

Lluís Calvet \*  
 Joaquim Castaño \*  
 Pere Miralles \*  
 Evaristo Quiroga \*

\* Membres del Consell de la Comissió Tècnica d'Espeleologia de la Federació Catalana d'Espeleologia.

# ANCORATGES AUTOROSCANTS

## FUTUR O PRESENT?

Un revolucionari sistema d'ancoratge que rosca directament sobre la roca. Ofereix els avantatges dels químics i els mecànics, eliminant la major part dels seus inconvenients.



Foto: Lluís Calvet

### Introducció

És un cargol que es fixa directament a la roca. Prèviament es realitza un forat i és el mateix cargol que mitjançant la seva rosca, al enroscar-lo, produeix una unió per adaptació. Amb això s'aconsegueix una fixació mecànica no expansiva.

Fa ja 4 anys que els autors i altres tècnics de l'Escola Catalana d'Espeleologia (ECE) de la Federació Catalana d'Espeleologia, estem utilitzant aquests nous

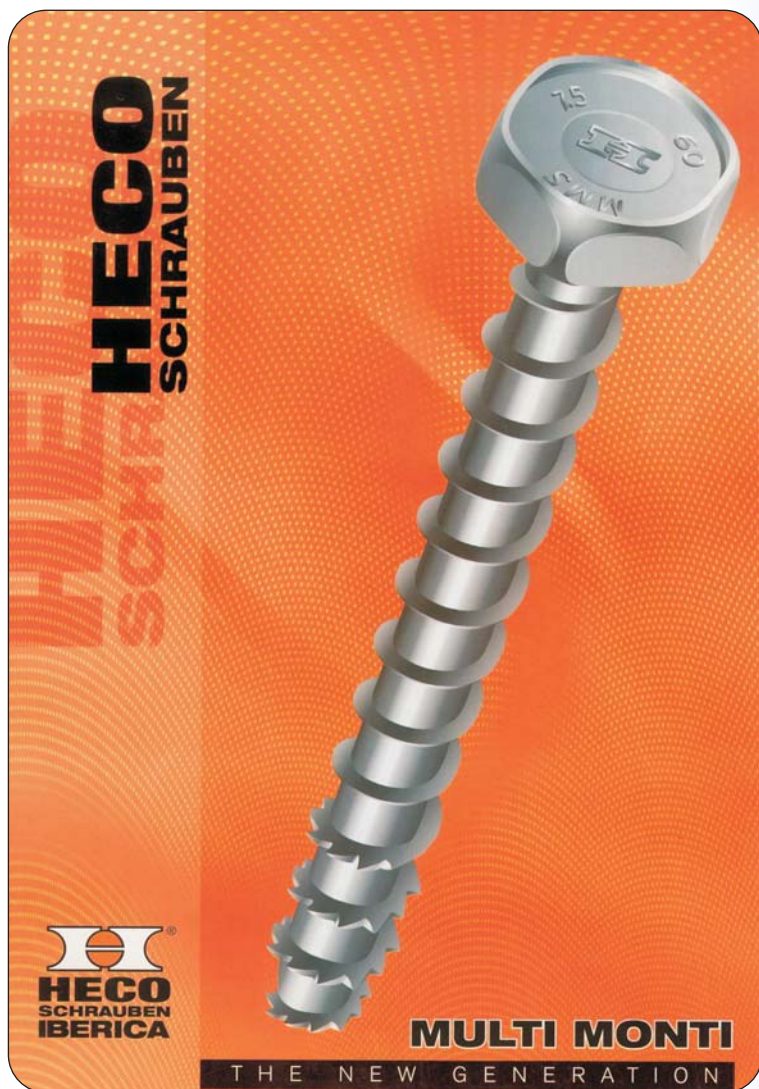
ancoratges i valorant la seva aplicació en les activitats espeleològiques: des de les exploracions punta, l'escalada artificial, fins als simulacres de rescat.

