

N. 6 - giugno/June 2006

# KUUR

magazine  
[www.laventa.it](http://www.laventa.it)



**LA VENTA**  
ESPLORAZIONE INDUSTRIALE

Rivista semestrale / Six-monthly magazine

# KUR

www.laventa.it

Dir. responsabile / Editor in Chief  
Caporedattore / Senior editor  
Redazione / Editorial Staff

Tullio Bernabei  
Davide Domenici  
Giovanni Badino  
Teresa Bellagamba  
Alvise Belotti  
Antonio De Vivo  
Leonardo Piccini  
Giuseppe Savino  
Roberta Tedeschi  
Gianni Todini

Grafica e impaginazione / Layout  
Stampa / Printing  
Traduzione / Translation

Paolo Pettrignani  
Grafiche Tintoretto (TV) - Italy  
Antonio De Vivo  
Karen Gustafson  
Libero Vitiello

Redazione / Editorial Staff

Vocabolo Collemanno snc  
02046 Magliano Sabina - Italy  
tel. +39 0744 919296  
fax +39 0744 921507  
e-mail: kur@laventa.it

Abbonamento annuale (2 numeri)  
Annual subscription rates (2 issues)

Europa € 15, resto del mondo € 20  
Europe € 15, rest of the world € 20

La Venta Associazione Culturale  
Esplorazioni Geografiche

Via Priamo Tron, 35/F  
31100 Treviso - Italy  
tel./fax +39 0422 320981  
www.laventa.it

Foto di copertina / Cover photo  
Seconda di copertina / Second cover

Cueva de los Cristales, Mexico  
Auyan-tepui

Reg. Trib. Rieti 8/2003 - 11 giugno 2003

## contributi & crediti collaborations & credits

Foto / Photos

Giovanni Badino: 1, 16-17, 26-27, 28, 29 - Tullio Bernabei: 2, 3, 8, 9, 10, 11, 13 top - Cortesia RCS: 15 - Antonio De Vivo: 6-7, 12, 13 bottom, 19, 23 - Francesco Lo Mastro: 4 - Paolo Pettrignani: 20, 21, back cover - Roberta Tedeschi: cover, 5 - Ugo Vacca: 2<sup>nd</sup> cover - WP Lavori in corso: 18

### LA VENTA

Soci / Members

Roberto Abiuso  
Giovanni Badino  
Teresa Bellagamba  
Alvise Belotti  
Alessandro Beltrame  
Tullio Bernabei  
Gaetano Boldrini  
Andrea Bonucci  
Salvatore Capasso  
Giuseppe Casagrande  
Corrado Conca  
Francesco Dal Cin †  
Alicia Davila  
Antonio De Vivo

Davide Domenici  
Fulvio Eccardi  
Martino Frova  
Amalia Gianolio  
Giuseppe Giovine  
Italo Giulivo  
Esteban Gonzalez  
Elizabeth Gutiérrez F.  
Carlos Lazcano  
Enrique Lipps  
Massimo Liverani  
Francesco Lo Mastro  
Ivan Martino  
Luca Massa  
Marco Mecchia

Fabio Negroni  
Mauricio Náfate L.  
Paolo Pettrignani  
Jorge Paz T.  
Leonardo Piccini  
Enzo Procopio  
Antonella Santini  
Giuseppe Savino  
Giuseppe Soldano  
Pasquale Suriano  
Peter L. Taylor  
Roberta Tedeschi  
Gianni Todini  
Marco Topani  
Agostino Toselli

Ugo Vacca

Onorari / Honorary members

Paolino Cometti  
Viviano Domenici  
Paolo Forti  
Adrian G. Hutton †  
Edmund Hillary  
Ernesto Piana  
Tim Stratford  
Thomas Lee Whiting  
Sostenitori / Subscribing members  
Gabriele Centazzo  
Graziano Lazzarotto  
Alfredo Graziani  
Fernando Guzmán Herrera

PAOLO FORTI

In questo numero si legge di grotte appese su torri svettanti, disperse nella foresta pluviale tra Venezuela e Brasile e di giganti cristallini sfavillanti nella buia atmosfera infernale di una montagna squarciata da chilometri di gallerie minerarie nel nord del Messico.

Che cosa può accomunare questi due mondi all'apparenza così distanti e diversi tra loro? Che filo logico collega due esplorazioni condotte da La Venta a quasi 10 anni di distanza l'una dall'altra?

Da una parte i Tepui, frammenti di un antichissimo scudo continentale, esposti agli agenti meteorici da ben più di un miliardo di anni, dall'altra cristalli giganteschi di gesso, talmente delicati che rischiano la distruzione solo perché, da una manciata di anni, il loro microcosmo è stato appena sfiorato dall'uomo...

Certo ambedue questi ambienti sono "estremi", adatti quindi ad attrarre esploratori geografici alla ricerca dei sempre più rari lembi di questo pianeta da descrivere e topografare, ma questo è solo un aspetto, importante sì, ma tutto sommato marginale...

Il vero motivo che ci ha spinto prima sui Tepui e quindi nelle viscere della Miniera di Naica è che in quei due ambienti immaginavamo di poter allargare i confini di una scienza: la carsologia.

Solo pochi decenni fa, sostenere che nelle quarzite potessero esistere sistemi carsici complessi, con fiumi e affluenti, meandri, concrezioni, sarebbe stata fantascienza: sulla base dei meccanismi speleogenetici conosciuti, infatti, si affermava con sicurezza che al massimo si sarebbero potu-

*In this issue you'll read about caves hanging from rising towers, lost in the rain forest between Brazil and Venezuela, and about crystal giants shining in the dark, infernal atmosphere of a mountain ripped by kilometers of mining tunnels in northern Mexico.*

*What could these two worlds, so distant and diverse, possibly have in common? What is the logic link that connects two explorations carried out by La Venta almost ten years apart from each other?*

*On one side there are the Tepui, shreds of an ancient continental shield, exposed to the weather for more than one billion years; on the other, huge gypsum crystals, so delicate that since their microcosmos brushed with mankind few years ago their very existence is at risk.*

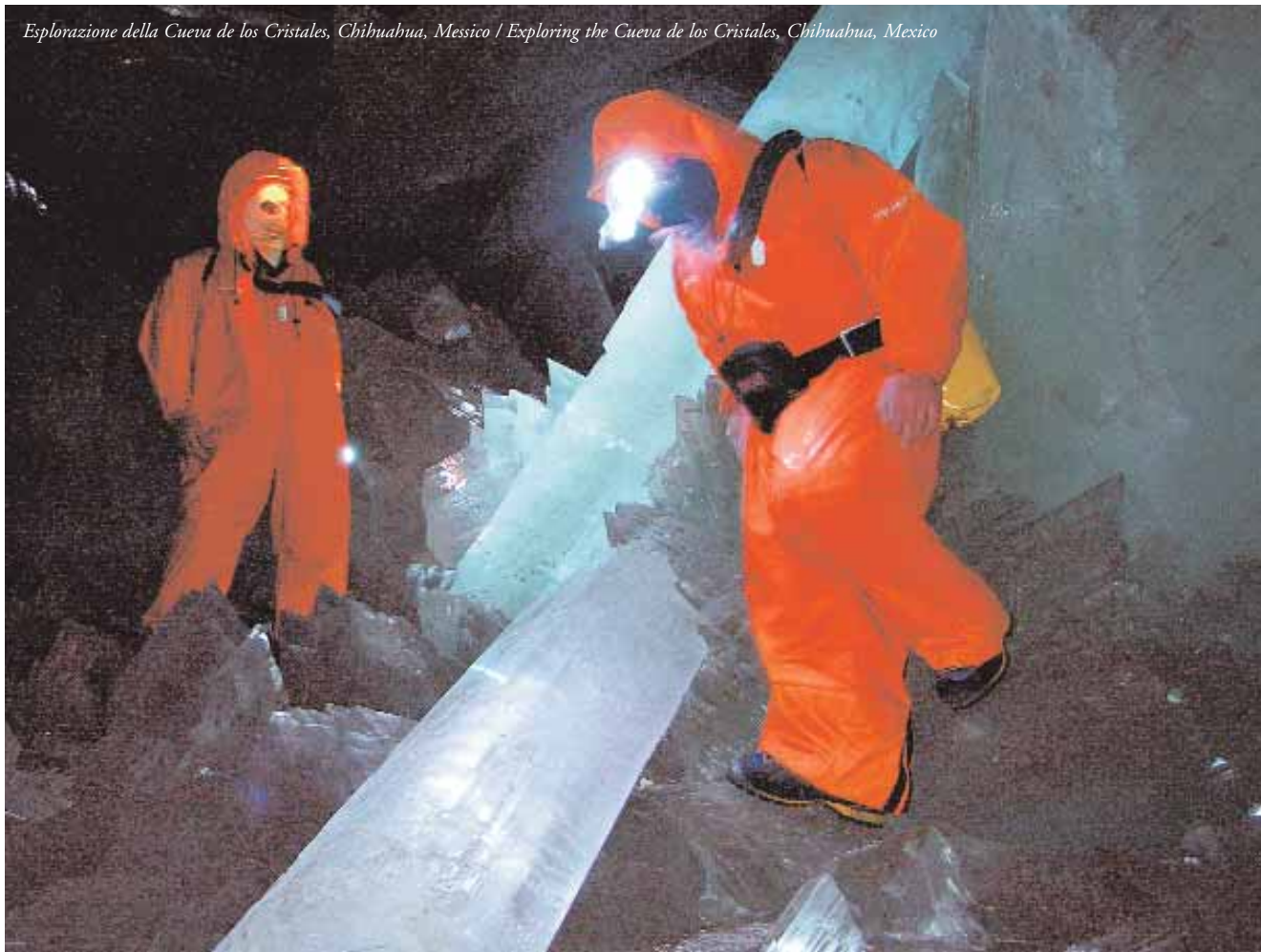
*Certainly, both are "extreme" environments, suited to attract geographic explorers looking for the increasingly rare edges of the planet that haven't already been described and topographed.*

*Yet, this is just one aspect of the story, relevant for sure, but marginal...*

*The real reason that brought us to the Tepui first and then into the guts of the Naica mine is that in those environments we thought we'd have been able to widen the borders of a science: karstology.*

*Just a few years ago, claiming that quartzites could host complex karst systems, with rivers and tributaries, concretions, and meanders would have been just like science fiction. Indeed, at the time current knowledge about speleogenesis dictated that at most one could have found tecton-*

Esplorazione della Cueva de los Cristales, Chihuahua, Messico / Exploring the Cueva de los Cristales, Chihuahua, Mexico



te trovare delle grotte tettoniche, magari parzialmente modellate dall'erosione fluviale, ma grotte vere assolutamente no.

Come accade spesso, l'esplorazione ha dimostrato l'esatto contrario: conseguentemente l'orizzonte della carsologia si è improvvisamente ampliato. Nuovi meccanismi genetici, basati essenzialmente sulla condensazione, sono stati elaborati per giustificare la presenza di grotte complesse, che non sarebbero dovute esistere... e oggi tutti sono concordi nell'inserimento a pieno titolo dei Tepui tra le aree carsiche di maggior interesse nel mondo.

L'esplorazione, appena iniziata, delle cavità naturali della Miniera di Naica, promette scoperte ancora maggiori e forse anche più importanti, che trascendono il ristretto ambito carsico-speleologico, andando ad investire anche questioni di fondo quali i primordi della vita su questo pianeta.

Dal punto di vista carsico, comunque, è già una notevole sfida definire quantitativamente, nel tempo e nello spazio, l'evoluzione di questi giganteschi cristalli, alimentati da acque termali profonde che contemporaneamente non solo allargavano le cavità destinate ad ospitarli, ma vi deponevano anche altri minerali rari.

