

BOSSEA MMXIII

CONGRESSO NAZIONALE

LA RICERCA CARSOLOGICA IN ITALIA

Frabosa Soprana (Cn) – Grotte di Bossea
22-23 giugno 2013

ATTI

LABORATORIO CARSOLOGICO SOTTERRANEO DI BOSSEA
STAZIONE SCIENTIFICA DI BOSSEA CAI CUNEO – COMITATO SCIENTIFICO CENTRALE DEL CAI

Imawarì Yeuta: una nuova grotta nelle quarzo-areniti dell’Auyan Tepui, Regione Bolivar, Venezuela

FRANCESCO SAURO (*,**), FREDDY VERGARA (*,**), ANTONIO DE VIVO (*), JO DE WAELE (*,**)

RIASSUNTO

Nel febbraio del 2013 un gruppo di speleologi italiani e venezuelani (La Venta Esplorazioni Geografiche e Teraphosa Exploring Team) ha scoperto un nuovo grande sistema carsico nelle quarzo-areniti del settore nordorientale dell’Auyan Tepui. In 12 giorni di esplorazione oltre 15 km di gallerie sono state topografate, mentre almeno altri 4 km restano da rilevare. Il sistema ha nove ingressi ed ospita tre fiumi sotterranei. Le gallerie si sviluppano su due livelli ben distinti, uno attivo in cui scorrono i fiumi con una direzione generale ONO, ed un livello fossile situato da 4 a 20 metri più in alto con una generale direzione N-S. I livelli attivi sono controllati litologicamente e contengono dei pilastri tipici, marmite e canali in roccia larghi e sinuosi con scarsi depositi sedimentari. I livelli fossili invece ospitano una grande quantità di minerali secondari, tra cui soprattutto solfati-fosfati, e rarissime concrezioni di opale e silice. Acque correnti, gocciolanti e stagnanti sono state analizzate in situ per il loro contenuto in silice ed alcune osservazioni morfologiche hanno consentito di trarre delle conclusioni riguardo alla speleogenesi di questi grandi sistemi carsici in quarzite. Ulteriori studi geologici, mineralogici, geomicrobiologici e biologici saranno necessari in questa grotta eccezionale.

KEY WORDS: *quarziti, speleogenesi, geomorfologia, carsismo*

INTRODUZIONE

Fino a venti anni fa speleologi e scienziati credevano che la speleogenesi nelle quarzo-areniti dei tepui (Stato di Bolivar, Venezuela) fosse legata a condizioni molto particolari e quindi di importanza esclusivamente locale. Negli anni 80 e 90 l’esplorazione di profonde e larghe “sime” ha portato alle prime ipotesi speleogenetiche che spiegavano la formazione di grotte in queste litologie con processi di arenizzazione lungo fratture aperte vicino alle alte pareti esterne di questi estesi plateaus. In quegli anni le ricerche si concentrarono soprattutto sui bordi dei tepui, mentre le aree centrali furono ritenute meno promettenti per la scoperta di nuove cavità.

Dal 2000, invece, diverse grotte orizzontali sono state esplorate rimettendo in discussione le teorie speleogenetiche delle grotte in quarzite (Aubrecht *et al.* 2011; 2013; Sauro *et al.* 2013a). Dopo l’esplorazione di sistemi chilometrici nei massicci Roraima e Chimantha (Galán *et al.* 2004; Sauro 2009; Brewer Carias & Audy 2011), nell’aprile del 2013 una nuova

