple, de pedra, que serveix de base per iniciar un creixement al seu voltant en forma de capes concèntriques que van engruixint aquesta part central. És el mateix mecanisme d'origen i de creixement de les perles d'ostra. Aquesta zona inicial es denomina nucli.

Aspectes. El tipus que tots recordem, a partir de fotos i reportatges, és el d'esferes petites amb l'aspecte de marbre polit, quasi com veritables perles de joieria. Això només és així en algunes ocasions, doncs en general, tot i que s'acosten a una forma arrodonida, poden adoptar uns aspectes que poc ens imaginarem que són perles, tant per la forma com pel color, sent fàcilment presos per pedres, grava i sorra. I més si es tracta de zones fangoses o llocs d'aigües en agitació que dificulten l'observació.

Dimensions. Els més petits, els oòlits, poden tenir unes poques dècimes de mm, com la sorra més fina. Quant als pisòlits, el més gran és un exemplar trobat a l'avenc Montserrat Ubach l'any 1963 amb un pes de 730,80 g, i eixos de 91,95 x 80,00 x 80,10 mm. També n'he vist amb eix de 100 mm, però no són tan regulars en pel que fa a esfericitat.

Consultat amb el gran especialista d'ordre mundial, Paolo Forti, aquesta perla de l'avenc quedaria superada per una trobada a la cova Vasaio di Motrone, als Alps Apuane.

En el cas dels palets o còdols concrecionats, és més fàcil trobar-ne de mides considerables, doncs només dependrà de la mida del còdol que fa de nucli. *Veure fotos 10, 11,12 i 13.*

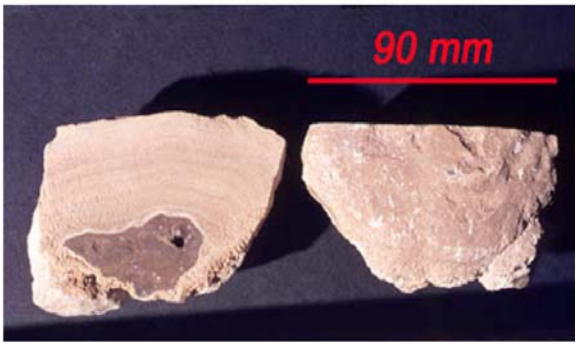


Foto 11 *Gran pisòlit seccionat. Vista superior (dreta) i del tall (esquerra). Avenc de Sant Roc, Begues.*

Foto 12 *Pedra pisolititzada. Cova de les Meravelles, Castelló de la Plana.*

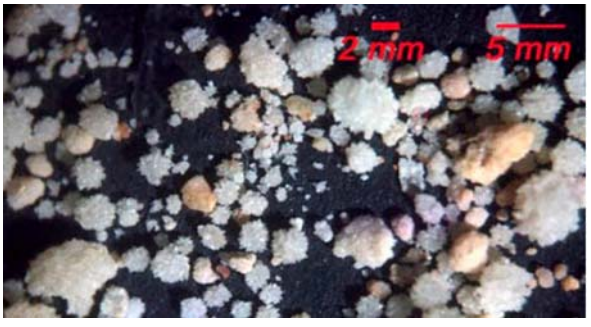


Foto 10 *Oòlits i pisòlits. Cova del Gel, Llimiana, Lleida.*

Foto 13 *Marmita amb palets concrecionats. Cueva del Rebeco. Villanúa, Osca.*

Formes. Si el creixement és lliure, o sigui, que no tingui impediments pel seu voltant, la perla sempre roman submergida i hi ha una certa agitació del medi, prendrà la forma, més o menys, esfèrica.

En el cas que hi hagi molt poc nivell d'aigua i la perla, al créixer, arribi a la superfície, si el medi és calmat, en lloc de créixer regularment esfèric s'anirà eixamplant, tot mantenint l'alçada, i prendrà la forma d'un botó o també moltes més possibilitats.

En molts casos el nucli determina la forma en que trobarem la perla i el seu aspecte ja ens dirà què hi té a dins. El cas dels caragols és molt evident (veure foto 14). Es van recobrint de concreció però no arriben a quedar esfèrics, sinó que van mantenint la seva forma aproximada però més gran.

Els fragments d'estalactites del tipus "macarró" també els trobem engruixits per les capes, resultant uns cilindres quasi perfectes. Veure foto 15.

Els ossos de ratpenat i de gralles també són bons nuclis (veure foto 16) i poden adquirir gruixos de concrecionament molt importants. Fulles i tronquets arrossegats per l'aigua també són habituals iniciadors de perles, tot i que el recobriment calcari no sol ser de gaire gruix.

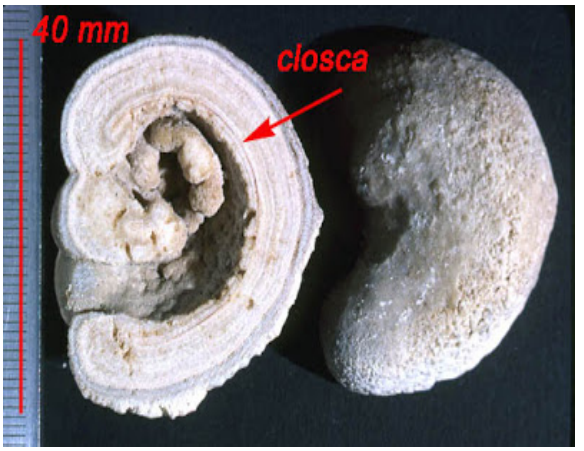


Foto 14 *Pisòlit sobre closca de cargol. Vista superior (dreta) i del tall (esquerra) Cova de la Base, Pollença.*