Abbiamo appena cominciato ad esplorare un territorio del tutto sconosciuto, in cui le condizioni climatiche estreme (quasi 50°C e 100% di umidità) garantiscono una morte rapida a chi vi ci si addentri senza le dovute precauzioni, precauzioni che comunque devono essere prese anche e soprattutto per mantenere assolutamente integro questo incredibile microcosmo.

Per questi motivi La Venta ha deciso di coinvolgere in questo progetto, già dai suoi stadi iniziali, un team internazionale di ricercatori, esperti non solo in carsologia ma anche in climatologia, mineralogia, biologia, conservazione ambientale....

Sono convinto che tra tre anni, tanto durerà l'esplorazione e la ricerca, le nostre conoscenze saranno aumentate di molto, ma questo non sarà la cosa più importante se avremo assicurato ai cristalli di Naica l'integrità e la salvaguardia che meritano.

Nuovi progetti importanti, quindi, da mandare avanti negli anni a venire con rinnovato entusiasmo. Ed è proprio con grande entusiasmo che Tono De Vivo ha recentemente assunto la presidenza della nostra Associazione, rilevando dal gravoso incarico Italo Giulivo. Da tutti noi, quindi, un sincero ringraziamento a Italo per il lavoro fatto in questi anni e un grande in bocca al lupo a Tono, a cui tocca l'arduo compito di proseguire lungo il cammino di chi lo ha preceduto.

*ic caves, that might have been partially modified by fluvial erosion, but definitively not real caves.*

*As is often the case, exploration demonstrated just the opposite and, as a consequence, the horizon of karstification widened all of a sudden. In order to justify the presence of complex caves, that should not have existed, new genetic mechanisms, based essentially on condensation, have been elaborated... now, everybody agrees that the Tepuis must be rightly included amongst the most interesting karst areas in the world.*

*The newly started exploration of the natural cavities within the Naica Mine holds promises for even greater discoveries, which could be of greater importance still. They could transcend the limited karst-speleological field, dealing with much more fundamental questions such as the beginning of life on this planet.*

*At any rate, defining the evolution of these huge crystals, time- and space-wise, is a remarkable challenge from a karst point of view. Crystals that were fed by deep thermal waters, which, at the same time, not only widened their hosting cavities but also deposited other rare minerals.*

*We have just started to explore a completely unknown territory, whose extreme climatic conditions (almost 50°C with 100% humidity) insure a quick death to those who were to enter it without the appropriate precautions. Precautions that must also and foremost be taken to preserve such incredible microcosmos in its absolute wholeness. For these reasons La Venta decided to include in the project, since its very beginning, an international team of researchers, specializing not only in karstification but also in climatology, mineralogy, biology, environmental conservation...*

*I am convinced that in three years, the planned duration of the exploration and research, we will have greatly increased our knowledge; this, however, will not be the most important thing if we will not have granted to the Naica crystals the preservation they deserve.*

*New projects, indeed, to be carried on with a great enthusiasm over the years to come. It is with a great enthusiasm that Tono De Vivo recently assumed the role of President of our Association, following Italo Giulivo. Thus, we all thank Italo for the hard work he has done in the recent past and we wish good luck to Tono, who has the difficult task to follow the path traced by his predecessor.*



*Elicottero in volo su un corso d'acqua della Gran Sabana, Venezuela / Helicopter flying on a river in the Gran Sabana, Venezuela*

# SOMMARIO

## SUMMARY

3

LA VENTA

ESPLORAZIONI GEOGRAFICHE

- 1** Editoriale / *Editorial*
- 4** Notizie - *News*
- 6** Grotte senza tempo / *Timeless Caves*  
Leonardo Piccini
- 14** Grotte di carta - Anna e la grotta del fantasma / *Paper Caves - Ann and the Cave of the Ghost*  
Antonio De Vivo
- 16** La Più... / *The Most...*  
Giovanni Badino
- 24** Esploratori - I pundit / *Explorers - The Pundits*  
Davide Domenici
- 26** Naica, astronauti sottoterra / *Naica, Underground Astronauts*  
Tullio Bernabei
- 32** Medicina - La vendetta di Montezuma / *Medicine - Montezuma's Revenge*  
Giuseppe Giovine

## JUQUILA 2006

Diciotto soci La Venta, tre dei quali messicani, quindici giorni di spostamenti e ricerche serrate, lunghe ore di trattative con i locali, decine di ore in auto lungo le strade sterate di Oaxaca con dislivelli di chilometri; sicuramente una delle spedizioni più anomale dell'associazione La Venta, organizzata sulle ceneri della sfumata Myanmar 2006 e per alcuni piacevolmente "naufregata" sulle spiagge messicane di Puerto Angel, sull'oceano Pacifico.

Nonostante i molti sforzi profusi, infatti, la progettata spedizione Myanmar 2006 si arenava di fronte alla mancanza di una ragionevole certezza di ottenere in tempo i permessi; ma con l'ormai collaudata creatività geografica dell'ultima ora, si decideva di cambiare rotta puntando l'ago verso occidente in direzione Messico, Stato di Oaxaca. In fondo si trattava solo di sostituire qualcosa nello zaino e partire per la nostra quarta spedizione in quest'area.

Per la verità alcuni di noi erano già da qualche giorno in territorio messicano e precisamente in Chihuahua per un sopralluogo nella Grotta dei Cristalli di Naica; una volta terminato il sopralluogo, si trattava solo di organizzare un programma di spedizione concordando tempi, logistica e permessi direttamente sul posto con le autorità del municipio di Tepelmeme.

Purtroppo, al nostro arrivo, un'altra sorpresa ci attendeva, infida e ben nascosta: per improvvise controversie interite alla *junta municipal* di Tepelmeme, l'accordo già stabilito nei giorni precedenti veniva annullato, e questo ci costringeva a cambiare ancora programma, spostando le nostre attenzioni sul territorio del municipio di S. Maria Ixcatlán. Qui, dopo un primo momento di diffidenza e non pochi fraintendimenti, riuscivamo a ottenere un permesso che ci consentiva di esplorare, con l'appoggio di alcune guide locali, le zone in quota più interessanti. Alcuni di noi facevano base a S. Maria per poi da lì esplorare la parte compresa nel territorio di questo municipio; il resto del gruppo, una dozzina di persone, coadiuvate da tre guide fornite di cavalli, installava un campo base a quota 2300 m nell'area Terrero San Antonio. Questo ci permetteva di esplorare in tutta comodità le numerose cavità segnalate e localizzate con un sopralluogo effettuato nelle giornate precedenti.

Questi i risultati: nei dodici giorni di permanenza, sono state visionate una quarantina di cavità, alcune delle quali con ingressi di grandi dimensioni e poste in zone di assorbimento. Alcuni inghiottitoi stagionali molto spettacolari per morfologia sono purtroppo tappati al fondo a causa dei grossi depositi di riempimento (carso coperto). Le massime profondità raggiunte non superano i 135 m in una e 70 in un'altra con medie di 50 m; sono state viste e topografate anche delle grosse caverne con resti archeologici e opere di antropizzazione antica. Tutta l'area visionata presenta, inoltre, tracce di insediamenti antichi, in alcuni casi vere e proprie città con rovine di edifici e strutture sparse un po' ovunque. Nulla di eccezionale, dunque. Ma nonostante i molti problemi e grazie alle innumerevoli riunioni con le comunità locali, gli ottimi rapporti instaurati con S. Maria Ixcatlán e con la direzione della Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán ci fanno ben sperare per gli anni futuri; in questa e in altre aree vicine, compresa quella di Tepelmeme, molte grotte ci aspettano ancora...

## JUQUILA 2006

*Eighteen La Venta members, three of them from Mexico, fifteen days of travelling and relentless researches, long hours spent negotiating with the locals, tens of hours driving along the white roads of Oaxaca with huge desnivels. It definitively was one of the most anomalous La Venta expeditions, scrambled together in a hurry after the folding of Myanmar 2006; for some of us, it happily "sank" on the Mexican beaches of Puerto Angel, on the Pacific Ocean.*

*Despite the effort put into it, the planned Myanmar 2006 expedition was run aground by the lack of a reasonable certainty of getting all the necessary visas in due time.*

*However, with well-trained geographical creativity at the 25<sup>th</sup> hour we decided to change course and go westbound, towards Oaxaca State, Mexico. After all, we just had to replace some minor items in our backpacks and take off for our fourth expedition in that area.*

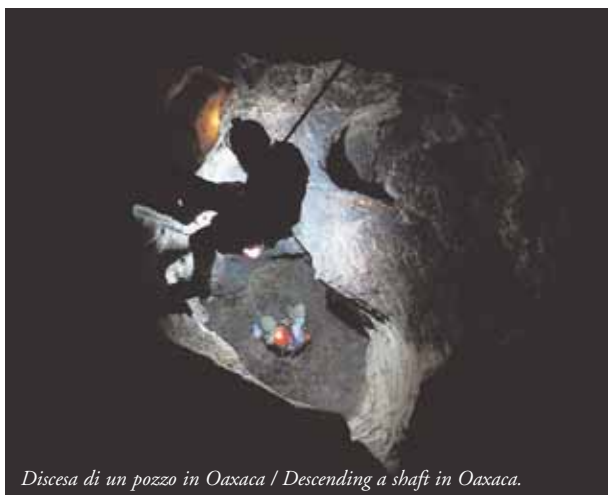
*Truth be told, some of us were already on Mexican soil, in the Chihuahua area, for a survey of the Naica Cave of Crystals. Once done, we just had to organize an expedition program arranging the timing, logistics and permits directly on site with the Authorities of Tepelmeme municipality.*

*Unfortunately, upon arrival we found another surprise waiting for us, treacherous and well hidden. Due to sudden disputes within Tepelmeme's junta municipal (city council), previous agreements had been cancelled.*

*This forced us to once more change our plans, focusing our attention to the territory of the S. Maria Ixcatlán municipality. Here, after an initial wariness and quite a few misunderstandings, we managed to get the permit to explore, with the help of some local guides, the most interesting areas up in the mountains. Some of us were based in S. Maria and from there explored part of the territory comprised within the municipality. The rest of us, about a dozen, with the aid of three mounted guides, set up a base camp at an altitude of 2300 meters in the Terrero San Antonio area. This allowed us to comfortably explore the many caves we had identified with a survey we had carried during the previous days.*

*The results are as follows: during our 12 days stay, we visited forty-some cavities, some of them featuring wide entrances and located in absorption zones. We found some quite spectacular seasonal sinkholes, which unfortunately were blocked at the bottom by large filling deposits (covered karst). The maximum depths we reached were of 135 meters in one case and 70 in another, with an average of 50 meters. We also saw and topographed some large caves with archaeological remains and traces of ancient anthropic activities. Besides, the whole area shows traces of ancient settlements, in some cases full-fledged cities with ruins of buildings and structures scattered just about everywhere.*

*Nothing really special, then, but despite the many problems, and thanks to the countless meetings with local communities, the excellent relationships established with S. Maria Ixcatlán and with the management of the Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán make us optimistic for the coming years. Many caves are still waiting for us in this area and its surroundings, Tepelmeme included...*



*Discesa di un pozzo in Oaxaca / Descending a shaft in Oaxaca.*

## MYANMAR 2006

Il giorno 20 gennaio 2006 un ristretto numero di componenti dell'associazione La Venta ha raggiunto Kengtung, una roccaforte strategica del governo del Myanmar, al centro del Triangolo d'Oro, importante per la sua posizione geografica che vede a poca distanza tre diversi paesi, la Cina, la Thailandia e il Laos. L'area di confine di questi quattro stati ospita una particolare etnia oggetto della nostra ricerca, gli Akha. Inconfondibile, colorato e luccicante il copricapo delle donne Akha le rende uniche. Composti da nove pezzi di stoffa, da loro tessuta e cucita, i cappelli vengono abbelliti con perline colorate, semisfere e palle di metallo, ma soprattutto sono arricchiti con monete d'argento fuori corso. Chi ha più disponibilità utilizza rupie d'argento del periodo 1880-1930 con valore di 3200 kyat, circa 3 dollari l'una, oppure monete del periodo coloniale francese o monete risalenti alla vecchia Compagnia delle Indie. La ricchezza della famiglia è quindi concentrata sul copricapo e viene utilizzata in caso di necessità per acquisti o eventi importanti. Di villaggio in villaggio abbiamo condiviso particolari momenti della quotidianità degli Akha che ci hanno voluto partecipi in matrimoni, ordinaria vita di villaggio, funerali oppure ospiti di capi villaggio e sciamani. Il viaggio tra l'etnia si è concluso nel Laos a Muang Sing, dove invitati dal Prof. Bamonte, docente di Religioni dei Popoli Primitivi presso la Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università di Roma "La Sapienza", abbiamo fornito la nostra consulenza per il progetto di recupero di un museo istituito per ospitare, conservare e valorizzare la storia degli Akha, con l'intento di fornire alla comunità locale uno strumento di conoscenza e consapevolezza per preservare la loro cultura millenaria.