### Antecedents

En l'IX Congrés Espanyol d'Espeleologia es presenta un article de LORENZO et al. (2003), "MMS10 UN CONCEPTE NOU D'ANCORATGE" (2003), en el que es dona a conèixer el potencial d'aquesta nova família d'ancoratges industrials aplicats a l'espeleologia. En aquest treball s'aborda meticulosament l'estudi de l'ancoratge MultiMonti de 10 mm de HECO SCHRAUBEN: descrivint l'ancoratge, el seu mètode d'utilització, un ampli estudi teòric (incloent estudi per elements finits i extensometria) i proves de corrosió. L'estudi teòric és completat amb uns quants assajos destructius sobre roca en un banc de tracció.

Alguns membres del Departament Tècnic de l'ECE ja havíem estat experimentant amb anterioritat amb ancoratges similars, que no oferien garanties suficients per a la seva utilització. El treball anteriorment citat ens va obrir noves possibilitats amb una marca que desconèixíem.

Arran d'això, ens vam posar en contacte amb l'empresa fabricant HECO SCHRAUBEN, que ens va permetre conèixer el seu ampli catàleg del cargol MultiMonti, amb els seus diferents diàmetres, longituds, caps i materials.



### Descripció del material

Els cargols analitzats són el model Multi-Monti (MMS) de l'empresa HECO SCHRAUBEN.

És un cargol de cap hexagonal d'acer zincat o inoxidable que es rosca directament sobre el material de suport. La seva principal característica, i innovació tècnica respecte a altres cargols de la competència, és que el tall de la seva rosca és dentat en les primeres voltes, el que facilita la seva col·locació en roca. Les seves rosques de tipus serra, perfilades i patentades, redueixen al mínim els parells de cargolat necessaris en la seva introducció.

Les dimensions dels cargols es refereixen al diàmetre de la rosca i la seva longitud des d'el cap a la punta. El diàmetre de la perforació és inferior al diàmetre citat, i correspon al nucli del cargol.

El catàleg de cargols HECO Multi-Monti comprèn un gran ventall de diàmetres (de 6 a 20 mm) i longituds (40 a 130 mm), amb diàmetres de perforació de 5 a 18 mm. Les càrregues de trencament presentades pel fabricant van des dels 1320 Kgp, per als cargols

de 6 mm de diàmetre (diàmetre de perforació de 5 mm), als 5760 Kgp per a cargols de diàmetre 16 mm.

Aquests cargols s'utilitzen en la indústria com a sistema d'ancoratge per a ciment i totxo massís, i han superat les proves de la normativa d'edificació. La seva aplicació més emblemàtica, fins avui, ha estat ser l'ancoratge principal utilitzat en el nou parlament alemany (Reichstag) de Berlín, en el que destaca la seva gran cúpula transparent.

En construcció l'ús d'aquest sistema de muntatge permet la supressió en múltiples aplicacions dels muntatges de pern, d'ancoratges per adaptació a un trepant destalonat i d'unió, així com dels tacs de niló, el que simplifica de manera significativa els treballs.

És molt important la qualitat del producte (temperat i galvanitzat) per a la seva resistència, sobretot a la tracció, ja que es basa en la resistència del pas de rosca. S'han descrit estructures que han cedit al realitzar-les amb ancoratges similars als MMS però produïts per altres fabricants.

Darrerament, l'empresa ha ampliat el seu catàleg amb noves versions d'aquests cargols, que presenten diferents caps: cap hexagonal amb volandera incorporada, cap pla d'estrella, cap rodo, cap femella, etc.

Pel que fa al seu cost és gairebé un terç del cost d'un Spit per als cargols 7,5x50, i gairebé la meitat per als de mida 10x60mm, en les seves versions d'acer zincat. Les versions en acer inoxidable tenen preus de 13 a 16 vegades superiors a les versions zincades. Malgrat tot si comparem el cost d'aquests cargols d'acer inoxidable, juntament amb plaques també d'inox, el preu és similar a altres ancoratges inox existents al mercat (Longlife de PELTZ, Triplex de FIXE, etc).

El funcionament de l'ancoratge es basa en un acoblament de tipus geomètric, generat per l'adhesió de la seva rosca a l'introduir-se en el material. Per garantir aquest tipus d'inscripció en la versió d'acer inoxidable, porta acoblada una punta d'acer de carboni per tal d'aconseguir la duresa requerida per efectuar el tall del material. Això encareix més la versió inoxidable.