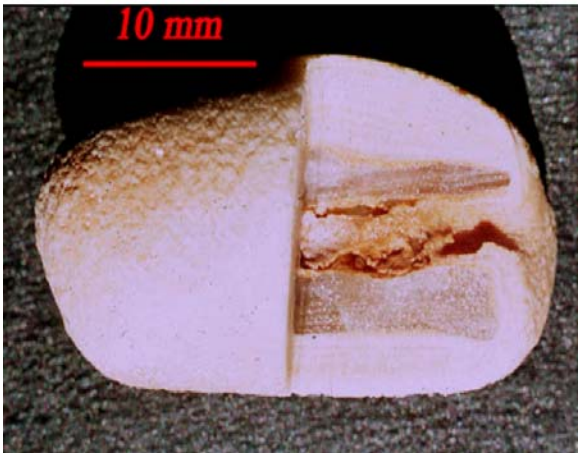


Foto 15 *Pisòlit sobre troç d´estalactita. Sima Alberich, Cardaño, Palència.*

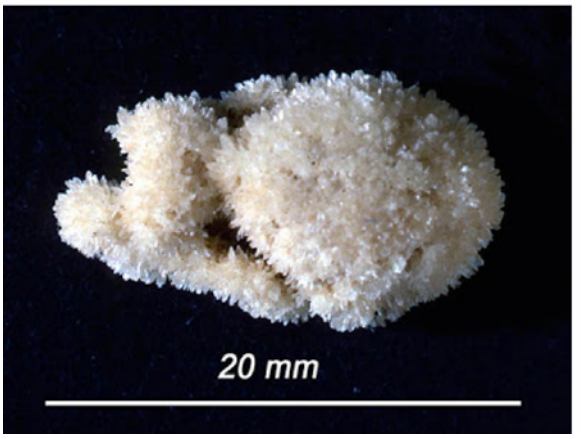


Foto 16 *Crani concrecionat de ratpenat. Solencio de Bastaras. Osca.*

Textures. Entendrem per textura l'aspecte i forma cristal·lina superficial tal i com veiem la perla, sense considerar el seu interior. És molt habitual que exteriorment mostrin una certa textura i que al fer el seccionat de la perla apareguin diferents formes sobreposades al seu interior pels canvis soferts en les condicions del niu. Les principals textures que trobarem són:

Polida brillant. Un exemplar amb tota la superfície brillant, indica que ha sofert una acció de polit durant els seus moviments rotatoris originats per l'acció de goteig o turbulències. Si la brillantor només és en una zona lateral o per sobre, indica que ha estat aturat mentre altres perles amb possibilitat de moviment han estat en contacte. Si la brillantor és a la base, indica que només ha oscil·lat, sense arribar a la rotació. Veure foto 17.

Llissa setinada**.** Originada per una deposició regular de cristalls de mida molt petita, de 0,01 a 0,05 mm. Veure foto18.

Microaciculada**.** Superfície recoberta de petits i curts cristalls, fins 0,5 mm de llargada. Veure foto 19.

Foto 17 *Pisòlit de textures mixtes, segons les capes. Preparació d´una làmina fina. Zona interna en capes i externa aciculada. Solencio de Bastaras, Osca.*

Foto 18 *Pisòlit esfèric de textura llisa satinada. Avenc de la Costa Alsina, Montsec d´Ares.*

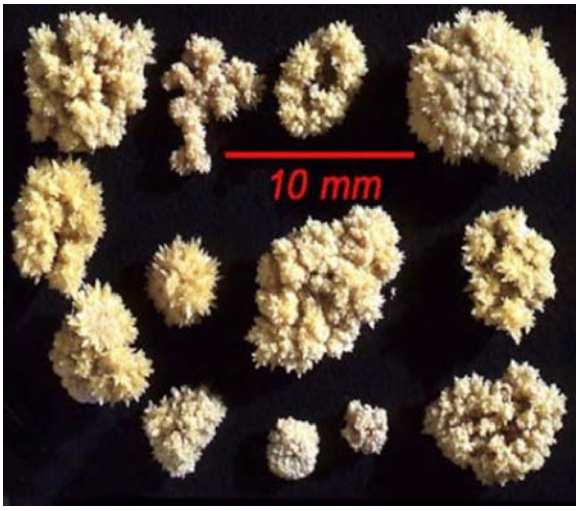


Foto 19 *Petits pisòlits microaciculats. Balma de can Torrents, St. Quirze de Safaja.*

Aciculada. Superfície recoberta de cristalls radials de mida ja més considerable, entre 0,5 i 1 mm. Veure foto 20.

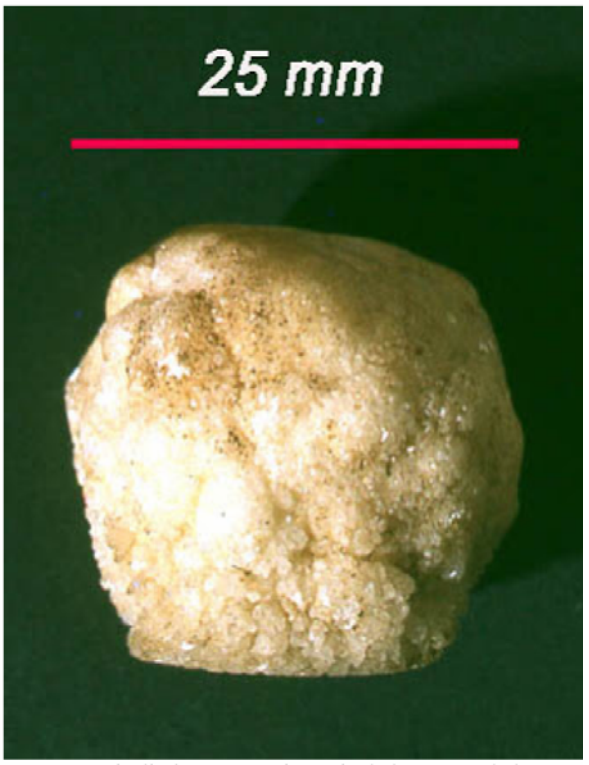


Foto 20 *Pisòlit de textura microaciculada. Avenc de la Costa, Alsina, Montsec d´Ares.*

Botrioidal. Aspecte arronyonat, com raïm compacte. Veure foto 21.