## MYANMAR 2006

*On January the 20<sup>th</sup>, 2006, a handful of La Venta members reached Kengtung, a strategic stronghold of the Myanmar Government, in the middle of the important Golden Triangle, positioned at a short distance from three different countries: China, Thailand and Laos. The border area of these four nations is the home of a particular ethnic group which is the subject of our research: the Akha. Unmistakable, colourful and shining, the headwear of Akha women makes them unique. Comprised of nine pieces of fabric they weave and sew by themselves, the hats are then decorated with colourful beads, half-spheres, metal balls and, above all, silver coins that are no longer in circulation. The wealthiest ones use silver rupees from the 1880-1930 period, which are worth 3200 kyat—approximately three dollars—each, or coins from the French colonial period, or maybe coins dating back to the days of the old British East India Company. Family's wealth is therefore concentrated in the hat and, if needed, is used to make purchases or for important events. From one village to the next, we shared particular moments of the Akha's everyday life; they wanted us to participate in weddings, funerals, daily village chores; we also were guests of village chiefs and shamans. Our journey amongst them ended in Muang Sing (Laos), where, following an invitation by Professor Bamonte, who teaches "Religions of Primitive Populations" at the University La Sapienza in Rome, we provided our advice for the renovation of a museum aimed at preserving and turning to better account the history of the Akha. The idea is to provide the local community with a tool to preserve the knowledge and awareness of their millenary culture.*



Donne akha / Akha Women

# Grotte senza tempo



## Leonardo Piccini

### *Timeless Caves*

Al confine tra Venezuela, Brasile e Guayana si trova una delle zone più straordinarie del nostro pianeta: è la Gran Sabana. Il paesaggio, unico al mondo, è caratterizzato da montagne di forma tozza, che prendono il nome di tepui, con ampi pianori sommitali delimitati da pareti rocciose alte anche più di 1000 metri, che si ergono improvvisamente dalla foresta pluviale. La zona è contraddistinta da un clima particolarmente umido. L'acqua scorre ovunque. Cade dalle montagne, con altissime cascate, tra cui il famoso Salto Angel, la cascata perenne più alta al mondo. Fluisce nelle pianure in un intricato di canali e fiumi, le cui acque hanno un colore caratteristico, simile al tè, dovuto alla presenza di sostanze organiche. La singolarità di questi luoghi è dovuta soprattutto alla loro storia geologica, iniziata oltre tre miliardi di anni fa, quando il nostro pianeta era ancora giovane. Questa regione, infatti, fa parte di quello che i geologi chiamano "Scudo della Guayana", una delle porzioni più antiche di tutta la crosta terrestre. Le montagne sono formate da sabbie silicee cementate (le quarziti) deposte circa due miliardi di anni fa, quando America meridionale ed Africa erano riunite in un unico

*At the border between Venezuela, Brazil and Guyana sits Gran Sabana, one of the most extraordinary areas of our planet. Its unique landscape is characterised by the presence of squat mountains, scattered amongst the rainforest. Named tepui, their tops feature wide plateaux surrounded by rocky walls more than 1000 metres high. The whole area is characterised by a particularly humid climate. Water flows everywhere. It falls from the mountains, with very high cascades, amongst which is the Salto Angel (Angel Falls), the tallest waterfall in the world. It flows in the plains, in a mesh of rivers and canals, whose waters have a distinct tea-like colour, due to the presence of organic matter. The peculiarity of these places is mostly due to their geological history, which started more than 3 billion years ago, when our planet was still in its infancy. The area belongs to what geologists call the "Guyana Shield", one of the oldest parts of Earth's crust. The mountains are made of cemented silica sands (quartzite), deposited more than two billion years ago, when South America and Africa were still joined in a single, large continent. The area remained stable for the longest*

grande continente. Tutta la zona è rimasta per un tempo lunghissimo stabile, al centro di questo supercontinente, sino a che, circa 150 milioni di anni fa, Africa e America meridionale iniziarono a separarsi, a causa di quel fenomeno noto come "deriva dei continenti". Ciò provocò cambiamenti sostanziali nella geografia di quei luoghi e la comparsa di fiumi che prima non esistevano.

È in questo periodo che si sono formati i bacini del Rio delle Amazzoni e dell'Orinoco, i cui affluenti iniziarono a incidere profondamente le antiche e durissime quartziti della Gran Sabana. I canyon che si sono formati, ampliandosi, hanno col tempo isolato le singolari montagne che oggi chiamiamo tepui.

La loro particolare forma è determinata dalla costituzione geologica, caratterizzata da strati rocciosi orizzontali, e dal fatto che l'erosione provoca un arretramento parallelo delle scarpate, riducendo progressivamente l'estensione delle montagne, ma lasciandone sostanzialmente invariata la quota ed il profilo. L'erosione non ha agito però solo in superficie, ma ha scavato anche in profondità, formando voragini profondissime e vere e proprie grotte, in cui cade una parte delle acque che scorrono sui pianori sommitali e che poi riemerge in spettacolari risorgenti ai piedi delle pareti o più in alto, in forma di cascate.

Si tratta, come è facile intuire di grotte molto particolari, fosse solo per il fatto di essere scavate in rocce costituite quasi esclusivamente da quarzo, uno dei minerali meno solubili esistenti e quindi apparentemente non idoneo allo sviluppo di cavità sotterranee.

Salvo casi particolari, come quelli delle grotte di origine vulcanica che si formano in seguito allo svuotamento dei condotti di flusso delle lave, quelle nei ghiacciai, dovute a processi di fusione, e quelle di origine meccanica, legate a crolli o a movimenti di blocchi rocciosi, la maggior parte delle cavità sotterranee si forma, infatti, in seguito a processi di dissoluzione delle rocce in acqua.

Perché si formino cavità di grandi dimensioni occorre che i normali processi di erosione che agiscono in superficie, ad opera delle acque di ruscellamento, abbiano un effetto attenuato, lasciando tempo ai processi di dissoluzione sotterranea di ampliare i vani che si vanno formando e di costruire una rete di condotti di drenaggio in grado di smaltire efficacemente le acque d'infiltrazione.

Questo può succedere per due motivi: o perché le rocce sono

*time, at the centre of this super-continent, until 150 million years ago. Then, Africa and South America began to separate, due to the continental drift, leading to substantial changes in the geography of those areas and to the appearance of newly-formed rivers.*

*It was at that time that the basins of the Amazon and Orinoco rivers, whose tributaries began to deeply etch the ancient and very hard quartzite of Gran Sabana, were formed. The canyons that originated in this way became wider and wider in time, isolating the peculiar mountains we now call tepuis.*

*Their singular shape was determined by their geological structure, characterised by horizontal rock layers, and by the fact that erosion led to the parallel retreat of escarpments, progressively reducing their extension while leaving both altitude and profile untouched. Erosion, however, did not work just on the surface but went underground too, creating very deep shafts and fully-fledged caves. Part of the waters flowing on the tops of the plateaux fall into such caves and then re-emerge from spectacular resurgences at the foot of the walls, or higher up as cascades.*

*It is easy to see how these are very peculiar caves, if nothing else for being carved into rocks made almost exclusively of quartz. This is one of the least soluble minerals existing in nature, apparently poorly prone to the formation of underground caverns.*

*Exceptions aside, e.g., volcanic caves formed by the emptying of the lava flux conduits, ice caves formed by melting and those mechanically formed by collapse or shifts of rock masses, most underground caves are formed by the dissolving of rocks by water.*

*In order to create wide caverns, the normal erosion processes that take place on the surface due to flowing waters must be attenuated; this way, the underground dissolution processes have the time to widen the forming cavities and to build a network of draining conduits capable of efficiently disposing of the seeping waters.*

*This can happen for two reasons: either because the rocks are easily dissolved, as happens with limestone, dolomites and gypsum, or because morphology and climate favour chemical rather than physical alteration. In order to form caves within poorly soluble rocks, like quartzite, one could easily foresee the need of very peculiar environmental conditions.*

*Time also plays a role in this. If solubility is modest, again, as*



*La tipica sagoma tabulare delle montagne della Gran Sabana / The typical table shape of Gran Sabana's mountains*



Torri e fratture / Towers and fractures

facilmente solubili, come nel caso dei calcari, delle dolomie o dei gessi, o perché l'assetto morfologico e le condizioni climatiche sono tali da favorire i processi di alterazione chimica a scapito di quelli fisici. Perché si possano formare grotte in rocce poco solubili, come le quarziti appunto, occorrono, come è facile immaginare condizioni ambientali molto particolari.

Anche il tempo gioca la sua parte. Se la solubilità è assai modesta, come nel caso delle quarziti, è lecito pensare che per formarvi delle grotte, occorra molto più tempo di quanto sia necessario per formare una grotta equivalente in un calcare.

Viene quindi spontaneo chiedersi: quanto sono antiche le grotte dei Tepui?

#### *Le più antiche grotte del mondo?*

Quando furono scoperte le prime grotte nelle quarziti del M. Roraima, nell'ormai lontano 1974, la notizia ebbe del sensazionale; almeno tra gli speleologi, abituati, come eravamo, a pensare che le grotte potessero formarsi solo nei calcari, o tutt'al più nei gessi, disdegnando tutte le altre rocce. A rendere la cosa ancora più sensazionale, ci fu chi sostenne potesse trattarsi delle più antiche grotte del mondo, vecchie forse di centinaia di milioni di anni.

Anche noi, durante l'esplorazione degli abissi dell'Ayuan Tepui, in Venezuela, fummo contagiati da questa sensazione, forse inconsciamente influenzati dal celebre romanzo di Arthur Conan Doyle, "The Lost World", in cui un gruppo di esploratori scopre su queste inaccessibili montagne un mondo rimasto immutato dal Mesozoico, con tanto di dinosauri e piante ormai estinte.

Ma è proprio necessario invocare tempi lunghissimi per la formazione di queste grotte?

Valutare l'età di una grotta è sempre molto difficile, anche perché, non essendo altro che un insieme di vuoti, non può essere datata direttamente in nessun modo.

Applicando uno dei principi di base della geologia, possiamo dire che l'età di una grotta deve essere compresa tra quella che è l'età della roccia ospite e l'età dei più antichi sedimenti in essa contenuti.