### Experimentant amb els nous ancoratges

Des del principi vam veure les grans possibilitats d'aplicació del model 7,5mm, ja que el seu petit diàmetre de perforació (6 mm) permetia un gran estalvi de la bateria del trepant. Permetent posar més ancoratges: 3 vegades més que amb SPIT (12 mm de diàmetre exterior) o 4 vegades més que Parabolts de 10mm.



Es va començar analitzant amb detall la documentació tècnica del fabricant sobre el producte en formigó, i estudis comparatius amb altres tipus d'ancoratges d'altres fabricants (SPIT, parabolts de SPIT, FBN de FISCHER, HSA, HSA-R i HST de HILTI).

Instal·lació utilitzant cargols i asos  
(Foto: Lluís Calvet)



El Nadal de 2003 i l'estiu del 2004, ja comencen a ser utilitzats en Pics d'Europa pels equips de punta en les seves exploracions.

El 2004 durant les Jornades Tècniques de la ECE es van realitzar els primers assajos destructius; experimentant els primers trencaments de cabotes en els cargols de 7,5 mm.

Del 2004 al 2006 són utilitzats per realitzar una escalada artificial de 60 m a la Sala Leonor del Sistema Alba. Després de la seva utilització, els cargols són recuperats, no deixant ancoratges a la paret.

Durant la primavera d'aquest any es porta a terme la seva primera utilització en equipament de canons, com ancoratge de suport durant la instal·lació amb químics.

En el rècord de Catalunya de profunditat, aconseguit en 2005 en el Sistema de la Bargadera, aquests ancoratges van ser de gran utilitat.

També es comença a valorar la seva utilitat en desobstruccions, per a l'extracció de blocs. Podent-se recuperar els cargols, i tornar-los a usar en els següents blocs, fins que el desgast de les dents del cargol impedeix la seva reutilització.

Després de la valoració de la seva idoneïtat per a les activitats espeleològiques, es va iniciar la seva difusió al col·lectiu en

*Segons CENS del CAI (2006); només s'han seleccionat de la publicació original els diàmetres més adients per a l'espeleologia. Entre parèntesis els diàmetres de perforació.*

els curs de Perfeccionament Tècnic d'Espeleologia de la ECE, nivell II (exploració) en 2005-2006 i nivell I (equipament) en 2007. Aprofitant el marc del primer curs per fer proves de perforació manual amb ROCKPEKER, comparant els temps amb la instal·lació d'SPIT.

A finals del 2005 s'experimenta amb cargols equivalents d'altres fabricants: models HUS de HILTI. No obstant això el model de menor diàmetre de perforació és de 8 mm i no té el tall dentat (la qual cosa dificulta més la seva col·locació), però en canvi té una cap hexagonal de 13 mm (mesura més familiar a l'espeleòleg).

Després de 3 anys de proves de camp amb aquests ancoratges, ens plantegem realitzar un estudi de resistència en laboratori, sobre provetes de roca. Quan ja s'havien adquirit les provetes de roca i preparat la maquinària d'assaig, va tenir lloc la publicació del següent estudi.

El juny del 2006, els italians del "Laboratori Prove de Materiali speleo-alpinistici del CENS di Costacciaro

#### Test d'ancoratges MultiMonti MMS-S

Material	Esforç	Models (mm)			
		7,5 x 50 (6)	7,5 x 60 (6)	10 x 60 (8)	12 x 60 (10)
Marbre de Carrara (Calcària metamòrfica)	Tallant	1440 Kgp	1484 Kgp	3255 Kgp	4251 Kgp
	Tracció	2480 Kgp	1565 Kgp	4147 Kgp	4292 Kgp
Calcària margosa compacta	Tallant	1583 Kgp	1481 Kgp	3272 Kgp	4449 Kgp
	Tracció	2396 Kgp	2683 Kgp	3923 Kgp	4573 Kgp
Calcària molt margosa, fràgil	Tallant	1863 Kgp	1907 Kgp	2727 Kgp	3973 Kgp
	Tracció	1447 Kgp	1899 Kgp	1971 Kgp	2725 Kgp
Traverti	Tallant	1237 Kgp	1669 Kgp	3475 Kgp	4179 Kgp
	Tracció	2598 Kgp	2649 Kgp	2944 Kgp	2723 Kgp
Granit	Tallant	2001 Kgp	2030 Kgp	3418 Kgp	4064 Kgp
	Tracció	2516 Kgp	2619 Kgp	3427 Kgp	3846 Kgp
Tuf volcànic	Tallant	1829 Kgp	1824 Kgp	3246 Kgp	3584 Kgp
	Tracció	1857 Kgp	2050 Kgp	1726 Kgp	2241 Kgp
Ciment	Tallant	1893 Kgp	1893 Kgp	2718 Kgp	3665 Kgp
	Tracció	1608 Kgp	1608 Kgp	2199 Kgp	2260 Kgp