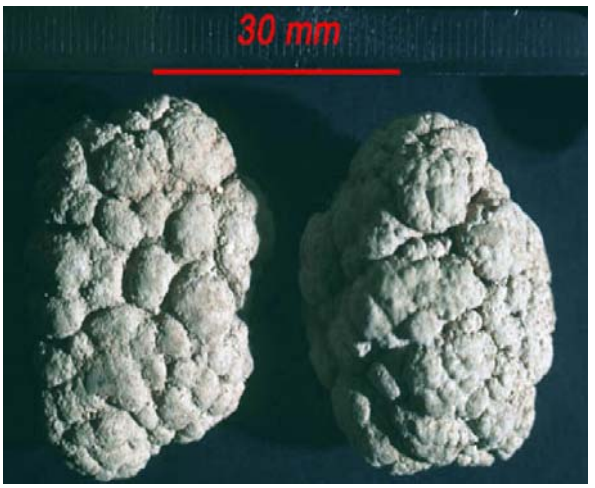


Foto 21 *Pisòlits de textura botrioidal.*

Botrioidal microaciculada. Com l'anterior i a més, recobert de fins i curts cristalls. Veure foto 22.

Foto 22 *Pisòlit de textura botrioidal microaciculada.*

Ondulada / Rugosa / Granulada. Tota una sèrie de formes que es diferencien de les llises, però que moltes vegades són variables, trobant-se tots els estadis intermedis. Veure foto 23.

Foto 23 *Pisòlits de textura ondulada/ granulosa. Cova de Sa Campana, Mallorca.*

Agrupacions de perles

Poques vegades es troba una sola perla aïllada, en la majoria d'ocasions hi ha diversos exemplars junts, fins i tot quantitats tan nombroses que arriben a formar una capa de gran extensió, varis metres quadrats sobre el sòl. El més habitual és veure-les agrupades com si fos un niu amb ous d'ocell, potser d'aquí li vingui el nom de "niu de perles".

Nius

Si el niu és de poca fondària, com una petita depressió, hi haurà pocs exemplars i d'una mida relativament gran, però si es tracta d'un niu tipus embut, crateriforme, n'hi haurà molts i de totes mides, amb una majoria d´oòlits que es mantindran al fons i distribuïts en capes segons la seva granulometria.

Els més petits romandran sempre sota de tot, per anar augmentant el diàmetre a mida que estan més a prop de la superfície. Per sobre del tot hi poden haver algunes perles de mida molt més gran, recolzades sobre exemplars quatre o cinc vegades més petits, o fins i tot directament sobre oòlits.
Veure fotos 24, 25, 26 ,27, 28, 29 i 30.

Foto 24 *Revers i anvers d´un niu de pisòlits format sobre palets de riu. Cueva de Aso, Osca.*

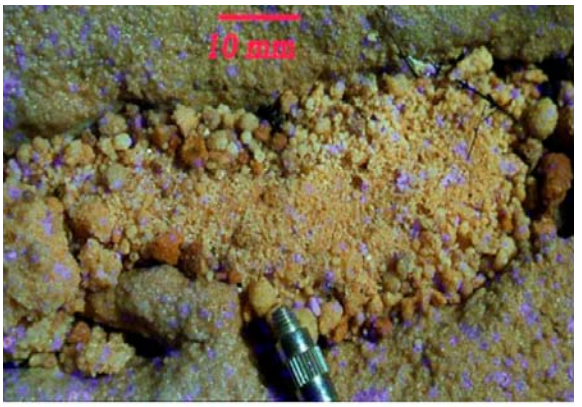


Foto 25 *Niu d´oòlits Cova del Gel, Llimiana, Lleida.*

Foto 26 *Niu de pisòlits. Cova del Gel, Llimiana, Lleida.*

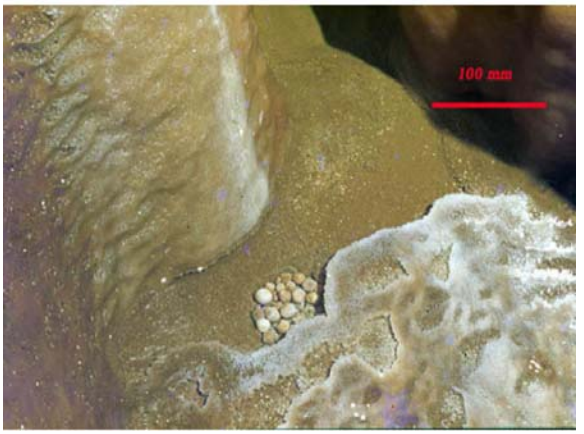


Foto 27 *Niu dins d´una base concrecionada. Solencio de Bastaras, Osca.*

Foto 28 *Niu sobre una colada. Sima del Campillo, Tous, València.*

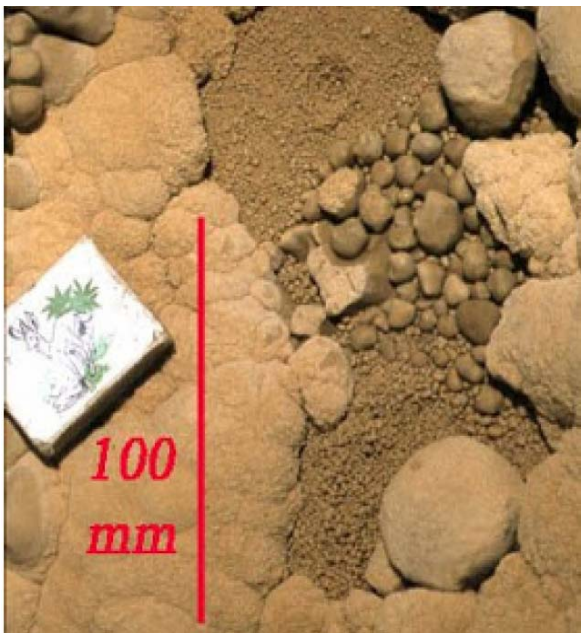


Foto 29 *Niu amb oòlits i pisòlits. Destaca la gran desproporció entre les mides de les perles. Cueva de la Lastrilla, Castrourdiales, Cantàbria.*

Foto 30 *Niu amb pisòlits. Balma de l´Espluga, Sant Quirze de Safaja*.