*it is the case with quartzite, it is conceivable that the formation of a cave would take much longer than it would in a limestone.*

*The obvious question, then, is: how old are the Tepui caves?*

#### **The World's most ancient caves?**

*When the first quartzite caves were discovered in Mount Roraima, back in 1974, it was astounding news. Or at least it was for speleologists, who until then were used to thinking that caves could only form within limestone, or at most within gypsum, and disregarded any other kind of rock. Even more impressive was the fact that someone claimed that they could be the oldest caves in the world, possibly hundreds of millions of years old.*

*We too, during our exploration of the abysses of Ayuan Tepui (Venezuela), were infected with such a feeling, possibly influenced by A.C. Doyle's novel "The Lost World" (in which a group of explorers discovered, in these inaccessible mountains, a pristine Mesozoic world complete with dinosaurs and extinct vegetation).*

*But do we really need to envisage such a long time for the formation of these caves?*

*Assessing the age of a cave is always a difficult task because, amongst other things, its being just a set of hollows does not allow any direct dating method.*

*If we apply one of the basic principles of geology, we can say that the age of a cave must be comprised between that of the rock that surrounds it and the age of the oldest sediments present inside it.*

*Other considerations usually allow us to greatly narrow the time span of possible ages. For example, most limestone caves are less than 2-3 million years old, even though they are carved within rocks that usually are tens of hundreds of million years old. This is due to the fact that earlier than 2-3 million years ago the conditions of the rocks could not allow the formation of karst caves.*

*In the case of tepui's quartzite, the rocks are way older, in the range of 2 billion years. Very ancient rocks then, but their age per se does not mean much. One could in fact have quite recent caves inside extremely old rocks. Besides, defining the*



Altre considerazioni ci permettono in genere di restringere di molto l'intervallo di tempo delle possibili età. La maggior parte delle grotte calcaree, ad esempio, benché siano scavate in rocce che in genere hanno da qualche centinaio a qualche decina di milioni di anni, hanno età solitamente inferiore a 2 o 3 milioni di anni; ciò è dovuto al fatto che in precedenza le rocce non si trovavano in condizioni tali da permettere lo sviluppo di cavità carsiche.

Nel caso delle quarziti dei tepui, l'età delle rocce è enormemente maggiore, dell'ordine dei 2 miliardi di anni. Sono quindi rocce antichissime, ma l'età della roccia, di per sé, non dice molto. Posso infatti avere grotte molto recenti in rocce antichissime. La definizione di "età di una grotta" è poi tutt'altro che banale, come scritto altrove, in questa stessa rivista.

Ma torniamo alle nostre grotte dei tepui. In primo luogo si tratta di capire quando hanno avuto inizio i processi che hanno portato alla formazione delle grotte nelle quarziti.

Fenomeni di dissoluzione sono possibili già durante la formazione di una roccia, anzi, essi rappresentano uno dei fenomeni più importanti della diagenesi, cioè di quell'insieme di processi che portano un sedimento sciolto, come una sabbia, a diventare una roccia coerente, cioè un'arenaria.

Perché, però, questi fenomeni portino alla formazione di veri sistemi di grotte, e non solo di cavità isolate, occorre che l'acqua possa circolare nella roccia sotto l'azione della gravità. Questo ci porta a concludere che le grotte dei tepui devono essere più giovani delle valli circostanti in fondo alle quali scorrono i fiumi in cui si riversano le acque catturate dai sistemi sotterranei. In altre parole, le grotte possono essersi formate solo a quote superiori a quelle del fondovalle e quindi successivamente all'incisione dei fiumi.

Abbiamo già detto che sino a circa 150 milioni di anni fa, Africa e America del Sud erano unite e l'idrografia era probabilmente molto diversa. Sebbene alcune porzioni dei bacini dell'Orinoco e del Rio delle Amazzoni potrebbero aver già avuto una disposizione simile a quella odierna, è assai difficile che l'erosione avesse già approfondito, allora, il reticolo

*age of a cave is anything but a trivial question, as described in another article in this issue.*

*But let's get back to our caves in the tepuis. First of all, we have to understand when the processes that formed the caves within the quartzite actually started.*

*Dissolution processes are already possible even during the formation of a certain rock; indeed, they represent one of the most important phenomena of diagenesis, that is, the set of processes that turn sediments, like sand, into a coherent rock, as happens with sandstone.*

*However, in order for these phenomena to form a real network of caves and not just isolated cavities, water must flow freely within the rock following the gravitational pull. All this leads us to the conclusion that tepui caves must be younger than the surrounding valleys, at the bottom of which flow the rivers that collect the waters captured from the underground systems. In other words, caves could be formed only at an altitude higher than that of the valley floor and therefore after the rivers' erosion.*

*As we already mentioned above, 150 million years ago Africa and South America were still joined together and it is likely that the river network was quite different. Even though some parts of the Orinoco and Amazon rivers might have had a layout similar to the present one, it is quite difficult to hypothesize that erosion would have already carved the network down to present levels. Conversely, it is much more likely that the rivers' carving was a consequence of the separation of the two continents, which led to the formation of a coastline in areas that until then were far away from the sea.*

*Several scholars accept this model. Some think that the formation of the valleys in the upper basin of the Orinoco River happened during the lower Cretaceous, that is, starting from 150 million years ago.*

*It is likely that erosion was initially very fast, originating a landscape formed by a large plateau crossed by deep canyons (e.g., similar to what Colorado looks like now). In time, valleys grew wider and the plateaux got smaller. The latter, however, kept their tabular shape thanks to their geological struc-*



*Scendendo nella Sima Aonda / Descending into the Sima Aonda*

sino alle quote attuali. È invece molto più probabile che l'incisione dei fiumi sia stata proprio una conseguenza della separazione tra i due continenti, che portò alla formazione di una linea di costa in zone che prima si trovavano ben distanti dal mare.

Questo modello è accettato da diversi studiosi. Alcuni pensano che la formazione delle valli dell'alto bacino dell'Orinoco sia avvenuta proprio durante il Cretaceo Inferiore, cioè a partire da circa 150 milioni di anni fa. Probabilmente, l'incisione fu dapprima rapida, dando origine ad un paesaggio costituito da un vastissimo altopiano, solcato da profondi canyon, tipo quello odierno del Colorado per intenderci.

Successivamente le valli si ampliarono, i plateau si restrinsero, conservando però la loro forma tabulare, grazie alla loro struttura geologica, caratterizzata dalla presenza di un spesso coltre di dure quarzite al di sopra di rocce a grana più fine e meno resistenti all'erosione.

Le grotte cominciano probabilmente a formarsi in questa fase, lungo i bordi dei rilievi, cioè laddove fenomeni di decompressione delle masse rocciose permettono l'allargamento delle fratture verticali, consentendo all'acqua di penetrare nel sottosuolo e di iniziare lo scavo in profondità.

#### *Le nostre ricerche sull'Auyan-tepui*

Febbraio 1996. Scendiamo dall'elicottero in tre, dopo che questo ha scaricato il suo carico di materiale. Siamo qui per piazzare il primo avamposto su un pianoro nelle propaggini settentrionali dell'Auyan-tepui. Il giorno successivo, con altri voli, arriverà il resto del gruppo e le quasi due tonnellate di materiale che ci accompagnano dall'Italia.

Sono passati esattamente tre anni dalla prima spedizione, quella del 1993, organizzata dalla nostra associazione in collaborazione con la Società Venezuelana di Speleologia e grazie all'appoggio della Società Speleologica Italiana. In quella occasione esplorammo diverse grotte in tre settori diversi, tra cui quella che per diversi anni sarà la più lunga e profonda al mondo in quarzite: la Sima Auyan-Tepui Noroeste, o

*ture, in which a thick layer of hard quartzite sat above rocks with finer grain, less resistant to erosion.*

*It is likely that the caves began to form in this phase, along the edges of the reliefs, where decompression of the rocks allowed the widening of the vertical fractures; this in turn allowed the penetration of water underground and the beginning of in depth erosion.*

#### **Our research in the Auyan-tepui**

*February 1996. Three of us get off the helicopter, after unloading the first instalment of equipment. We are here to set up the first camp on a plateau on the northernmost fringes of Ayuan-tepui. The following day, more flights will bring the rest of the group and the almost two tons of equipment we have brought from Italy.*

*It has been exactly three years since our first expedition in 1993, organised by our Association in collaboration with the Venezuelan Speleological Society and with the support of the Italian Society of Speleology. At that time we explored several caves in three separate sectors, amongst which was the one that for years would be known as the longest (three kilometres) and deepest (370 metres) quartzite cave in the world: Sima Auyan-Tepui Noroeste, a.k.a. Sima del Rio Pintado. This time we decided to concentrate on the zone surrounding the Sima Aonda, the most awesome abyss in the area. Venezuelan speleologists had already descended inside what is part of a wide system of deep caves, still largely unexplored.*

*We have several aims; the main one is to film a 16mm documentary under the guidance of Lorenzo Hendel, an eclectic director.*

*We also want to complete the exploration of other abysses, the Sima Fumifere Acque amongst others, and to map the Ali Primera resurgence at the bottom of Sima Aonda, both of which had already been partially explored during the first expedition. Also, we have planned a series of hydrometric measurements and chemical analyses of the waters, in order to gather a more precise picture of the processes that regulate the formation of these underground systems and, possibly, get*

Sima del Rio Pintado, profonda 370 m e lunga 3 km. Questa volta decidiamo di concentrarci nella zona della Sima Aonda, la più impressionante voragine di tutta l'area, già discesa dagli speleologi venezuelani, e parte di un vasto sistema di profonde grotte, ancora in gran parte da esplorare.

Gli scopi sono molteplici. Il principale è quello di girare un documentario in 16 mm, sotto la guida dell'eccentrico regista Lorenzo Hendel.

Vogliamo però anche finire l'esplorazione di altri abissi, tra cui la Sima Fummifere Acque, e eseguire il rilievo della risorgenza Ali Primera, al fondo della Sima Aonda, entrambe già parzialmente esplorate durante la spedizione precedente. Inoltre abbiamo in programma misure idrometriche e analisi chimiche delle acque, per avere un quadro più preciso dei processi che regolano la formazione di questi sistemi sotterranei e, magari, farsi un'idea della loro velocità di sviluppo. Saranno giorni di attività frenetica, con squadre al lavoro giorno e notte, intente ad armare grandi pozzi, rilevare, esplorare, trasportare materiale, girare filmati, fare osservazioni geologiche ed analisi chimiche. Riusciamo anche a scendere un nuovo abisso, la Sima del Bloque, il cui nome deriva dalla presenza di un enorme blocco di roccia, che sembra un'astronave aliena, che sovrasta il pozzo d'ingresso. Scesi 300 m di pozzi, con le pareti di roccia a tratti inconsistenti, raggiungiamo il collettore che scorre nelle ampie gallerie della Resurgencia Ali Primera.