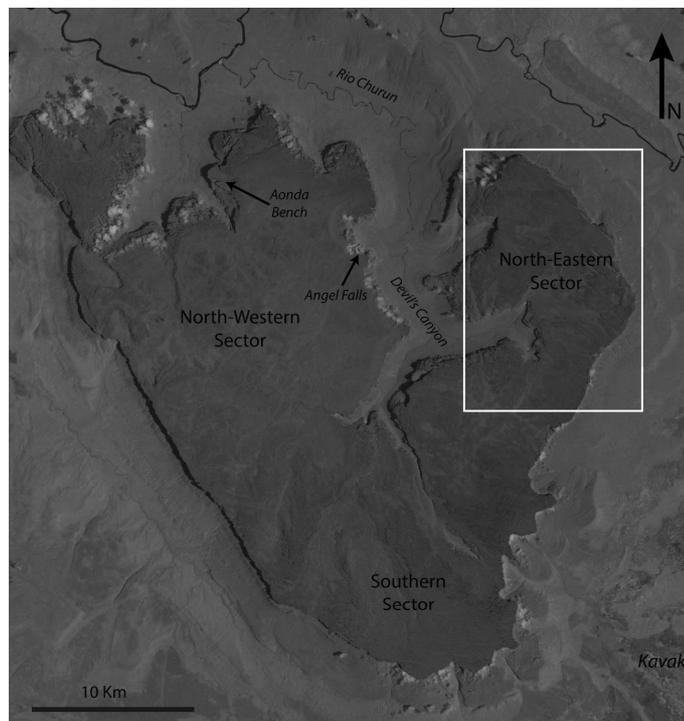


Fig. 1. – Il massiccio dell’Auyan Tepui con evidenziato il settore nord-est dove si sviluppa Imawarì Yeuta.

grande grotta, nominata Imawarì Yeuta (“la grotta dove vivono i dei” nella lingua indigena Pemon Kamarakoto) è stata scoperta da una squadra italo-venezolana sull’Auyan Tepui nel Parco Nazionale Canaima (Sauro *et al.* 2013b). Quest’ultima esplorazione dimostra ancora una volta che estesi reticoli carsici possono esistere sotto la superficie dei tepui nell’area della Gran Sabana. Le ricerche speleologiche negli altipiani quarzo-arenitici del Venezuela e del Brasile appaiono essere solo all’inizio.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

L’Auyan Tepui è tra i più grandi massicci della Gran Sabana (circa 700 km², Fig. 1), ben noto per la presenza del Salto Angel, che con i suoi 975 m di altezza è ritenuto la cascata più alta del mondo.

La Gran Sabana è una vasta regione del Sud America, tra Venezuela e Brasile, attraversata da vari affluenti del Rio Caroní, che confluisce a sua volta nell’Orinoco. L’Auyan Tepui ha la forma di un grande tavolato delimitato da pareti verticali che spesso raggiungono altezze di 1000 metri. In pianta assomiglia ad un triangolo con la punta rivolta verso il

(*) Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali, Università di Bologna, Via Zamboni 67, Bologna 40126, Italy; e-mail: cescosauro@gmail.com, jo.dewaele@unibo.it

(**) Associazione di Esplorazioni Geografiche la Venta, Via Priamo Tron 35/F, Treviso 31030, Italy

(***) Teraphosa Exploring Team, Puerto Ordaz, Venezuela

Sud. Nella parte interna il Canyon del Diablo separa il settore nordoccidentale da quello nordorientale, mentre la parte meridionale è un plateau uniforme che raggiunge l'altezza massima di 2450 m s.l.m..

Dal punto di vista geologico la Gran Sabana fa parte dello Scudo di Guyana. Le rocce intrusive ed ultra-metamorfiche della parte settentrionale dello Scudo (Imataca-Bolivar Province, da González de Juana *et al.* 1980) raggiungono un'età di circa 3,5 miliardi di anni. Le rocce silicoclastiche depositatesi al di sopra dello scudo (Gruppo di Roraima) appartengono all'ambiente continentale-pericontinentale della Roraima-Canaima Province (Reid 1974). L'età di questo gruppo arenaceo può essere dedotta solo sulle datazioni assolute del basamento granitico (2,3-1,8 miliardi di anni) e dei dicchi e dei sill basaltici che tagliano la parte sommitale del Gruppo di Roraima (1,4-1,8 miliardi di anni) (Briceño & Schubert 1990; Santos *et al.* 2003). Il Gruppo Roraima è anche stato intruso da diabasi mesozoici (Hawkes 1966; Teggins *et al.* 1985). Questi formano sottili dicchi a direzione NE con un'età di circa 200 milioni di anni.

Un blando metamorfismo, con una paragenesi di tipo quarzo-pyrophyllite negli strati più argillosi, è il risultato di un carico litostatico di quasi 3 km di sedimenti successivamente erosi (Urbani *et al.* 1977).

BREVE STORIA DELLE ESPLORAZIONI SPELEOLOGICHE SULL'AUYAN TEPUI

La presenza di grotte sull'Auyan Tepui è riportata già da una delle prime ascensioni sulla montagna, durante la spedizione di Felix Cardona Puig e del geologo italiano Alfonso Vinci nel dicembre del 1946 (Vinci 1957). La grotta esplorata e descritta da Vinci non fu mai ritrovata (Merlak 2010).