Capes

Sobre superfícies planes, en ocasions se'n veuen en grans quantitats i amb un repartiment superficial, en una sola capa, excepció feta d'alguns punts que poden ser nius integrats amb la capa. En les agrupacions per capes, sembla que només hi ha pisòlits, no hi he trobat mai oòlits.

Al fons de gours, també podem trobar capes que ocupen tot l'espai. Fins i tot en gours esglaonats, pot ser que els fons de tots ells estiguin reomplerts en capes de grans perles. En aquest cas és freqüent que l'evolució porti a una cimentació progressiva per aportacions periòdiques de fang i en especial si hi ha calcita flotant que les va cobrint al sedimentar-se. Veure fotos 31 i32.

Foto 31 *Gran extensió recoberta de pisòlits. Sant Miquel del Fai.*

Foto 32 *Fons de gour amb una capa de pisòlits. Solencio de Bastaras, Osca.*

Com a complement cal citar que hi ha un material sedimentari que està format per enormes agrupacions de oòlits, són les roques anomenades calcàries oolítiques.

Composició

La majoria són carbonats càlcics; calcita, aragonita, també atzurita i malaquita. També hi ha molts altres minerals de nitrats fosfats sulfats (n'hi ha a dotzenes) amb certa facilitat per la dissolució, reacció, combinació i precipitació amb l'aigua.

Nuclis

Tot el que de forma natural o provocada, estigui en un lloc amb esquitxos o directament dins de l´aigua i que les condicions físiques-químiques estiguin del costat de la precipitació. Trocets de pedra, de concreció, grans de sorra, ossos, un tros de branca, fulles, una closca de cargol, una bombeta de flash, una llavor, etc.

En ocasions no s'arriba a distingir el nucli de tan petit que pot arribar a ser i en altres casos pot ser, per exemple, un gran còdol. En cavitats dins de terrenys calcaris, els nuclis pràcticament sempre seran calcaris, excepte si són orgànics, però si el terreny és de conglomerats hi trobarem una gran varietat de nuclis, tant calcaris com silícics, etc.

També trobem perles amb varis nuclis, que provenen d'ajuntar-se dos o més exemplars i acabar envoltats de capes comunes. Veure fotos 34,35, 36, 37 i 38.

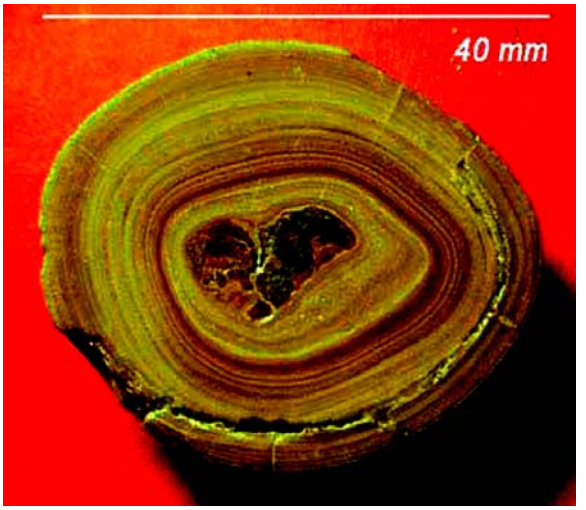


Foto 34 *Pisòlit amb nucli d´aglomerat silícic. Avenc Montserrat Ubach (Odèn, Solsonès).*

Foto 35 *Pisòlit amb nucli de marbre. Avenc Montserrat Ubach (Odèn, Solsonès).*

Foto 36 *Pisòlit amb dos nuclis. Cova Ghetarul de la Scarisoara, Romania.*

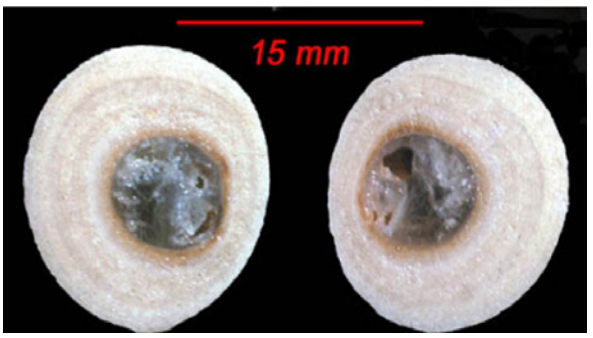


Foto 37 *Pisòlit amb nucli d´un fragment d´estalactita.*

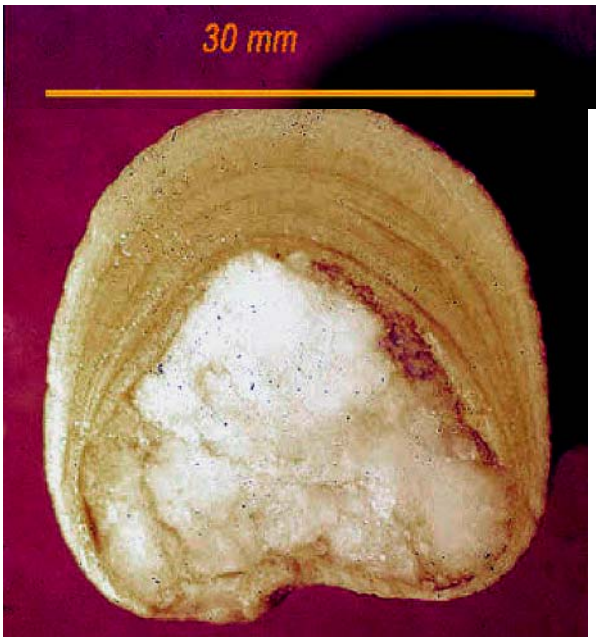


Foto 38 *Pisòlit amb nucli silícic. Avenc Montserrat Ubach (Odèn, Solsonès).*

Pisòlits sense nucli

Hi ha un cas rar i molt curiós en que el recobriment no té un nucli físic o hauríem de parlar d'un nucli original temporal. Es tracta de les Esferes Buides. Algunes bombolles d'aire atrapades sota pedres durant les crescudes, o bé provinents dels mateixos degotalls, es recobreixen d'una crosta de concreció, resultant-ne unes esferes buides. El gruix de la capa és extremadament prim, 0,1 a 0,2 mm, resultant-ne uns exemplars d'extrema fragilitat. Veure foto 39.