È in questa grotta che ci rendiamo conto di quanto la roccia possa alterarsi in profondità. In superficie la quarzite si presenta sempre durissima e mette a dura prova le punte dei nostri trapani a motore, qualche decina di metri al di sotto, invece, in zone perennemente umide, diventa inconsistente, tanto che i chiodi ad espansione non riescono a fare presa ed è possibile estrarli con le mani dopo solo poche discese. Questo fenomeno, che i ricercatori venezuelani hanno già descritto e chiamato "arenizzazione", è dovuto alla dissoluzione del cemento siliceo, che isola i granuli di sabbia, ren-

*an idea of the speed of their development. They will be days of frantic activity, teams at work night and day, busy tackling large pits, mapping, exploring, transporting materials, filming, carrying out geological observations and chemical analyses. We also manage to descend into a new abyss, the Sima del Bloque, whose name derives from the presence of a huge rock boulder, resembling an alien spaceship, towering over the entrance shaft.*

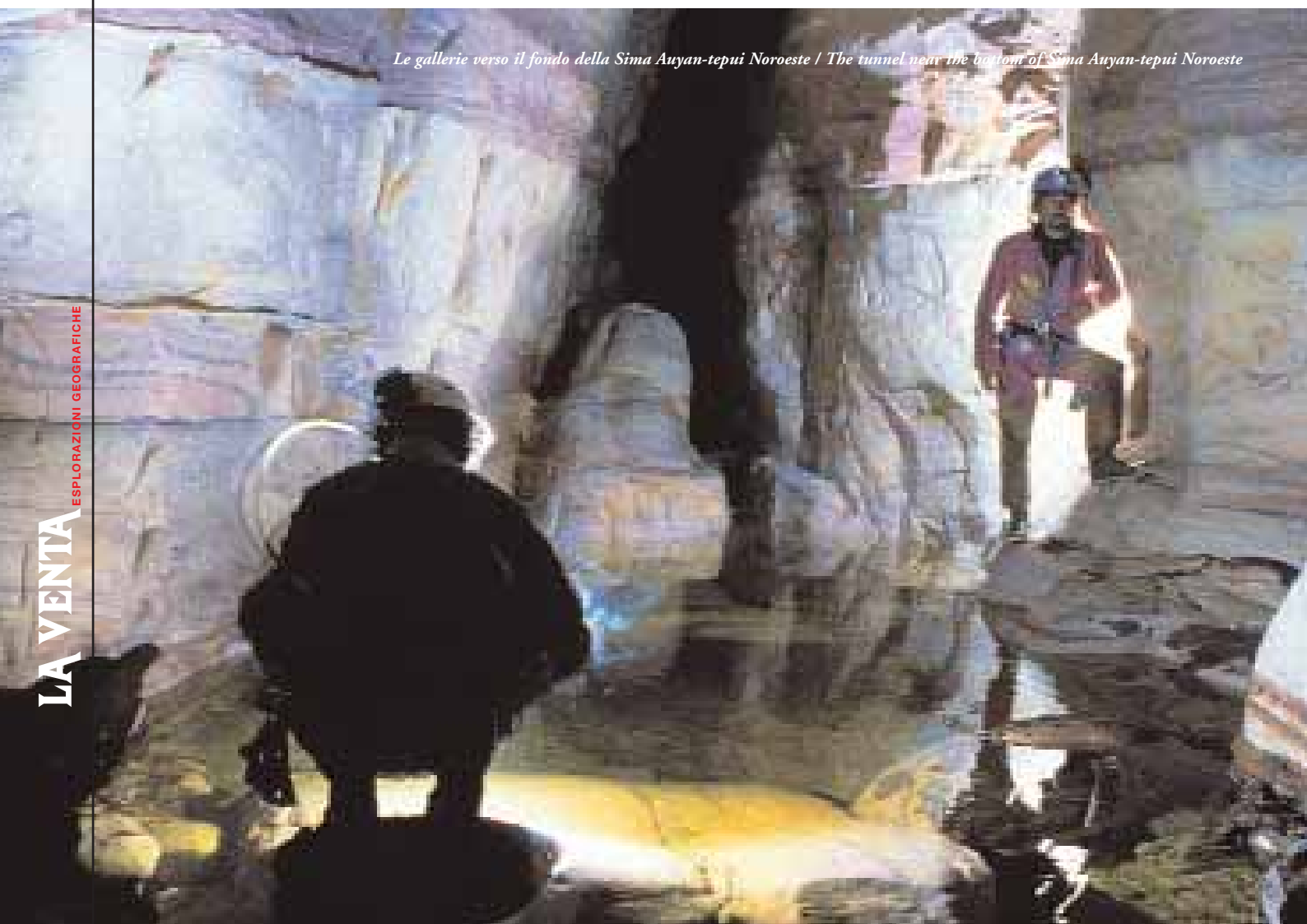
*After descending 300 metres in shafts, the rock walls being quite brittle at times, we reach the collector that flows inside the wide galleries of the Resurgencia Ali Primera. It is inside this cave that we realise how much the rock can be altered in the depths. At ground level, quartzite is extremely hard and challenges the tips of our motor drills. A few metres underneath, on the other hand, in areas constantly humid, the rock becomes crumbly; so much so that our expanding pitons cannot grip and it is possible to get them out with bare hands just after a few descents. This phenomenon, which the Venezuelan researchers have termed "arenisation", is due to the dissolution of the silica cement which isolate the sand grains, making the rock friable and easily eroded.*

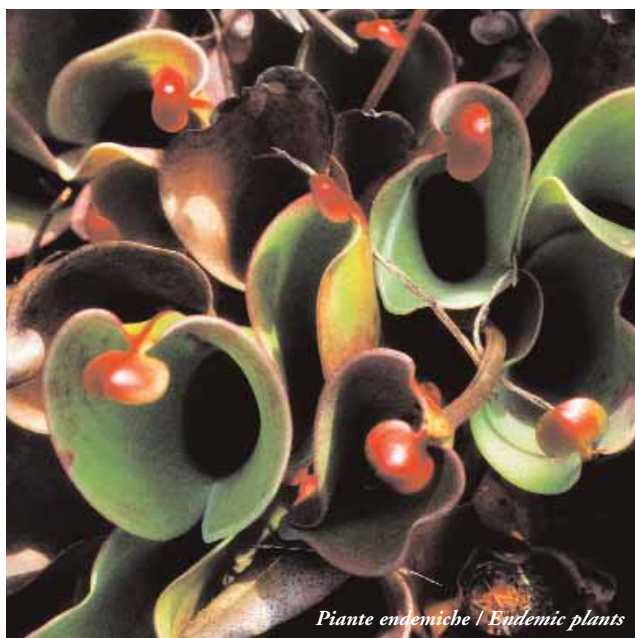
*Confirmation for such observation also comes from the chemical analysis of stream water, both superficial and underground, and of dripping water.*

*In the streams, the water contains very little silica. Water from underground streams and in the resurgence contain a little more. On the other hand, dripping waters, slowly flowing inside small cracks and in thin sheets along the walls, contain much more of it. This means that the rock undergoes chemical alteration in its vertical parts, as dissolution affects only quartzite cement, whereas in the tracts into which underground rivers flow, the widening of the cavities is mostly due to mechanical erosion.*

*So, the formation of these caves is not as slow a phenomenon as we initially thought, as dissolution only acts during its initial phases. Instead, the formation of the large wells proceeds from the bottom up, with successive collapses happening*

*Le gallerie verso il fondo della Sima Auyan-tepui Noroeste / The tunnel near the bottom of Sima Auyan-tepui Noroeste*





Piante endemiche / Endemic plants

dedo la roccia friabile e facilmente erodibile.

Una conferma ci viene anche dalle analisi chimiche effettuate su acque provenienti dai torrenti, sia superficiali, sia sotterranei, e da acque di stillicidio. Nei torrenti le acque hanno un contenuto di silice bassissimo. Di poco più alto è il contenuto di silice nei corsi d'acqua sotterranei e alla risorgente. Decisamente più alto è invece il contenuto di silice nelle acque di stillicidio, che scorrono lentamente nelle piccole fratture e in veli lungo le pareti delle fratture e dei pozzi. Questo significa che la roccia subisce un processo di alterazione chimica nei tratti verticali, grazie alla dissoluzione che agisce solo sul cemento della quarzite, mentre nei tratti percorsi dai fiumi sotterranei l'ampliamento delle cavità è soprattutto per erosione meccanica.

Il fenomeno di formazione di queste grotte, dunque, non è poi così lento come pensavamo, poiché la dissoluzione agisce solo nelle fasi iniziali di sviluppo delle grotte. La formazione dei grandi pozzi procede invece dal basso verso l'alto, per crolli successivi, in corrispondenza di fratture allargate dalle acque che s'infiltrano dalla superficie.

Le gallerie a sviluppo orizzontale sembrano invece il prodotto di fenomeni di erosione meccanica, lungo orizzonti caratterizzati dalla presenza di interstrati a grana più fine e di minerali argillosi.

I risultati delle analisi chimiche ci permettono anche di fare un calcolo approssimativo dell'età di queste grotte. Questo è possibile facendo una stima del volume dell'intero sistema della Sima Aonda, che comprende diverse voragini allineate lungo il percorso del fiume sotterraneo, e ammettendo che sia sufficiente una dissoluzione parziale, pari al 10-15 % della roccia, perché questa si disgreghi e diventi facilmente erodibile.

Con gli attuali tenori di silice disciolta nelle acque alla risorgente e facendo una stima di quella che deve essere la quantità d'acqua che in media transita per queste grotte, risulta che sono necessari 10-15 milioni di anni per scavare un tale insieme di grotte. Si tratta di una stima molto approssimativa, poiché non conosciamo con esattezza il volume della grotta, ne sappiamo qual'è il reale contributo dei processi di erosione meccanica. L'ordine di grandezza sembra però ragionevole e compatibile con i tempi di evoluzione dei rilievi, stimati sulla base della ricostruzione della storia evolutiva di questa parte del Sudamerica.

Possiamo dunque dire che queste grotte sono molto vecchie, forse non così antiche come immaginavamo e certamente non tra le più antiche del mondo. Questo non toglie nulla al loro fascino e all'importanza che queste hanno nell'ambito dei fenomeni carsici del nostro pianeta.

È anche evidente che molti aspetti sulla loro origine rimangono ancora da chiarire. Loro, le grotte dei tepui, non hanno fretta.

where the fractures are widened by the waters seeping from the surface.

Horizontal tunnels appear to be the result of mechanical erosion, along layers characterised by the presence of inter-beds with finer grain and clay minerals.

Chemical analysis allows us to estimate the approximate age of these caves. This is made possible by estimating the volume of the whole underground Sima Aonda system, which includes several abysses lined up along the course of the underground river, while assuming that a partial (10-15%) dissolution of the rock is suffice to make the rock friable and hence easily eroded.

With the present amounts of silica dissolved in the water at the resurgence, and estimating the average amount of water that passes through the caves every year, one can calculate that it would take 10 to 15 million years to carve such a network of caves. It is of course a very approximate value, as we know neither the actual volume of the cave nor the actual contribution of mechanical erosion. The order of magnitude, however, appears to be reasonable and compatible with the evolution times of the mountains, as determined by the reconstruction of the evolutionary history of this area of South America.

We can therefore say that these caves are very old, maybe not as old as we thought and certainly not amongst the oldest in the world. This does not take anything away from their appeal and to their relevance in the field of world karst phenomena. It is also obvious that there are many more things about their origin that need to be clarified. They, the Tepui's caves, are not in any hurry.



Sima Auyan-tepui Noroeste

ANTONIO DE VIVO

## ANNA E LA GROTTA DEL FANTASMA

Tutti gli appassionati di fumetti sanno bene quanto spazio le grotte e il mondo sotterraneo in generale abbiano sempre occupato nelle storie disegnate di tanti personaggi di ieri e di oggi. Spesso le cavità sono un "incidente di percorso", un incontro occasionale tra i protagonisti e l'ambiente. A volte invece riempiono ampi spazi nell'ambientazione di base di un'intera storia. Molto meno frequenti sono invece i casi in cui la grotta, gli speleologi e la speleologia sono i veri attori della vicenda. È quel che accade in "Anna e la grotta del fantasma" (*La piège du Diable*), storia pubblicata sui nn. 11/25 del Corriere dei Piccoli nel 1968. La storica testata per ragazzi del Corriere della Sera ebbe il grande pregio di lanciare e far conoscere in Italia autori e disegnatori che sarebbero divenuti degli autentici miti del fumetto mondiale. Sebbene i loro nomi non appaiano sulla testata, la storia in questione fu scritta da Michel Regnier e disegnata da Paul Cuvelier.

Michel Regnier, in arte Greg dal 1958, nasce a Bruxelles nel 1932. Oltre che come autore di soggetti di fumetti, lavora per il cinema e la televisione, opera come illustratore e scrive romanzi. Autore estremamente fecondo e versatile, crea, tra le tante, le serie *Achille Talon*, *Bruno Brazil*, *Colby*, *Comanche*, *Luc Orient*, *Bernard Prince*, per disegnatori del calibro di Hermann, Paape, Vance e lo stesso Cuvelier. Direttore per molti anni della rivista *Tintin*, dal 1975 diviene direttore letterario delle edizioni Dargaud.