La prima spedizione speleologica, con l'utilizzo di elicottero, fu realizzata nel 1983 dalla Sociedad Venezolana de Espeleología, con come obiettivo la discesa della Sima Aonda (Fig.1), conosciuta da tempo grazie a sorvoli aerei effettuati nel settore nordoccidentale del tepui. Con la sua profondità di 362 m questo grande collasso fu ritenuto la più profonda voragine in quarzite fino al 1993, anche se si tratta di una depressione larga ed allungata e non di una vera e propria voragine.

Molte delle spedizioni eseguite negli anni seguenti si concentrarono in quest'area in cui la SVE ha portato a termine l'esplorazione di altre profonde "simas", come quelle di Auyantepuy Norte e di Sima Aonda Este 2.

Nel 1992 una spedizione italiana organizzata da quattro gruppi speleologici (CAI SEM Milano, Castellanza, Laveno e Cividale del Friuli) lavora sul plateau alto di Aonda ed esplora diverse grotte per uno sviluppo totale di 1700 metri. Lo stesso anno La Venta sorvola la zona di Aonda in modo da poter organizzare una nuova spedizione nell'area. L'anno seguente una grande spedizione organizzata da La Venta opera in tre diverse aree dello stesso settore occidentale: al Campo Aonda la squadra scende l'omonima sima ed esplora un sistema di gallerie attive alla sua base (Ali Primera Cave) ed altre

profonde voragini sul plateau; nel Campo 1, situato poco a nord, viene esplorata la Sima Churun (Sima Auyantepuy Norte 2), mentre al Campo 2, localizzato più ad ovest, si scopre la Sima Auyantepuy Noroeste, che diventa la più profonda e più lunga grotta nelle quarzite del mondo in quegli anni (3 km, -370 m).

Nel 1996 La Venta organizza un'altra spedizione nella zona Aonda, esplorando altre simas e collegando la Sima del Bloque con Ali Primera, creando un sistema di circa 2 km di sviluppo, profondo 352 m. Nel 2010 una breve prospezione nel plateau sudoccidentale permette di scoprire la Cueva Guacamaya (1.1 km), la prima vera grotta orizzontale trovata sull'Auyan Tepui, ricca in belle morfologie che assomigliano in parte a quelle trovate nelle grotte del massiccio del Chimantha.

Prima della nostra spedizione sull'Auyan Tepui a marzo 2013 si conoscevano circa 10 km di gallerie sotterranee, tutte situate nella parte occidentale del massiccio. I settori meridionali ed orientali erano ancora completamente sconosciuti dal punto di vista speleologico.



Fig. 2. – La Sima del Viento, uno dei grandi collassi che alimenta il sistema sotterraneo.

LA SPEDIZIONE AUYAN TEPUI 2013

La spedizione italo-venezolana sull'Auyan Tepui si è svolta nel marzo 2013. La spedizione è stata organizzata da La Venta Esplorazioni Geografiche e Teraphosa Exploring Team di Puerto Ordaz (Venezuela). Dieci speleologi (7 dall'Italia e 3 dal Venezuela) e due rangers di InParques hanno preso parte alle esplorazioni. Lo scopo principale è stato quello di esplorare il settore meridionale ed orientale della montagna, ed in particolare alcuni ingressi visti durante precedenti voli dal pilota di elicotteri Raul Arias.

La base di partenza per la spedizione è stata il villaggio indigeno di Kavak da dove un elicottero ha reso possibile l'installazione dei campi esplorativi sul plateau per un totale di 12 giorni di attività sulla montagna. Un primo gruppo ha raggiunto un ingresso che si apre sulla parete orientale del tepui, sospeso a circa 1000 metri sopra la sottostante pianura. Purtroppo questo portale maestoso ha dato accesso a soli 60 metri di condotto che chiude inesorabilmente. Lo stesso giorno