(CAI)" publiquen un exhaustiu estudi experimental dels diferents cargols MultiMonti. Realitzen 450 assajos destructius sobre 6 tipus de roca i 1 formigó, assajant 12 models diferents (3 diàmetres en diverses longituds); 3 assajos per cada model i tipus de roca.

Altres espeleòlegs italians, del GAM de Mezzano, portaven experimentant amb els cargols MMS des del 2001, adoptant-lo inicialment per les escalades en artificials i, a continuació, per equipar en fix (inox).

Al numero 49 de la revista italiana *Speleologia* van publicar un interessant article a on descriuen el MMS 10x80 com una ancoratge molt útil per equipar cavitats en roques de baixa resistència mecànica, com els guixos i la sal gema, ja que superava amb escreix la resistència de l'ancoratge utilitzat fins llavors (parabolts de doble anella). Així a l'abril del 2004 van realitzar uns 10 assaigs de tracció en dos tipus de guixos de mitja i excel·lent qualitat, amb MMS 10x80 i parabolts CMS de 8mm de doble anella. Els assaigs els van realitzar amb medis mes precaris que el 2006: un tractel, un dinamòmetre mecànic (limitat a 20 kN) i anelles CAMP (carrega màxima 22 kN). Els resultats d'aquests assaigs van confirmar que en guixos de excel·lent qualitat el MMS 10x80 supera de llarg la carga de trencament de qualsevol altre component de la cadena de seguretat. Y en guixos de mitja qualitat el MMS doblava la resistència en tracció dels

parabolts de doble anella.

L'exhaustiu estudi del 2006 posa les bases per poder divulgar àmpliament aquest cargol entre el col·lectiu espeleològic.

Arran d'això en l'estiu 2006 van ser utilitzats i valorats àmpliament pels autors en les seves activitats: Expedició Internacional a Papua Occidental (Indonèsia), atacs a -1.000 en el Campament Internacional "Arañonera 2006", nou rècord de profunditat de Catalunya "Bargadera 2006", trobada amb el Espeleo Socorro Bulgaro, etc.

Prèviament ja s'havien utilitzat en l'1er Campionat de Catalunya de Progressió Vertical el juny de 2006.

En la tardor d'aquest any es comencen a utilitzar els cargols de 10 mm (8mm de diàmetre de perforació) en els simulacres de rescat espeleològic: Sistema Lecherines (FAE) i Cova Cuberes (FCE).

### Mètode d'utilització

Material necessari: cargols MultiMonti, broca, trepant, martell, clau hexagonal i placa (o asos o anelles).

Foto: Lluís Calvet







- Perforació amb trepant d'un forat en la roca del diàmetre del nucli del cargol.

- El forat ha de tenir de 0,5 a 1 cm més de longitud que la del cargol, perquè es pugui acumular el pols que es genera al tallar el cargol la rosca en la roca. El passar-nos per excés en la longitud del forat solament genera major consum de bateria, sense afectar a la resistència de l'ancoratge.

- Després de netejar el forat, li col.loquem la xapa apropiada. Encarem el cargol a la boca del forat i li donem un petit cop amb el martell.

- Roscarem el cargol directament a la roca amb una clau hexagonal. Sense forçar l'estrenyiment en els cargols de 7,5mm, ja que podem trencar el cap del cargol. Apretem enèrgicament al final perquè el cargol no es mogui a l'utilitzar-lo.