Paul Cuvelier nasce a Lens (Mons) nel 1923. Artista di grandissimo talento, disegna sin da bambino, dappertutto, prediligendo le immagini di natura, i paesaggi, gli animali. Nel 1945 incontra Hergé, il celebre autore di *Tintin*, e inizia a disegnare la lunga e originale saga di *Corentin Feldeoë*. Desideroso di ampliare il suo campo artistico, si dedica negli anni alla pittura, alla scultura, all'incisione. Nel 1968 crea con Van Hamme, oggi famoso come autore di *Thorgal*, *XIII* e *Largo Winch*, il fumetto *Epoxy*, un raffinato mélange di fantastico, erotismo e mitologia. Paul Cuvelier muore nel 1978.

*Anna* è certamente un personaggio secondario nella carriera dei due autori: i loro nomi non compaiono sul Corriere dei Piccoli, e anche internet ha faticato a fornirmi le informazioni che cercavo.

La grotta del fantasma è una cavità da cui i valligiani si tengono lontani, dato che gira la voce che ne escano lugubri lamenti. Anna, una adolescente figlia di un chirurgo, vive in una villa non lontana dalla grotta. La curiosità la porta all'ingresso, ma i lamenti che ne escono sono una richiesta d'aiuto di due speleologi, avventuratisi per un'esplorazione senza adeguata attrezzatura. Dal vicino campo speleo giungono in soccorso i compagni, guidati, in modo autorevole e un po' speleo-sovietico, dal giovane Terry. Anna, provetta infermiera, soccorre egregiamente gli infortunati, con i quali raggiunge il campo speleo. Non mancano, sin dall'inizio, frasi illuminanti sui dubbi dell'uomo comune (il dottore giunto al campo che chiede a Terry "Chissà perché andate sempre a cacciarvi in quelle grotte... Mah, la gioventù!") e sulle motivazioni che spingono gli speleologi (Anna che dice alla zia "La speleologia è un'avventura affascinante, sai?"). Il battesimo di Anna in grotta è eroico.

Un terribile temporale squassa il cielo notturno e costringe un aereo di linea a un atterraggio d'emergenza, giusto in una valle chiusa a monte della grotta. Si iniziano a organizzare i soccorsi, ma gli elicotteri non possono volare e il tempo è tiranno. In attesa dei soccorsi via aria, Terry e i suoi compagni decidono di tentare un soccorso per via

## ANN AND THE CAVE OF THE GHOST

*All comics fans know very well how much space caves and underground worlds occupied in the stories drawn of many a character, contemporary and old as well. Caves are often an 'accident', an occasional encounter between the characters and the environment. Some other times, though, they constitute a large amount of an entire story's setting. Much more rarely, the cave, the speleologists and speleology are the true protagonists of the plot. This is the case for "Anna and the Cave of the Ghost" (La Piège du Diable), a story published in issues no. 11 to 25 of the Corriere dei Piccoli, in 1968. This historic children's magazine, published by the Corriere della Sera newspaper, holds the merit of having introduced to the Italian public, authors and artists that were going to become nothing less than myths in the world of comics. Even though their names did not actually appear on the masthead, the story we will be talking about was written by Michel Regnier and drawn by Paul Cuvelier.*

*Michel Regnier, a.k.a Greg since 1958, was born in Bruxelles in 1932. Besides being a comic storywriter he worked for TV and movies, as well as an illustrator and novelist. A prolific and versatile author, he wrote, amongst the many others, the series of Achille Talon, Bruno Brazil, Colby, Comanche, Luc Orient, Bernard Prince, for artists of the like of Hermann, Paape, Vance and Cuvelier himself. For many years he was the director of the Tintin magazine and in 1975 he became the literary executive officer for Dargaud Publishing.*

*Paul Cuvelier was born in Lens (Mons) in 1923. Hugely talented, he started drawing as a child, anywhere, with an inclination to natural images, landscapes, and animals. In 1954 he met Hergé, Tintin's celebrated author, and began to illustrate Corentin Feldeoë's long and original saga. Willing to widen his artistic horizon, in time he dedicated himself to painting, sculpturing, and engraving.*

*In 1968 he and Van Hamme, an author now renown for his Thorgal, XIII and Largo Winch, the comics Epoxy, a refined mix of fantasy, eroticism and mythology. Paul Cuvelier died in 1978.*

*Anna is definitely a secondary character in the careers of the duo: their names did not appear in the Corriere dei Piccoli and the information I was looking for was difficult to find even on the internet.*

*The Cave of the Ghost is a cavity from which the inhabitants of the valley stay clear, as rumor has it that one can hear dismal moans. Anna, the teenager daughter of a surgeon, lives in a villa not far from the cave. Her curiosity takes her to the entrance, but the lamentations that come out are actually the cry for help of two speleologists who wanted to explore the cave without the proper equipment. Fellow speleologists come to the rescue from the nearby speleo camp, authoritatively headed by Terry, a young leader with a soviet-speleo slant. Anna, an excellent nurse, takes superb care of the victims, with whom she reaches the speleo base camp.*

*Right from the start readers find enlightening lines about the doubts of laymen (upon arriving at the camp the doctor asks Terry: "why do you guys keep getting into those caves, anyway... youngsters!") as well as about speleologists' motivations (Anna tells her aunt: "Speleology is a fascinating adventure, you know?"). Anna's cave christening is heroic. A terrible storm wrecks the night sky and forces an airliner into an emergency landing, right into a blind valley upstream of the cave. Rescuers begin to gather, but helicopters cannot take off and time is running out. While waiting for airborne help, Terry and his companions decide to*





Anna e la grotta del fantasma / Ann and the Cave of the Ghost (Corriere dei Piccoli n. 23, 1968)

ipogea, percorrendo la cavità lungo il ramo attivo, da valle verso monte, con la speranza, ma senza la certezza, di sbucare nella valle cieca. Non avendo a disposizione un medico in grado di accompagnarli, propongono ad Anna di seguirli nell'eroica avventura. Il seguito è una puntuale descrizione degli ambienti sotterranei: pozzi scesi su scalette, scivolose gallerie, saloni fossili ricchi di concrezioni, fino al ramo attivo, gonfio d'acqua per le violente precipitazioni, e al faticoso sifone, rigorosamente superato in apnea. Lungo il percorso gli speleologi scoprono anche l'origine del terrificante lamento che esce dalla grotta. Con una brillante lezione di meteorologia ipogea si scopre infatti che si tratta della forte corrente d'aria che percorre la cavità. Stranamente, la corrente in questione proviene proprio dal sifone, ma nulla ci impedisce di pensare a qualche angusta strettoia che by-passi il tratto allagato...

Terry ed Anna riescono a uscire dall'inghiottitoio e a raggiungere il velivolo semidistrutto nell'impatto col suolo: Anna cura i feriti e, grazie alle sue conoscenze di geologia, Terry riesce anche a evitare una seconda tragedia, facendo spostare in tempo feriti e supersiti illesi da una frana incombente. Resta ferito solo lui, ma il padre di Anna, giunto nel frattempo con i soccorsi, lo salva con un miracoloso intervento chirurgico in una sala operatoria improvvisata.

Gli speleologi non usano carburo e resistono stoicamente alle gelide acque del sifone, ma la matita di Cuvelier e i testi di Regnier mostrano ambienti ipogei reali. Un po' di esperienza nel campo della speleologia e delle grotte i due autori dovevano certamente averla. Sarebbe bello sapere a chi e a che cosa si sono ispirati. Certo, gli anni '60 furono "anni ruggenti" per la speleologia: grandi esplorazioni, nuovi materiali che aprono la strada alla tecnica su sola corda, tragici incidenti e nascita dei soccorsi speleologici in vari paesi europei, esperimenti di lunghe permanenze solitarie in grotta.

Nel 1968 avevo nove anni, e rileggendo la storia a distanza di quasi 40 comincio a pensare che qualche influsso sulla mia futura passione deve averlo certamente avuto.

*attempt a rescue plan through the underground, going upstream into the active branch of the cave in the hope (with no certainty) of coming out in the valley. Not having a doctor capable of going with them they ask Anna to join them in their heroic adventure. What follows is an accurate description of underground environments: down into wells with rope ladders, through slippery tunnels and fossil halls filled with concretions, all the way to the active branch, swelling with water because of the intense rain. And at the end, the fateful sump, passed strictly with breath-held diving. Along the way, speleologists also discover the reason for the terrible moaning coming out of the cave.*

*Indeed, a brilliant lesson in hypogean meteorology explains how it originates from the strong air stream passing the cavity. Oddly enough, the stream in question originates right from the sump, but nothing prevents us from assuming that some narrow passage bypasses the flooded tract...*

*Terry and Anna manage to get out of the sink-hole and reach the airplane, partially destroyed by the impact with the ground. Anna treats the wounded, while Terry, thanks to his skills in geology, manages to avert a second tragedy by moving wounded and unscathed survivors away from an incumbent landslide. He is the only one who gets injured, but Anna's father, who meanwhile has reached the area with the rescue team, saves him with a miraculous operation carried out in a makeshift operating room...*

*Speleologists do not use carbide and stoically resist into the freezing waters of the sump, but Cuvelier's pencil and Regnier's script show real underground environments. The two authors must have had some experience in the field of speleology and caves. It would be nice to know who and what was their source of inspiration. Sure enough, the Sixties were "roaring years" for speleology: great explorations, new materials opening the way to the single-rope technique, tragic accidents, the birth of the speleological rescue teams in many European countries, experiments of long, solitary stays underground.*

*In 1968 I was nine years old and reading the story almost 40 years later I'm beginning to think that it must have had some influence on what would later become my passion...*

# La Piùù...

LA VENTA

ESPANSIONI CREATIVE

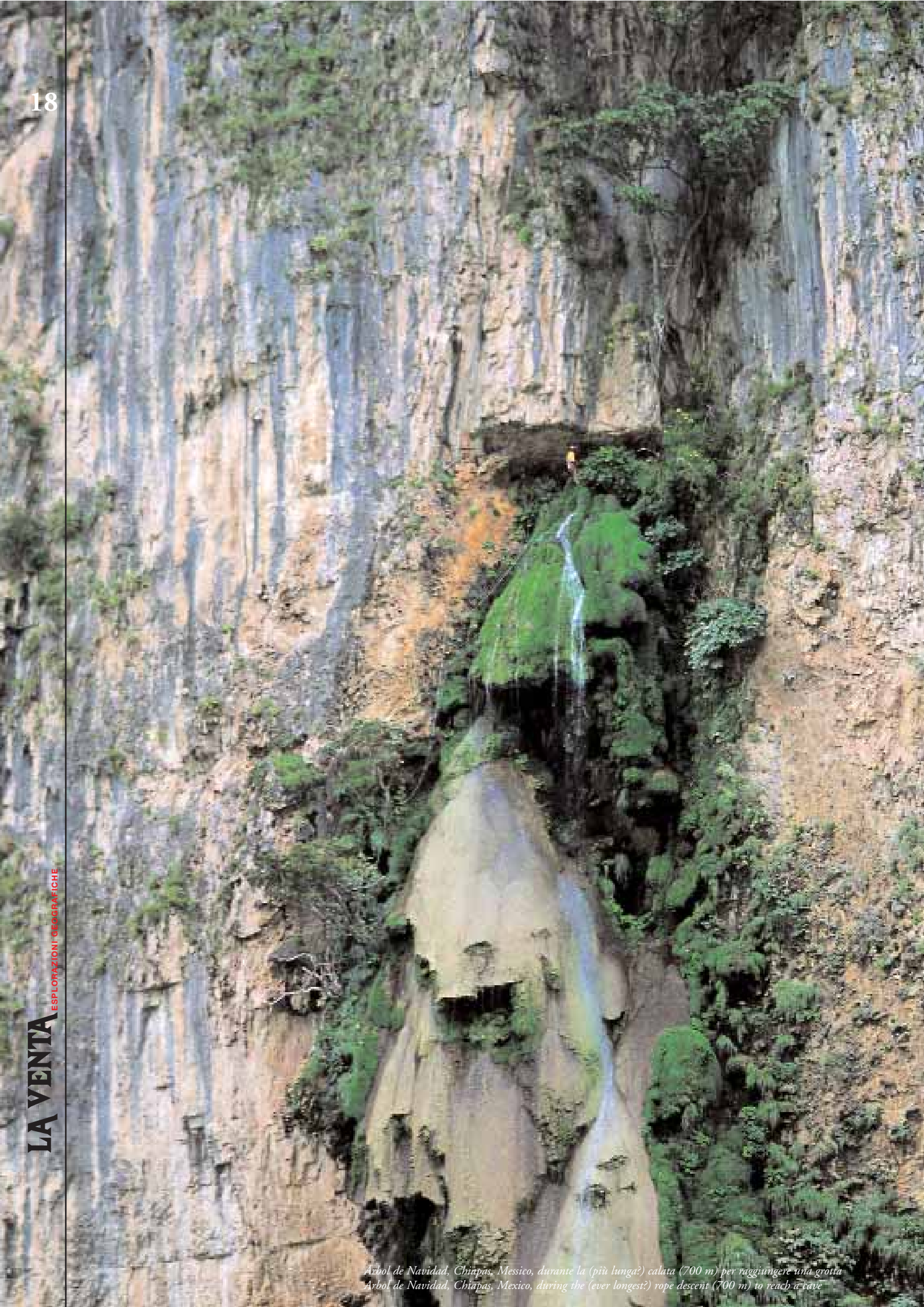
*Campbell II, Antartide, al momento la cavità conosciuta più fredda al mondo  
Campbell II, Antarctica, at the moment the coldest known cave in the world*