Foto 39 *Oòlits i pisòlits sense nucli, "Esferes buides". Balma de l´Espluga, Sant Quirze de Safaja.*

El creixement

Ja s'ha explicat el mecanisme de desenvolupament, capa rere capa, si bé s'ha de pensar que hi ha condicions en que la perla, a més de créixer, sofreix un cert desgast provocat per abrasió durant el seu rodolar sobre la base o pels cops amb altres perles del costat si el medi és agitat.

Si el medi és tranquil, només hi haurà creixement, tret que per alguna circumstància les aigües esdevinguin agressives i dissolguin les perles. Hi ha formes obligades de creixement en els casos que la perla no es pugui moure lliurement, per exemple, que es formi dins d'un petit cràter o que a l'anar creixent es vegi obligada a adaptar-se a la configuració del seu proper voltant de mides limitades, com un motlle. Veure fotos 40 i 41.

Foto 40 *Pisòlit de creixement en forma obligada. Cova de Sa Campana, Escorca, Mallorca.*

Foto 41 *Pisòlit de creixement en forma obligada i signes d´erosió. Cova Sa Campana Escorca, Mallorca.*

També hi ha el cas de les perles que es desenvolupen en zones d'aigua de molt poca fondària, només uns pocs mil·límetres, i que a l'anar creixent i arribar a la superfície només segueixen creixent radial i horitzontalment. La foto 42 ens mostra un d'aquests casos. Els grans cristalls indiquen que s'ha desenvolupat en aigües tranquil·les, sense agitació. La foto 43 és un cas semblant, però amb goteig i moviment a les aigües

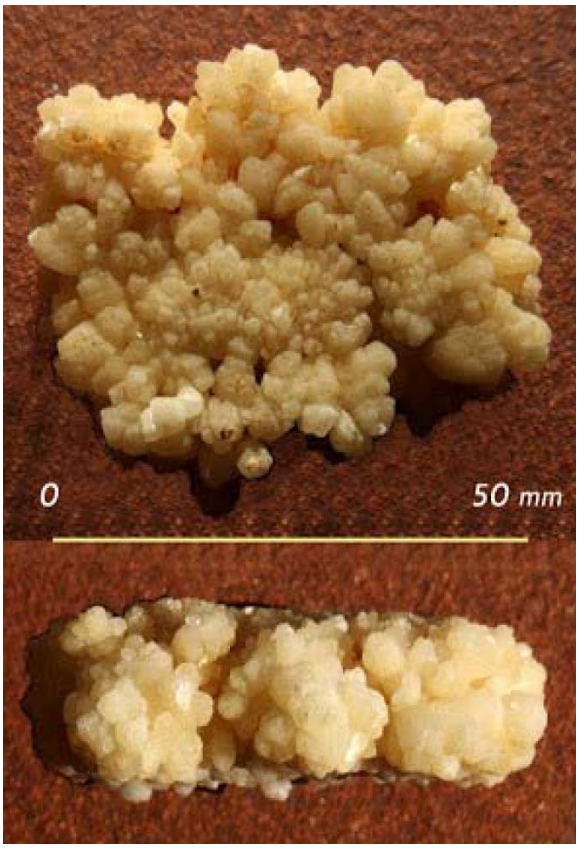


Foto 42 *Pisòlit de creixement en forma obligada per la poca fondària d'aigua (planta i alçat). Cueva Coventosa, Cantàbria.*

Foto 43 *Dos pisòlits en forma de botó. Creixement en forma obligada per la poca fondària d´aigua. Cueva de la Honseca, Palència.*

Hi ha casos en que els pisòlits sofreixen desgastos molt intensos per raó de les agressions mecàniques de l'aigua. Les perles apareixen obertes, deixant veure les zones internes de més consistència que encara no han estat erosionades. Veure foto 44.

Foto 44 *Tres pisòlits erosionats. Cova de Sa Campana, Escorca, Mallorca.*

El creixement es pot veure accelerat per aportacions sòlides de materials fora de la precipitació directa entre aigua i perla, per exemple per calcita flotant (veure foto 45) que també és un tipus de concreció lliure, que es diposita sobre la perla (veure foto 46) o per la deposició d'oòlits o altres pisòlits que quedin envoltats de noves capes, fang o sorra, etc.

Foto 45 *Làmines de calcita flotant. Solencio de Bastaras, Osca.*

Foto 46 *Dos pisòlits de creixement accelerat per l´adició de làmines de calcita flotant (vistes laterals), Grallera del Boixaguer, Montsec d´Ares, Lleida.*

Pes

La pesada s'ha de fer quan el pisòlit estigui ben sec, veure foto 47. Si es tracta d'exemplars compactes, no hi ha problema, però si són esponjosos, per exemple botroidals, es tindrà cura de deixar-los un temps a l'aire fins que perdin l'aigua interna i arribin al seu pes mínim.

Foto 47 i 48 *Operació de pesada en sec i amb aigua.*

Densitats

Pel càlcul de la densitat, s'ha de pesar amb precisió cada exemplar. Primer es fa la pesada en sec i després submergit en aigua (veure foto 48). Aquesta segona pesada és per conèixer el volum. La primera no té problema, però la pesada dins de l'aigua ja és més delicada.

Hi ha balances hidrostàtiques, però també es pot fer amb una normal de platets obtenint-ne una bona precisió. S'ha de suspendre la perla d'un fil molt prim; aproximadament 0,05 mm i metàl·lic, de manera que l'aigua no el vagi mullant cap amunt per capil·laritat. La balança s'haurà d'equilibrar amb el fil ja afegit i submergit.