Foto: Pere Miralles

*Taula comparativa de resistències de diferents ancoratges utilitzats en espeleologia*

Esforç	MMS-S 10x80  (6mm)	Spit MF8 Cargol 8.8  (12mm)	Parabolt 8x85mm Acer galvanitzat (8mm)	Parabolt 8x85mm Acer Inoxidable (8mm)	Químic 8.8 x85mm (8mm)	MMS-S 7,5x50 mm (6mm)
Tallant	3313 Kgp	2256 Kgp	1584 Kgp	2354 Kgp	2256 Kgp	1440 Kgp
Tracció	>5000 Kgp	2530 Kgp	2298 Kgp	2434 Kgp	3101 Kgp	2480 Kgp

Segons CENS del CAI (2006). Entre parèntesis els diàmetres de perforació. Tots els assajos es van realitzar sobre marbre de Carrara (calcària metamòrfica) de gran duresa.

### Conclusions

L'experiència ens demostra que estem davant un ancoratge amb un gran ventall de possibilitats.

A igualtat de dimensions del forat a perforar en la roca el MMS té una resistència de gairebé el doble respecte als clàssics ancoratges mecànics i químics utilitzats fins ara en espeleologia.

És important ressaltar que l'esforç en els MMS es distribueix al llarg de tot l'eix longitudinal de forat (com en els ancoratges químics) i no només en una petita porció com en els Spits i Parabolts. A més amb aquest ancoratge no existeixen tensions permanents que sol·licitin la roca debilitant-la, com succeeix amb els altres ancoratges mecànics utilitzats en espeleologia. Després de 5 anys d'utilització intensiva, els autors recomanen les següents dimensions dels cargols per a les diferents aplicacions:

**7,5 x 50mm:** puntes d'exploració i escalada artificial en cavitat (*compte amb el roscat i estrenyiment per possible trencament del cap*)

La broca a utilitzar és de 6 mm de diàmetre per 50 mm de longitud de rosca, sent aquesta broca petita més còmoda d'usar i eficient. Les xapes són les comunament utilitzades en espeleo amb forat de 8 mm. Es possibilita la utilització "d'asos" i "anelles". Cap hexagonal de 13mm.

**10 x 60 mm:** instal·lacions "permanents", rescats espeleològics, desobstrucció i

roques blandes com guixos i sal gema.

La broca a utilitzar és de Ø 8 mm.

Les xapes a utilitzar són les de 10 mm de diàmetre de forat; es poden utilitzar en cas de necessitat les xapes amb forat de 8 mm forçant una mica el roscat a les mateixes. Cap hexagonal de 16mm (diàmetre allunyat de la típica clau 13-17 necessària per als ancoratges comuns en espeleo).

### AVANTATGES

- Estalvi de bateria. Es poden col·locar més ancoratges per càrrega.
- No existeix expansió pel que no provoca esforços permanents al suport.
- Major resistència per al mateix diàmetre de forat.
- Reutilització dels cargols.
- Reutilització del forat per a ancoratges de major diàmetre.
- Discreció, si s'extreu deixa el mínim rastre en la paret (més ecològic).
- Instal·lació extremadament fàcil que fa improbable cometre un error.
- Instal·lació molt ràpida i senzilla que augmenta la seguretat, a l'incentivar la col·locació d'un nombre més gran d'ancoratges dobles.
- Possibilitat de cargols en acer inoxidable.
- Permet una comprovació de l'estat del material. Descargolant-lo, examinant el seu estat i tornant-lo a enroscar si està OK.
- Molt adequat com ancoratges en roques de baixa resistència mecànica (travertins, guixos i sal gema).
- Utilització immediata, com a qualsevol mecànic.
- Preu.

### DESAVANTATGES

- Trencaments de caps en diàmetres petits a l'instal·lar-lo, si exagerem l'estrenyiment.
- Perforació manual molt laboriosa.
- En roques molt dures, com el granit, pot caldre l'ús d'un altre MMS per acabar d'instal·lar l'ancoratge. Igual que amb Spits.
- No inviolable si calgués, com per a instal·lacions permanents.
- Necessita de l'ús d'una placa o equivalent (as o anella) si el comparem amb un químic; amb el qual fins i tot podem prescindir del mosquetó, realitzant el nus directament sobre l'anella del tensor.