## Giovanni Badino

### *The Most...*

Uno degli atti fondativi della nostra associazione fu l'esplorazione di Boy Bulok, che era la Più Profonda Grotta dell'Asia. Seguirono la scoperta di Quella a Quota Più Alta nel Mondo (Ulugh Beg, ancora in Uzbekistan) che era anche Fra Le Più Fredde. Poi esplorammo La Più Profonda del Mondo in Rocce Non Calcaree (Sima del Rio Pintado, in Venezuela) e per un bel po' di tempo rimanemmo convinti che si trattasse anche La Più Antica del Mondo. Fu poi la volta dell'esplorazione di Quella Più a Sud (pozzo senza nome nel ghiacciaio Marconi, Patagonia), il cui primato venne in seguito strappato da innumerevoli grotte dello Hielo Continental e poi d'Antartide, sempre per mano nostra. Personalmente ora mi onoro di aver esplorato Quella che è Attualmente Più a Sud, che è anche Quella Più Fredda (-17°C, Campbell II, Mare di Ross); invece, di Quella Più a Nord non so che dire, non l'abbiamo fatta noi. Eppure, vedremo, sarebbe importante sapere qual'è. Né alla nostra associazione poteva mancare Quella Più Calda (+47°C, Cueva de los Cristales, Messico) e del resto siamo pure andati a cercare tracce della grotta temporanea che si forma nel ghiacciaio Vatna, in Islanda, capace di smaltire 60.000 tonnellate d'acqua al secondo in occasione delle piene che ne fuoriescono, e che dunque è di sicuro La Grotta Più Grande di Tutte.

*One of the founding acts of our Association was the exploration of The Deepest Cave in Asia, Boy Bulok. After that, came the discovery of The Cave at the Highest Altitude in the World (Ulugh Beg, once again in Uzbekistan), which also was Amongst The Coldest Ones. Then we explored The Deepest Non-Karst Cave in the World (Sima del Rio Pintado, Venezuela) and for quite a while we were also convinced that it was also The Oldest Cave in the World. After that, it was the turn of the Southernmost One (no-name well in the Marconi Glacier, in Patagonia), whose record was later easily snatched by countless caves first in the Hielo Continental and then in Antarctica, once again explored by us. Personally, I am honoured to have explored what is presently The Southernmost Cave, which also happens to be The Coldest (-17°C, Campbell II, Ross Sea). On the other hand, I know nothing about The Northernmost One: we were not the ones who explored it. Yet, as we'll see below, it would be important to know which one it is. Our Association could not possibly miss The Hottest One (+47°C, Cueva de los Cristales, Mexico); after all, we also went to look for traces of the temporary cave that forms inside the Vatna Glacier, Iceland, that being able to release 60000 tons of water per second during the floods that come out of it and is definitively The Largest Cave Of All.*



*Arbol de Navidad, Chiapas, Messico, durante la (più lunga?) calata (700 m) per raggiungere una grotta*  
*Arbol de Navidad, Chiapas, Mexico, during the (ever longest?) rope descent (700 m) to reach a cave*

Come vedete si tratta di un elenco lungo e pomposo, sul quale in diverse occasioni abbiamo fatto qualche mugugno e spesso dell'ironia, inevitabile per noi e per qualunque altro "addetto ai lavori" di fronte a tanta lista. Qui voglio mostrare però che queste serie di "La Più..." sono ben Più Importanti di quel che sembra, e che lo sono a due livelli distinti: divulgazione verso l'esterno e percezione delle grotte fra speleologi.

### Divulgazione

Ogni scritto va calibrato sul pubblico cui è destinato. Non esiste una descrizione oggettiva dell'abisso Malga Fossetta, ma tante diverse a seconda che esse vengano destinate a un congresso di speleologia, a un pubblico di speleologi medi, a un pubblico generico, a ragazzini. Chi scrive agli uni come scriverebbe agli altri passa da fesso, perde i lettori e finisce per sprecare il suo tempo.

Bisogna calibrare il testo per quelli che vogliamo che lo leggano, e spesso non è facile.

Le descrizioni più consolidate sono quelle di tipo "scientifico". Esse hanno il pregio di cercare di concentrarsi sull'oggetto descritto, dando il numero maggiore possibile di informazioni, ma perdono completamente tutti i particolari dell'interazione uomo-grotta che sono in realtà la parte essenziale, proprio quella che ci spinge all'attività. Nessuno di noi esplora le grotte per poter dare una descrizione "oggettiva" di una cosa che in genere è irrilevante.

Non solo, le descrizioni scientifiche sono standardizzate e dunque strettamente figlie di mode culturali locali, perché in ogni epoca si ritiene "adeguata" alla pubblicazione una relazione fatta in un certo modo, e questo modo cambia. Per rendersene conto basta guardare la differenza fra le descrizioni delle grotte di qualche decennio fa e quelle attuali, o riflettere sul fatto che di norma sfuggono particolari che stanno fuori dell'orizzonte di chi descrive: correnti d'aria, condensazioni, temperature, incertezze delle misure, relazioni fra interno ed esterno e così via.

Si tratta cioè di relazioni che permettono una pubblicazione, ma che in realtà sono semplici schede di un archivio, però la leggibilità e l'entusiasmo di chi ha speso e rischiato per quelle esplorazioni sono andate perdute.

Secondo me questo non è solo ridicolo e ingiusto: è proprio sbagliato, fa perdere l'oggettività dell'esplorazione. Limitando gli scritti a quelli scientifici o specialistici riduciamo la speleologia ad una menzogna, facendo credere che noi dedichiamo la vita a riempire Catasti che un giorno verranno buttati via in blocco, perché dimenticati o perché superati, come è capitato all'elettronica valvolare.

E perché mai essere così menzogneri? Perché non cercare di comunicare il nostro entusiasmo? Per fingerci scienziati? Ma dàiiii!..

*As you can see, it is a long and pompous list, about which we often grumbled and made jokes; inevitably, I might say, when we, and any other person in the field, look at such an array. My aim here, however, is to show you that this series of "The Most..." is actually more important than it might seem, at two different levels: popularization for the layman and perception amongst speleologists.*

### Popularization

*Every written piece must be calibrated for its audience. There is no objective description of the Malga Fossetta Abyss, there are many different ones: for a speleology conference, for an audience of average speleologists, for the general public or for children. Those who write in the same way to all make fools of themselves, lose their readers and ultimately waste their time.*

*Writing must be calibrated for the readership we wish to reach and such a task is often not an easy one.*

*The most established descriptions are the "scientific" ones. They present the advantage of concentrating on the object itself, providing as many details as possible, but completely missing all the nuances of the man-cave interaction, which are the essential part that prompts us to do what we do. None of us explore a cave in order to provide an "objective" description of something that is generally irrelevant.*

*Besides, scientific descriptions are standardized and therefore are tightly linked to local cultural trends; in each epoch a report has to fulfill certain parameters to be considered suitable for publication and these parameters change with time.*

*To see this, one has just to look at the differences existing between present descriptions of caves and those written some decades ago. Also, one can consider the fact that those who write scientific descriptions usually miss out on details such as air currents, condensations, temperatures, measurements' variability, internal-external correlations and so on.*

*In other words, these are reports that do get published but in reality are simply archive cards in which either the attitude or the enthusiasm of those who spent money and put themselves at risk for those explorations has been lost.*

*In my opinion, this isn't just ridiculous and unfair: it is plain wrong and strips the exploration of its objectivity. By limiting our writings to the scientific or specialized fields we turn speleology into a lie, making people believe that we dedicate our lives to fill inventories that one day will be thrown away en masse, either forgotten or outdated, as happened with vacuum tubes electronics.*

*Why should we lie, anyway? Why not try to pass on our enthusiasm? To pretend we are scientists? Come on...*

*The path followed by many of La Venta members, even before the association was actually founded, was to try to communicate with a wider audience; not the caves per se,*



*La grotta di Ulugh Beg, Uzbekistan, fotografata quando era il sistema carsico più alto del mondo  
Ulugh Beg cave, Uzbekistan, photographed when it was the highest karst system in the world*



Ghiacciaio Vatna, Islanda; qui è passata la più grande onda di piena mai uscita da una grotta  
Vatna glacier, Iceland, host of the biggest flood ever come out of a cave

La via battuta da molti attuali laventini, ancora prima che l'associazione venisse fondata, è stata quella di cercare di comunicare ad un pubblico più vasto non tanto le grotte, quanto le emozioni, i pensieri che esse ci evocavano, attraendoci. Mi onoro di aver scritto un libro proprio su questa linea (*Il Fondo di Piaggia Bella*) e ancora più sono contento del fatto che ora molti grandi esploratori si sono infilati su questo stesso sentiero, prima quasi deserto.

Ma La Venta stessa, come associazione, ha dovuto fare i conti assai in fretta con queste cose dato che si è data lo scopo di comunicare speleologia geografica e vive di questa comunicazione. La sua comunicazione televisiva è inadatta ad un pubblico speleologico e assolutamente fuori luogo per uno scientifico, tanto che spesso la comunicazione scientifica è stata sacrificata sull'altare di quella indirizzata al grande pubblico. D'altra parte quella scientifica, che nell'associazione finalmente c'è ed è in crescita, sarebbe inutilizzabile fuori da un congresso per specialisti.

Da questo derivano sia la forma dei nostri libri, in eterna navigazione fra la Scilla della precisione scientifica e la Cariddi della fascinazione di un pubblico vasto, che l'invenzione della struttura sperimentale di Kur, a doppio livello: rivista per pubblico generico colta affiancata da un allegato tecnico destinato a un pubblico specialistico, Insomma, l'idea che ci deve guidare è che i vari livelli di comunicazione debbano convivere e rispettarsi, interagendo fra loro in modo da trarre spunti da comunicare e precisione di terminologia, senza temere che una frase destinata ad un pubblico determini ripulsa in un altro; questo è un fatto ovvio, un ricercatore che lamentasse imprecisione terminologica (e non errori di contenuti...) in un discorso televisivo si dimostrerebbe ben ingenuo.

#### Percezione

Ben vengano perciò le file di "La Più..." quando sono destinate ad attirare l'attenzione di gente che nulla ne sa; si tratta di standard di comunicazione giornalistica che devono essere disapprovati solo se permangono sino al livello della comunicazione scientifica, dove diventano ridicoli.