La fórmula és ben senzilla. Un exemple: Pes en sec, 23,14 g. Pes submergit, 13,84 g. Densitat = pes en sec / (pes en sec – pes submergit), o sigui d = 23,14 / (23,14 – 13,84) = 2,47. Cal tenir en compte dues densitats, absoluta i relativa. Si el pisòlit posseeix una superfície compacta i sense fissures, al fer la pesada submergit dins de l'aigua aquesta no entrarà dins del pisòlit i obtindrem uns valors que seran del tot derivats del seu volum extern.

Si la textura és botrioidal o esponjosa l'aigua penetrarà dins del pisòlit i només obtindrem un valor proporcional a la seva porositat; podríem dir-ne densitat absoluta, ja que, llevat del material cristal·lí, es reomplirà la seva zona interna. Si volem calcular la seva densitat relativa, haurem d'impermeabilitzar la superfície de manera que no hi entri l'aigua, amb una substància que no influeixi, o al menys mínimament, en les dades obtingudes. Això és possible, per exemple, amb un esprai mèdic per protegir ferides (Nobecutan) que polvoritzat forma una capa aïllant sense modificar significativament el pes.

Els pisòlits solen tenir les densitats proporcionals a la seva composició i textura externa. Els d'aspecte compacte i polits o aciculars presenten densitats sempre inferiors però que s'acosten a la de la calcita, 2,72, si bé sempre dependrà de la composició i magnitud del nucli.

Els exemplars de textura botrioidal tenen unes densitats molt més baixes, ja que tenen una estructura interna similar a la d'una esponja. Hi ha perles que tenen unes densitats per sota d´1 (veure foto 49) i, per tant, a l'impermeabilitzant-les arriben a flotar sobre l'aigua. Veure foto 50.

Foto 49 *Tres pisòlits de baixa densitat (d = 0,65 a 0,70). Cueva Coventosa, Cantàbria.*

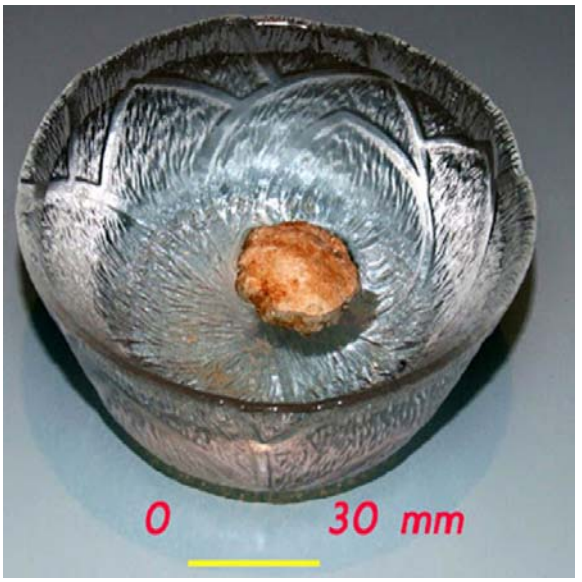


Foto 50 *Pisòlit de baixa densitat impermeabilitzat, flotant sobre l'aigua. És el de la dreta de la foto 49.*

Número d´exemplars

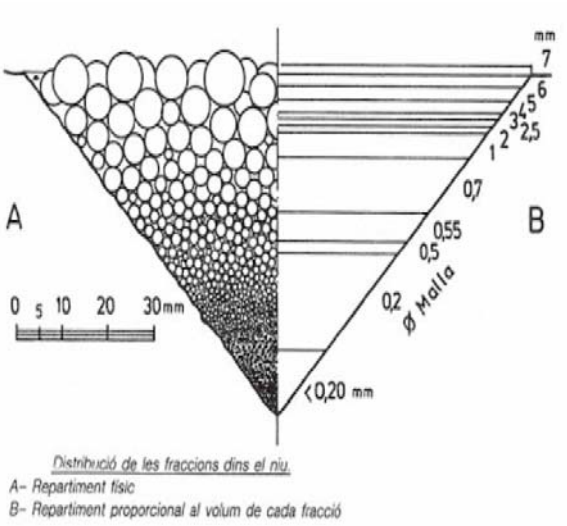
Ja s'ha dit que hi ha exemplars solitaris, capes de molts metres quadrats i nius amb moltes perles.

En el cas d'una capa, s'haurà de mesurar la superfície i comptar els exemplars per una certa unitat de superfície, per exemple 100x100 o 200x200 mm en zones diverses i després fer-ne el càlcul. En el cas de nius amb pocs exemplars i que no continguin oòlits, no hi ha cap problema, es poden comptar tots, però si hi ha oòlits, s'haurà de recollir tot el acompliment i fer-ne la granulometria i la pesada de cada fracció.

Per les fraccions dels oòlits més petits, s'ha de fer el comptatge i la pesada dels exemplars d'un volum de, p. ex. 0,5 o 1,0 cc i a partir d'aquí, podrem anar coneixent el total d'exemplars.

Per exemple (veure dibuix 5), a la cova de la Lastrilla, Cantàbria, en un niu ple d'oòlits i pisòlits, tipus cràter, un embut, de diàmetre 100 mm i una fondària de 55 mm, el total calculat és de 495.000 exemplars, en fraccions que van del diàmetre 0,15 mm fins els 6 mm. Naturalment que dependrà sempre de que hi hagin molts petits oòlits com és aquest cas.

L'altura del degotall i el cabal són decisoris per seleccionar la mida o el pes de les perles d'un niu, sent molt habitual trobar-ne exemplars d'una mida ja gran escampats al voltant del niu degut a èpoques de gran activitat hídrica en que han estat expulsats. Doncs pitjor en el cas dels petits oòlits!