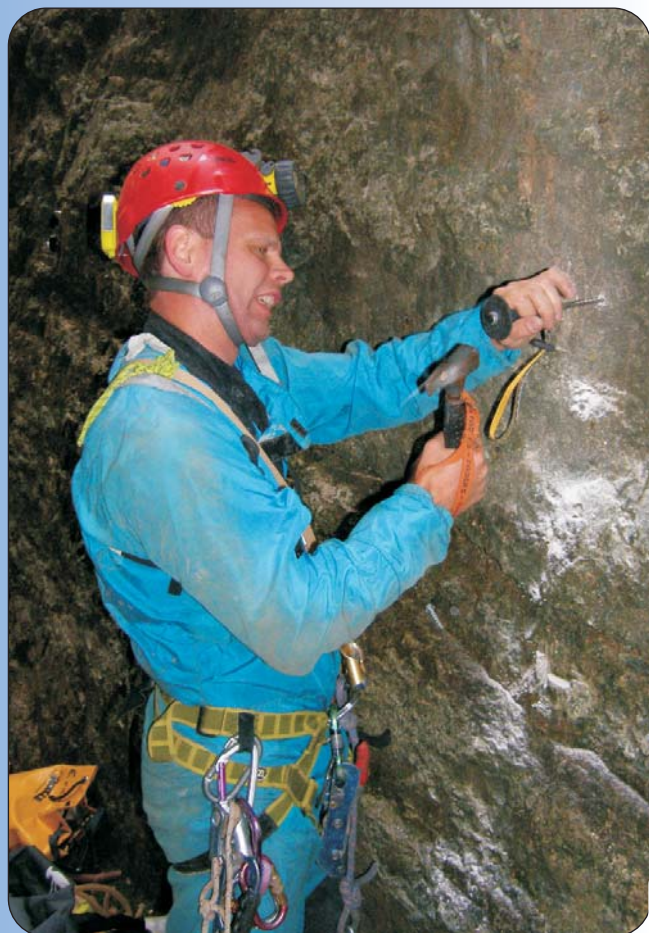


És important ressaltar la reducció de l'impacte visual quan s'utilitzen aquests ancoratges en escalades i operacions o simulacres de rescat. A més la seva utilització de manera sistemàtica per equipar pot impedir el progressiu deteriorament de les cavitats i muntanyes per increment de ferralla inservible, ja que es pot reutilitzar fàcilment el seu forat amb un ancoratge idèntic, o no, quan aquest arribi al fi de la seva vida útil. Desgraciadament a tots ens vénen a la memòria capçaleres de pous cosides a trets amb Spits o Parabolts, la majoria fora d'ús.

Encara sent un ancoratge no inoxidable, en la versió galvanitzada, la seva geometria d'ús, sense vies preferencials d'entrada dels agents externs, el fa molt durador en el temps, fins i tot en condicions d'humitat.

L'ús d'una clau de "carraca" és aconsellable per ser eficients, donada la longitud a roscar i les posicions incòmodes de roscat (a final de braç en escalades artificials).

S'ha experimentat el trencament de caps dels cargols de 7,5 mm durant l'etapa d'instal·lació i creació de la rosca en roca. Aquests trencaments es produeixen sobretot en roques molt dures i a l'aplicar grans parells d'estrenyiment. Per evitar aquests trencaments durant la fase d'instal·lació es recomana, com aconsella el fabricant, netejar bé el forat bufant i utilitzar claus petites, amb reduït braç de palanca.



Temps de perforació manual amb broca sobre ROCKPEKER:

- 15 minuts per als cargols 10x60 mm amb broques de 3 a 4 puntes.
- 25 a 30 minuts per a cargols de 7,5x50 mm.

La perforació manual és menys eficient en diàmetres petits, i les broques de 6 mm poden arribar a deformar-se a l'usar-les manualment.

Per tant la instal·lació manual pot ser efectiva per exemple, en cas de fallada del trepant o la seva bateria, en operacions de rescat (en les que normalment es disposa de temps fins que arribi la llitera al sector) o instal·lacions "permanents", però no en exploració (a l'usar diàmetres petits la perforació manual és massa llarga).