un secondo gruppo è sceso nella grande depressione denominata Sima del Viento (Fig. 2), per cercare possibili ingressi alla sua base. Dopo varie ore di ricerca, un piccolo passaggio tra le rocce ha permesso di accedere ad una grande galleria attiva. I giorni seguenti il campo è stato spostato sul bordo della grande depressione permettendo di esplorare, rilevare e svolgere ricerche scientifiche in continuo. Dopo soli quattro giorni di attività circa 5 km di grotta erano già stati topografati, seguendo due fiumi sotterranei distinti (Fig. 3). Le esplorazioni hanno portato velocemente a due nuove entrate, denominate Mundo Perdido e Grieta de Los Guacharos. Nel frattempo la struttura della grotta suggeriva la presenza di un altro fiume sotterraneo nel settore nordoccidentale, in direzione di una grande dolina di crollo. Il fiume ipotizzato è stato raggiunto dall'interno della grotta attraverso un complesso reticolo labirintico di gallerie fossili. Dopo sette giorni di esplorazione e rilevamento con due squadre in contemporaneo la grotta raggiunge 10 km di sviluppo.

Durante gli ultimi tre giorni di esplorazione un campo sotterraneo ha permesso di rilevare altri 5,4 km di grotta, con vaste sale (la più grande misura 270 m di lunghezza per 150 di larghezza), zone labirintiche ed altri tre nuovi ingressi. Alla fine lo sviluppo rilevato raggiunge i 15450 metri grazie anche all'uso dello strumento topografico di fabbricazione polacca CaveSniper (www.caveexplorer.eu). Circa altri 4 km di gallerie sono stati esplorati ma non rilevati per mancanza di tempo. Imawari Yeuta rappresenta attualmente una delle più grandi grotte esplorate in quarzite del mondo, costituendo un unico sistema di grotte non divise da valli, collassi o "grietas". La struttura della grotta è assai complessa, ma le vie di drenaggio sotterraneo sono già ben definite (Fig. 4). Soprattutto l'estesa rete di condotti fossili deve essere ancora dettagliatamente esplorata e documentata.

La spedizione ha riportato a valle tutti i rifiuti prodotti



Fig. 3 – Il Rio de Los Venezuelanos è uno dei tre collettori che caratterizzano il sistema.

durante il soggiorno sul tepui, incluso le feci e tutti i prodotti organici per evitare inquinamento microbiologico. L'esplorazione è stata fatta utilizzando sempre gli stessi percorsi sia all'esterno, attraverso la tipica vegetazione della superficie dei tepui, sia all'interno della grotta su pavimenti di grotta spesso fragili, in particolare nelle zone fossili.

LA GROTTA IMAWARÌ YEUTA

La nuova grotta consiste in tre collettori sotterranei indipendenti (Fig. 5), due dei quali provengono dalla grande dolina della Sima del Viento, mentre il terzo deriva da una zona di alimentazione che fa capo ad una grande dolina di crollo, con diametro intorno ai 500 metri, situata a Nord, ed una sima più piccola adiacente. In quest'ultima voragine precipita un fiume formando una cascata alta circa 90 metri. Durante le nostre esplorazioni, effettuate durante un periodo particolarmente secco, i primi due fiumi avevano una portata minima intorno ai 20 l/s, mentre il fiume principale raggiungeva i 100 l/s. Dai segni lasciati sulle pareti è evidente che quest'ultimo fiume può raggiungere portate attorno ad alcuni m³/s durante le piene. La direzione del drenaggio è generalmente da ESE verso ONO seguendo l'inclinazione degli strati quarziticci. Un reticolo labirintico di gallerie fossili, anch'esso sviluppato lungo uno strato, connette i vari fiumi attivi. L'ampiezza dello strato asportato dai fiumi può raggiungere anche più di 300 metri in alcuni settori, creando ambienti enormi in cui il soffitto, non particolarmente alto, appare sorretto soltanto da alcuni isolati pilastri. Questa situazione crea grandi zone di collasso con un caos di blocchi di crollo. In alcuni casi le gallerie fossili mostrano morfologie arrotondate e si sviluppano spesso perpendicolarmente rispetto all'attuale reticolo di drenaggio sotterraneo.