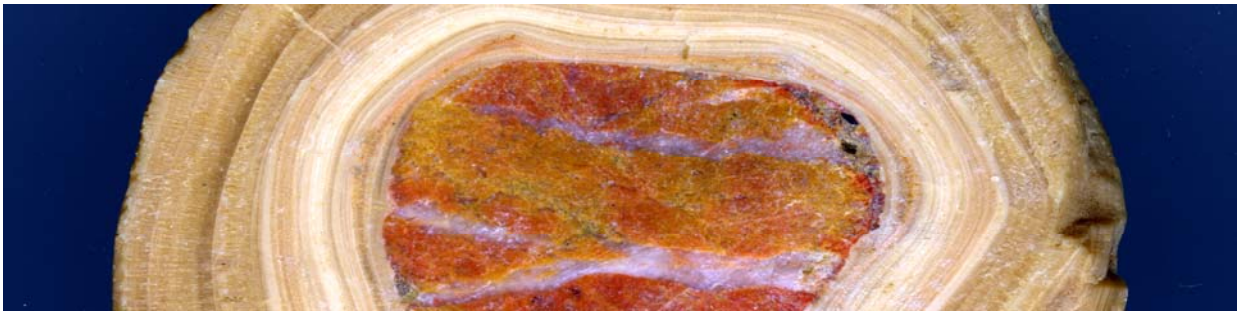
Distribució de les fraccions dins el niu.
A– Repartiment físic
B– Repartiment proporcional al volum de cada fracció

Foto 51 *Tall esquemàtic real d´un niu amb oòlits i pisòlits. Cueva de la Lastrilla, Castrurdiales, Cantàbria*.

Observació externa

Els detalls més fàcils d'observar són:

La forma de l'exemplar, la seva textura, els possibles signes d'erosió a la base de la perla pel seu fregar sobre el terra o bé les marques d'erosió als laterals pel contacte amb d'altres perles. També els creixements irregulars, aflorament de capes internes per excessiva erosió superficial, impureses superficials aportades per l´aigua, tant orgàniques com inorgàniques, colors, etc.



La textura externa. La que podem veure només pot ser la de les últimes capes i que tota la resta o part de l´interior sigui de constitució ben diferent.

Dimensions. Es poden mesurar els tres eixos principals. Primerament l'eix de mida més gran i a partir d'aquí i perpendicularment, els altres dos, que seran l'amplada i alçada, donant-nos una apreciació de la grandària total. Un peu de rei ens servirà per fer les mesures.

Estudi interior

Els mitjans normals al nostre abast per veure el seu interior són els de seccionar o rebaixar els exemplars.

Per **seccionar**, es pot utilitzar una mola radial amb un disc per tall de pedra, d´1,0 a 1,5 mm de gruix. El problema està en que si el nucli és molt petit hi ha el perill de menjar-se'l amb el tall. Per assegurar-se, és millor no seccionar pel eix central sinó per un pla lleugerament desplaçat.

Per **rebaixar** un pisòlit, amb una mola, ens el menjarem poc a poc fins arribar a fer visible el nucli. És més segur, però el problema és que perdem mig pisòlit. També es pot rebaixar amb una pedra d'esmeril sota un raig d'aigua. Aquest sistema s'aplica en exemplars petits.

Polit

Després s'han de polir les cares tallades, per la qual cosa, en primer lloc s'igualaran les superfícies mitjançant una pedra plana d'esmeril, amb cura de tenir-la mullada permanentment. Es pot anar repetint l'operació amb pedres o tela d'esmeril de gra cada vegada més fi, segons les exigències del grau de poliment final que desitgem. En perles molt compactes, es pot fer un abrillantat final fregant el pisòlit sobre un drap xopat de Netol, que és una substància abrasiva però de gra extrafí. Si es tracta de pisòlits porosos, això no es podrà fer ja que el seu interior quedaria tot xopat de Netol i després ja no es podria eliminar.

Les capes interiors

Sobre el nucli central, es van afegint una sèrie de capes concèntriques que van engruixint la perla i augmentant el seu diàmetre o eix principal. Al seccionar, veurem que cada capa té un color que ve determinat per les condicions del medi aquàtic a on s'ha produït el creixement.

Les de color marronós indiquen una aportació de minerals de ferro o que les aigües estaven enfangades, tèrboles, assenyalant una etapa segurament plujosa amb molta aportació d'aigua amb arrossegaments argilosos de l'exterior.

Les cristal·lines i transparents ens fan veure que el medi estava molt tranquil, sense goteig, però constantment amb aigua. Es dóna molt el cas de capes molt fosques, quasi negres, fins i tot amb restes de carbó, indicant que o bé a l'exterior hi van haver incendis o, com en algun cas es dóna, la cavitat havia estat habitada i els seus pobladors deixaven les restes de teies d'il·luminació o restes dels focs escampats per les zones de gours.

També el color negrós indica aportacions de manganès. És habitual en perles de nius situats en llocs d'un cert nivell lumínic, que presentin capes verdoses degudes a la presència d'algues, si bé aquestes tonalitats també poden provenir de minerals de coure. Veure fotos 52 -53 i 54.

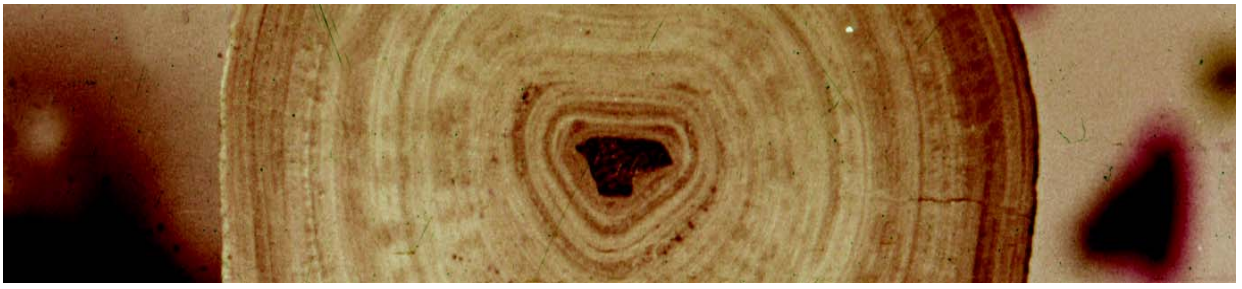


Foto 52 *Pisòlit trencat. Vista de les làmines interiors. Avenc Montserrat Ubach, (Odèn, el Solsonès).*

Foto 53 *Vista de les capes interiors. Avenc del Cataplanell (Serra del Boumort, Lleida).*