La seva instal·lació molt ràpida i senzilla permet incrementar la seguretat, ja que no fa mandra doblar els ancoratges, especialment en fraccionaments, i lògicament reinstal·lacions. Cal tenir-lo en compte quan fem puntes d'exploració amb cordes de petit diàmetre.

Actualment els cargols HECO Multi-Monti de 7,5mm conformen al costat d'altres materials de tècniques lleugeres (cordes de 8,5 mm, asos, etc.) unes tècniques de punta molt eficients, que permeten realitzar grans exploracions subterrànies en menys temps. Aquests materials i tècniques han de ser utilitzats per equips



Foto: Lluís Calvet

reduïts i amb experiència, prestant una major atenció a la seva utilització.

Els espeleòlegs italians del GAM de Mezzano van descriure al seu article de 2003 (Garavini et al. 2003) que equipar en guixos i sal gema es un problema per la baixa resistència mecànica de la roca, i el gran deteriorament dels ancoratges en acer en pocs anys, i els mosquetons d'alumini en pocs mesos, per la alta agressivitat química

Foto: Evaristo Quiroga

del medi.

En aquest tipus de roques la possibilitat de verificar l'ancoratge (treien el MMS i realitzant una inspecció visual) i, si es necessari, reemplaçar-lo per un altre reutilitzant el mateix forat, converteixen el MMS en un ancoratge ideal per aquests medis tan agressius. També tenim la possibilitat de retirar els cargols entre exploracions per evitar el seu deteriorament; tornant-los a caragolar al mateix forat a la següent exploració. Tot això s'afegeix a la major resistència (més del doble) del MMS comparat amb altres ancoratges mecànics del mateix diàmetre de perforació en roques de baixa resistència mecànica.

Encara que existeix bibliografia espeleològica sobre aquest nous ancoratges des de el 2003, no es fins a aquest any que es comença una ampla divulgació entre el col·lectiu amb la publicació a Catalunya del present article o a França amb l'aparició al desembre del 2007 passat d'un article divulgatiu al numero 60 de la revista *Spéleo Magazine*. Aquest article francès es basa en la informació i fotografies del espeleòlegs italians del CENS, publicades als articles comentats anteriorment o exposada a la seva web ([www.cens.it/06D09MULTIMONTI.HTM](http://www.cens.it/06D09MULTIMONTI.HTM)).

No existeixen experiències, de moment, de quantes vegades es poden reutilitzar els cargols, encara que dependrà del tipus de roca. Així la col·locació de cargols en algunes roques granítiques ha calgut l'ús de dos cargols per aconseguir tallar la rosca en la roca.

Tampoc hi ha experiència sobre quantes vegades es pot reutilitzar un mateix forat, i si disminueix la resistència de l'ancoratge per desgast i ampliació de forat i de la rosca de la roca en cada nova utilització.

Els autors prossegueixen les seves investigacions amb aquests nous cargols, amb la realització d'assajos destructius, per donar resposta a aquestes preguntes i per ampliar el seu camp d'aplicació i reduir els seus desavantatges.

## 7.- Bibliografia

- Bouthors, M. (2007): "Le MultiMonti MMS. Un amarrage méconnu en France", *Spéleo Magazine* n°60, p26-27.
- CENS del CAI (2006): "Una rivoluzione nella progressione speleo-alpinistica: l'ancorante MultiMonti", *SpeleoCENS* n° 24.
- Garavini, D. y Valgimigli, R (2003): "Vita da chiodi. Nuove e interessanti sulla tenuta dei tasselli autofilettanti HECO", *Speleologia* n° 49, p80-83.
- HECO SCHRAUBEN IBERICA (2005): "Comparativa de cargas de Multi Monti versus otros anclajes".
- HECO SCHRAUBEN IBERICA (2008): "Catalogo 2008".
- LORENZO BANUELOS, M., GARCIA REVUELTA, A., PRECIADO CALZADA, M. y BRAVO DIEZ, P.M. (2003): "MMS-10, un concepto nuevo de anclaje". *Actas del IX Congreso Español de Espeleología*, pag. 40-80, Federación Castellana y Leonesa de Espeleología.