Una delle più spettacolari caratteristiche della grotta è la

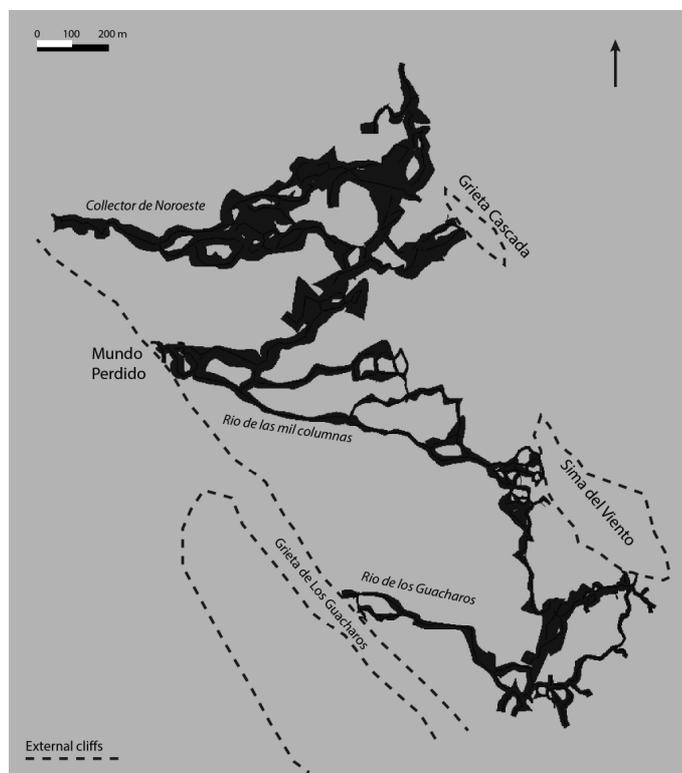


Fig. 4 – Pianta topografica preliminare del sistema.

presenza di cristallizzazioni di gesso, opale ed altri minerali secondari (alunite, sanjuanite) un po' ovunque. Il gesso si trova come cristalli aciculari, infiorescenze, croste e rose del deserto che coprono migliaia di metri quadri di pavimento. Ci

sono anche depositi di idrossidi di ferro sotto forma di stalagmiti alte fino a 5 metri, colate, vaschette stalagmitiche e coralloidi. Anemoliti, eccentriche, stalattiti ed altre forme di concrezionamento di opale e silice amorfa sono abbondanti (Fig. 6-7). Tutte queste formazioni sono estremamente fragili e l'esplorazione-documentazione della grotta deve essere condotta segnando i punti di passaggio con nastro segnaletico per cercare di evitare il più possibile eventuali danni.

RICERCHE ED INTERESSI SCIENTIFICI

Uno dei principali obiettivi della spedizione 2013 sull'Auyan Tepui è stata la ricerca scientifica, in particolare sulla speleogenesi delle grotte in quarzite, nell'ambito di una tesi di dottorato di uno degli autori (FS). InParques ha concesso l'autorizzazione di effettuare analisi delle acque, e di svolgere osservazioni e rilevamenti geomorfologici sia all'esterno sia all'interno delle grotte scoperte. Campioni d'acqua sono stati presi nei fiumi sotterranei, da stillicidi, in pozze e laghetti di acque stagnanti, e nei ruscelli e nelle pozze all'esterno sulla superficie del tepui.

I contenuti molto bassi di SiO_2 nelle acque campionate hanno richiesto di fare analisi veloci in situ (UNESCO-WHO 1978; Mecchia & Piccini 1999; Piccini & Mecchia 2009) con un set Aquaquant © 114410 Silicon Merck, che rende possibile l'analisi di concentrazioni tra 0.01-0.25 mg/l, con un errore attorno al 20%. Le analisi sono state eseguite entro le 24 ore dal campionamento. Campioni con una concentrazione più alta di SiO_2 sono stati analizzati in seguito a diluizione con acqua distillata. Temperatura, pH e conducibilità elettrica (EC) sono stati misurati con uno strumento portatile HI 991300 Hannah Instruments ©.

Le acque correnti avevano un pH variabile tra 3.1 e 5.9. Le acque stagnanti delle pozze e dei laghi in grotta possono invece raggiungere la neutralità e valori di SiO_2 molto alti, attorno a 7-8 mg/l. I contenuti in SiO_2 più alti (8.6 mg/l) sono stati riscontrati in una grande pozza d'acqua di circa 100 m³. Questo conferma che le acque correnti (fiumi) sono sempre sottosature rispetto in silice, transitando velocemente attraverso il sistema, mentre le acque di percolazione più lenta hanno sempre concentrazioni più alte, essendo in grado di sciogliere la roccia nelle microfessure e sulle pareti dei vuoti. Questi risultati danno forza al modello speleogenetico dell'arenizzazione nelle quarzo-areniti (Martini 2000; Sauro *et al.* 2013a), anche se processi di idrolisi e laterizzazione delle arenarie rimangono possibili laddove siano presenti anche altri silicati, come descritto da Aubrecht *et al.* (2011).