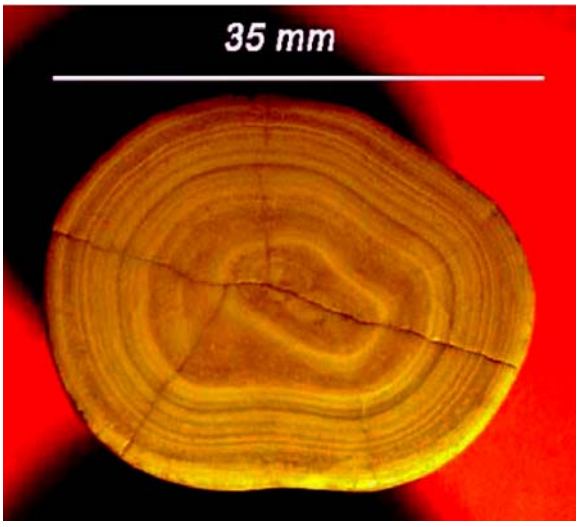


Foto 54 *Vista de les capes interiors. Avenc Montserrat Ubach, (Odèn, el Solsonès).*

Conglomerats on s'obre l'avenc Montserrat Ubach (Odèn, el Solsonès).

La seva edat i la rapidesa en el creixement

Un nucli es pot recobrir en un temps extremadament curt. Per exemple, a Sant Miquel del Fai, un lloc de gran afluència de gent, hi ha un túnel artificial amb intensos goteigs i el terra, al peu de la paret que dona al torrent, hi he trobat bombetes de flash i trocets de film de fotografia ben recoberts de concreció, a més de gran quantitat de pisòlits amb nucli de les pedretes de la grava escampada durant els arranjaments del corredor. Veure foto 55.

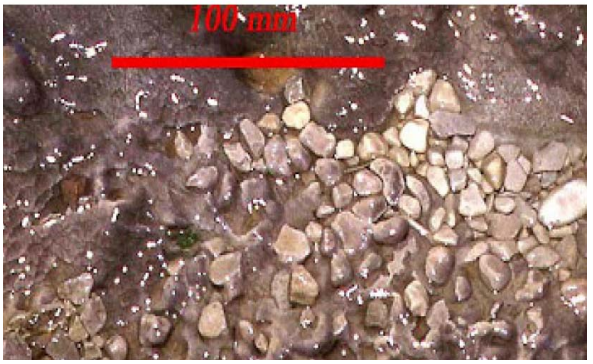


Foto 55 *Galeria amb una capa i nius de perles de recent formació. Sant Miquel del Fai, St. Quirze de Safaja.*

Foto 56 *Pisòlit amb nucli d´un tros de ceràmica prehistòrica. (Cova Ghar Knadel, Marroc).*

Al Marroc, a la cova Ghar Knadel amb abundants restes prehistòriques, hi vam trobar pisòlits de bona mida, amb nuclis provinents de trocets de ceràmica d´olles. Veure foto 56.

Foto 57 i 58 *Pisòlit de la cova Ghar Knadel, Marroc. Amb nucli d´un tros d'os (superior) i de carbó vegetal (inferior).*

Foto 59 *Pisòlits de les Mines dels Cubilars (Torre de Cabdella).*

També hi havien nuclis que eren trocets d'ossos humans i de carbó. Veure foto 57 i 58. Més recents són els trobats a les Mines dels Cubilars, a Torre de Cabdella. Veure foto 59.

Bibliografia

-The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Yale University 1837-1892, Volume II: Halides, Nitrates, Borates, Carbonates, Sulfates, Phosphates, Arsenates, Tungstates, Molybdates, Palache, C., Berman, H., & Frondel, C. Etc. John Wiley and Sons, Inc., New York, 7th edition, revised and enlarged: 153. (1951).

-Sobre la presencia del aragonito en las cavidades kársticas e indicaciones para su reconocimiento. Geo y Bio Karst , núm 1. Josan Senent i Josa. (1964)

-Morfogénesis de los oolitos y pisolitos de las cavernas. Juan Ullastre; Alícia Masriera. Speleon 20 pp. 5-61 (1973).

- Concreciones pisolíticas de cavidades mallorquinas. Comunicaciones del IV Congreso Nacional de Espeleología. Vol II. Marbella 398:405. Lluís Auroux Poblador (1976).

- Sedimentos de arenas con oolitos en un nido pisolítico del Solencio de Bastaras, Bastaras, Huesca. Speleon 24, 143:146. Lluís Auroux Poblador (1978).

- Pisolites: les seves densitats. SIS/9, Arxiu del C. E. de Terrassa, 29 32:36. Lluís Auroux Poblador (1982).

- Creixement de pisòlits accelerat per l´acumulació de calcita flotant. Exploracions 8, 33:36. Lluís Auroux Poblador (1984).

- Concreciones pisolíticas de cavidades de Mallorca. Endins 10-11, 27:31. Lluís Auroux Poblador (1985).

-Pisòlits de baixa densitat. Comunicaciones del IX Congreso Internacional de Espeleología, Barcelona, 62:63. Lluís Auroux Poblador (1986).

-Cave Minerals of de World. National SpeleologicalSociety. 1 edition. Carol Hill; Paolo Forti (1986).

- Estudi d´un niu amb oòlits i pisòlits de la cova de la Lastrilla, Cantabria. Comunicaciones del IX Congreso Internacional de Espeleología, Barcelona, 79:81.Lluís Auroux Poblador (1986).

- Esferes buides, rares concrecions pisolítiques. Exploracions 15, 51:53. Lluís Auroux Poblador (1991).

-Cave Minerals of de World. National Speleological Society. 2 edition. Carol Hill; Paolo Forti (1997).

Perles de caverna de l'avenc Montserrat Ubach
Autor: Lluís Auroux Poblador

Monogràfics Sarawak, núm 3 - 2014.
Edita: Sarawak. Exploracions i Geografia
www.sarawak.cat sarawak@sarawak.cat

Entitat membre del Consell Assessor de la
Comissió per a la Protecció de l'avenc Montserrat Ubach i l'entorn