Nell'ambito di studi morfologici e speleogenetici abbiamo misurato le dimensioni e la direzione di oltre 100 pilastri nella grotta, insieme a fratture e giunti di strato, per verificare l'ipotesi di Aubrecht *et al.* (2011) riguardo il processo cosiddetto del "pillar flow". I risultati di tali studi verranno pubblicati a breve.

Ulteriori ricerche sono programmate nell'immediato futuro anche sui depositi di minerali secondari campionati nella grotta.

CONCLUSIONI

Imawari Yeuta è una delle più grandi grotte nelle arenarie quarzitiche del mondo. La scoperta di questa grotta dimostra che la speleogenesi nei tepui della Gran Sabana è ampiamente diffusa, suggerendo che molti altri sistemi carsici potranno essere scoperti e documentati in futuro.



Fig. 5 - Il collettore di nord-est, si sviluppa tra grandi sale di crollo e vaste superfici lisce dalle acque correnti.

L'interesse scientifico di queste grotte è estremamente elevato, spaziando dai processi di alterazione che portano alla formazione di queste cavità, agli eccezionali minerali e speleotemi presenti, alla fauna endemica e le interazioni



Fig. 6 - Concrezioni aciculari di opale crescono in modo antigraavitativo da una vasca essicata.

geomicrobiologiche. In particolare quest'ultimo campo di ricerca richiederà un particolare sforzo in modo da meglio conoscere i processi che sono coinvolti nell'alterazione della roccia e nella deposizione dei minerali secondari. Per questa ragione La Venta sta già organizzando una nuova spedizione per il 2014, nella speranza di ottenere tutti i permessi necessari dal Ministero dell'Ambiente del Venezuela per i campionamenti geologici, biologici e geomicrobiologici, coinvolgendo anche speleologi e ricercatori venezolani nel progetto. La fragilità della grotta richiederà un protocollo di protezione simile a quello applicato ad altre grotte nel mondo (per esempio a Lechuguilla in New Mexico, USA), dove le

visite potranno essere effettuate soltanto per scopi di documentazione e/o scientifici, seguendo sentieri tracciati e riportando a valle ogni eventuale materiale artificiale o organico per minimizzare al massimo l'impatto ambientale.



Fig. 7. – Concrezioni sferiche di opale e silice amorfa sulla volta dei condotti fossili dell'Universo del Silenzio.

RINGRAZIAMENTI

Hanno partecipato alle esplorazioni: Virgilio Abreu, Raul Arias, Alfredo Brunetti, Carla Corongiu, Vittorio Crobu, Antonio De Vivo, Jo De Waele, Fulvio Iorio, David Izquierdo, Jesus Lira, Francesco Sauro, Freddy Vergara, Jesus Vergara, e il pilota d'elicottero Julio Testaferro.

La spedizione è stata resa possibile grazie ai permessi per esplorazioni speleologiche forniti dal Direttore Generale Settoriale di InParques, l'Ing. Carlos Cova. Si ringraziano gli sponsor Geotec SPA, Raul Helicopteros ed i seguenti partner tecnici: Dolomite, Intermatica, Ferrino, Amphibious, De Walt, Allemano Metrology, Chelab, Scurion, GTLine, New Foods, Bialetti, MountainHouse.

Un ringraziamento particolare a Ortensia Berti ed alla comunità indigena di Kavak, a Felipe Campisi ed il suo Robinson, a Karina Retzevicius di Raul Helicopteros, all'Hotel Gran Sabana di Santa Elena ed a Elements Adventure per il supporto logistico.

I seguenti enti hanno dato il loro patrocinio: l'ambasciatore della Repubblica Bolivariana di Venezuela in Italia, Julian Isaias Rodriguez Diaz, la Fondazione Dolomiti Unesco, la Società Speleologica Italiana, la Commissione Centrale per la Speleologia del CAI, il CONI Veneto, l'Istituto Italiano di Speleologia.

OPERE CITATE

- AUBRECHT R., LÁNCZOS T., GREGOR M., SCHLÖGL J., ŠMÍDA B., BREWER-CARIÁS CH. & VLCEK L., 2011 - *Sandstone caves on Venezuelan tepuis: Return to pseudokarst?* *Geomorphology*, 132: 351-365.
- AUBRECHT R., LÁNCZOS T., GREGOR M., SCHLÖGL J., ŠMÍDA B., BREWER-CARIÁS CH. & VLCEK L., 2013 - *Reply to the Comment on "Sandstone caves on Venezuelan tepuis: Return to pseudokarst?"*. *Geomorphology*, 197: 197-203.
- AYUB S., 2006 - *Geology and geomorphology aspects of the deepest quartzite cave in the world*. *Proceedings of the 10th International Symposium on Pseudokarst*, Gorizia: 94-100.
- BREWER-CARIÁS CH. & AUDY M., 2011 - *Entrañas del mundo perdido*. Charles Brewer-Cariás (Ed.), Caracas: 290 pp.
- BRICEÑO H.O. & SCHUBERT C., 1990 - *Geomorphology of the Gran Sabana, Guyana Shield, Southeastern Venezuela*. *Geomorphology*, 3: 125-141.
- GALÁN C., HERRERA F.F. & CARREÑO R., 2004 - *Geomorfología e hidrología del Sistema Roraima Sur, Venezuela, la mayor cavidad del mundo en cuarcitas: 10,8 km*. *Boletín Sociedad Venezolana de Espeleología*, 38: 2-16.
- GONZALEZ DE JUANA C., PICARD X. & ITURRALDE J.M., (1980 - *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolífera*. Edic. Foninves, Caracas.
- HAWKES D.D., 1966 - *Differentiation of the Tumatumari-Kopinang Dolerite Intrusion, British Guiana*. *Geological Society of America Bulletin*, 77(10) : 1131-1158.
- MARTINI J.E.J., 2000 - *Dissolution of quartz and silicate minerals*. In: Klimchouk A.B., Ford D.C., Palmer A.N. & Dreybrodt W. (Eds.), *Speleogenesis-Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society, Huntsville: pp. 452-457.
- MECCHIA M. & PICCINI L., 1999 - *Hydrogeology and SiO₂ geochemistry of the Aonda Cave system (Auyantepui, Bolívar, Venezuela)*. *Boletín Sociedad Venezolana de Espeleología*, 33: 1-11.
- MERLAK E., 2010 - *Ipotesi di una prima esplorazione da parte di un europeo di una cavità sotterranea di un tepuy della formazione geologica del Roraima (Venezuela - stato del Bolívar)*. *Progressione*, 57 (1-2) : 172-177.
- PICCINI L. & MECCHIA M., 2009 - *Solution weathering rate and origin of karst landforms and caves in the quartzite of Auyan-tepui (Gran Sabana, Venezuela)*. *Geomorphology*, 106: 15-25.
- REID A.R., 1974 - *Stratigraphy of the type area of the Roraima Group, Venezuela*. *Bolletín de Geología, Venezuela, Pub. Especial*, 6: 343-353.

- SAURO F., 2009 - *Mondi Perduti, sugli altipiani quarziticci del Venezuela*. *Speleologia*, 61: 38-47.
- SAURO F., PICCINI L., MECCHIA M. & DE WAELE J., 2013a - *Comment on "Sandstone caves on Venezuelan tepuis: Return to pseudokarst?" by R. Aubrecht, T. Lánczos, M. Gregor, J. Schlögl, B. Smida, P. Liscák, Ch. Brewer-Carías, L. Vlcek*. *Geomorphology* 132: 351-365. *Geomorphology*, 197: 190-196.
- SAURO F., VERGARA F., DE VIVO A. & DE WAELE J., 2013b - *Imawari Yeuta: a new giant cave system in the quartz sandstones of the Auyan Tepui, Bolivar state, Venezuela*. In: Filippi M. & Bosak P. (Eds.), *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*, Brno 19-27 July 2013, Volume 2: pp. 142-146.
- UNESCO – WHO, 1978 - *Water quality surveys*. Studies and reports in hydrology, 23: 1-350.
- URBANI F., TALUKDAR S., SZCZERBAN E. & COLVEÉ P., 1977 - *Metamorfismo de las rocas del Grupo Roraima*. Edo. Bolívar y Territorio Federal Amazonas. Memorias V Congreso Geológico Venezolano, Caracas: 623-638.
- VINCI A., 1956 - *Diamanti*. Publisher Leonardo da Vinci: 397 pp.