*mind you, but the emotions, the thoughts that they evoked and that attracted us. I pride myself in having written a book right along these lines (Il Fondo di Piaggia Bella) and I am even happier now that many great explorers are following the same path, once anything but deserted.*

*As an Association, La Venta had to quickly learn how to deal with these topics, considering that its mission was to communicate geographical speleology and it actually lives out of this communication. Its television communication is unsuited for an audience of speleologists and is completely out of bounds for the scientific community; so much so, that scientific communication has often been sacrificed in the name of divulgation to a general public.*

*On the other hand, scientific communication, which is finally present and growing in the Association, would be useless outside of a specialized conference.*

*This is the origin of both the style of our books, constantly navigating between the Scylla of scientific accuracy and the Charybdis of the appeal provided by a large audience, and the double-layered, experimental layout of Kur: a magazine for an educated, general public that also encloses a technical insert aimed at a specialized audience.*

*In summary, the idea that leads us is that the various levels of communication must coexist, respecting each other while interacting to produce new cues for divulgation and precise terminology, without fearing that a sentence aimed at one particular audience could annoy another one. This is an obvious fact; a researcher who, in a TV presentation, complained about imprecise terminology (not blatant errors in contents) would be rather naïve.*

#### Perception

*Series of "The Most..." are therefore welcome, when they serve the purpose of attracting the attention of people who know nothing about the topic. It's standard journalistic procedure that should be disapproved only if and when they are maintained all the way into scientific communication, where they become ridiculous.*

*All is fine, then, and we set our consciences at ease.*

Va dunque tutto bene, e ci siamo messi l'anima in pace. Ma a me preme fare un passo ulteriore, più difficile: questa ricerca de "La Più..." non è solo un trucco comunicativo e ritengo che serva anche ad ampliare le percezioni degli addetti ai lavori.

Vediamo meglio. Noi siamo rassegnati a una percezione delle grotte (e in generale della realtà circostante) che ci è stata insegnata ad un corso: pozzi, chiodature, profondità, sezioni verticali e così via. Pensiamo che quello sia la descrizione speleologica di una grotta, ci hanno insegnato così e andava benissimo, tutti lo approvavano e quindi di una grotta dobbiamo percepire questo. Per essere speleologi bisogna ricondurre quanto esploriamo a questi schemi percettivi. Ma chi l'ha detto? Chi ha detto, ad esempio, che la profondità di una grotta abbia chissà quale significato oggettivo? È semplicemente la differenza fra la quota massima e quella minima che umani vivi possono teoricamente raggiungere senza uscire all'esterno lungo cammini noti: e se un tratto della grotta ha il soffitto sfondato? E se la percorre un topo?.. Ma quindi la "profondità" non è della grotta, ma del nostro cammino!

Per lo sviluppo spaziale vale lo stesso, è il maggior cammino che puoi fare senza uscire, ma che senso ha? Ancora si tratta di nostri cammini, non di grotte. E cos'è lo "sviluppo" di una galleria tortuosa, che in realtà è uno pseudo-frattale? Quindi anche l'idea de "La Più Lunga" ha un significato dubbio, come pure il Pozzo Più Lungo in Campata Unica, o Quello Interno Più Lungo.

Ci sono volute infinite discussioni dell'Unione Internazionale di Speleologia per dare un minimo di ordine e oggettività a concetti convenzionali come profondità, sviluppo o gli altri sopra elencati. Le convenzioni sono necessarie e periodicamente da rinnovare proprio perché questi termini in realtà hanno ben poco di oggettivo e scadono di continuo, sono solo efficaci mezzi comunicativi che abbiamo imparato ad accettare come importanti e soprattutto "veri" da remoti corsi di speleologia e infinite relazioni. Sono i parametri che dobbiamo dare per essere "accettabili" da altri speleologi.

E gli altri parametri? Sono ignorati, sommersi nell'inabitu-

*But I want to take another step forward, more difficult: this quest for "The Most" isn't just a communication trick and I believe that it also serves the purpose of widening the perceptions of the people in the field.*

*Let's make it clearer. We are resigned to the perception of caves (and more generally of the reality around us) we learned from a course: pits, pitons, depth, vertical sections and so forth. We think that is the speleological description of a cave; this is the way we were taught and this was all well and good. Everybody agreed upon this and that is what we have to perceive. To be speleologists, we have to frame what we explore within these schemes.*

*But who said this, anyway? Who said that the depth of a cave has indeed such an objective meaning? It is simply the difference between the maximum and minimum level that a live human being can theoretically reach without getting outside along known paths. And what if part of the roof opens outside of the cave? What if a mouse, not a man, walks along it?*

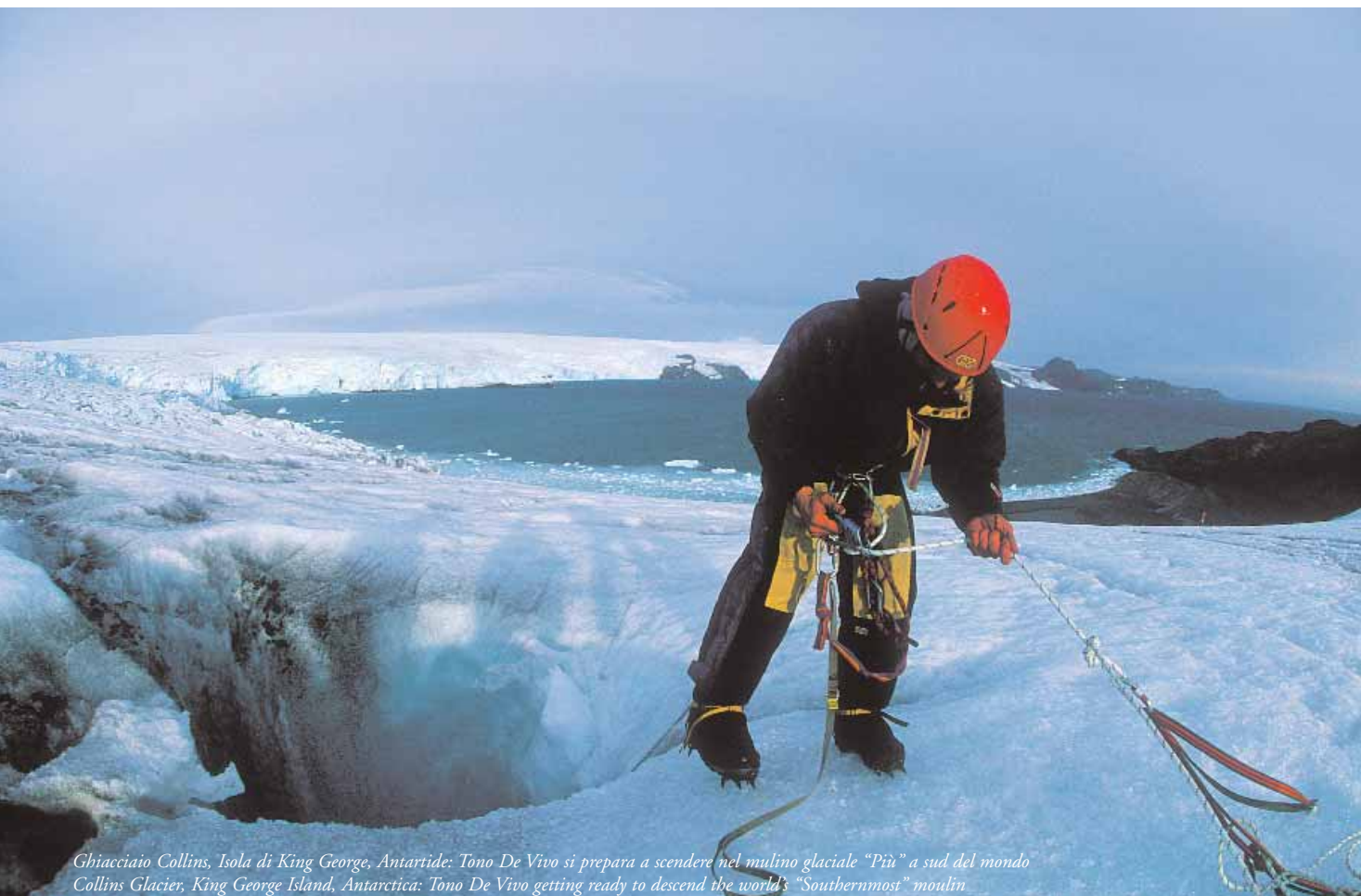
*"Depth" is hence not a feature of the cave, it's a feature of our progression inside it!*

*Same goes for its total length: it is the longest path one can cover without going outside, but what is the point of it? Again, it has to do with our walks, not with the caves. And what is the extent of a winding cave, which in reality is a pseudo-fractal? So, the idea of "The Longest One" has a dubious meaning, just as the "Longest Pit With a Single Drop" or the "Longest Internal One".*

*It took the International Speleology Union endless discussions to put a minimum of order and objectivity to conventional concepts such as depth, extent or the above-listed others.*

*Conventions are a necessity as these terms actually have little objectivity and they continuously expire. They are just effective means of communication that we learned to accept as important and, above all, "true" from speleological courses and endless relations. They are the parameters we have to provide to be "acceptable" by other speleologists.*

*And what about the other parameters? They are ignored, buried by their lack of use, dispensable, irrelevant.*



Ghiacciaio Collins, Isola di King George, Antartide: Tono De Vivo si prepara a scendere nel mulino glaciale "Più" a sud del mondo  
Collins Glacier, King George Island, Antarctica: Tono De Vivo getting ready to descend the world's "Southernmost" moulin

dine. Trascurabili, irrilevanti.

Eccoci finalmente al punto. A mio modo di vedere ogni osservazione che invece tenda ad ampliare il discorso sulle grotte, estraendolo dalla sommersione di sviluppo, profondità, sezione sommaria, pianta mal orientata, descrizione illeggibile e sbilenche osservazioni geologiche, deve essere considerata come un contributo essenziale ad una percezione precisa delle grotte, e quindi ben più importante dell'esplorazione della grotta stessa.

Posso fare un esempio enorme della nostra cecità, il problema della percezione della temperatura delle grotte. A suo tempo ho preso ad interessarmi di cosa la fissi, ma sembrava che a nessuno importasse nulla e che nessuno si fosse mai chiesto perché, che so, in Marguareis le grotte sono fredde e in Sardegna calde. E si che, per chi le percorre, questo è il problema tecnico fondamentale... ma era fuori della percezione acquisita e quindi esisteva come sensazione generica, non come enigma. Tutti erano abituati a vivere le temperature come sfondo operativo, nessuno le vedeva come problemi da risolvere.

La Grotta Più Fredda è quindi assai importante perché ci potrà far discutere il motivo per cui ben poche grotte sono sottozero (chi si sente di spiegare in dettaglio il motivo alzi la mano). E ci farà guardare con vero felice stupore di bimbi la Campbell II, che difatti è praticamente il frammento di un altro pianeta.

Ma è anche importante La Più Profonda, nel senso di lontana dalla superficie esterna, perché il carico di roccia sulle volte ha un grande effetto sulla struttura delle grotte (chi si sente di discuterlo alzi la mano).

E ha pure grande interesse La Più Profonda, nel senso di lunghezza di percorso dei fluidi esterni entranti, perché è ciò che ne definisce l'isolamento climatico (chi si sente di discuterlo alzi la mano).

E sarà anche importante La Più Alta, perché ci farà chiedere quale sia la distribuzione in quota delle grotte e quale sia il motivo per cui in alta montagna siano così rare (chi si sente di spiegare in dettaglio il motivo alzi la mano). E avrà pure rilevanza il fatto che Ulugh Beg, che è La Più Alta (forse...), abbia una temperatura appena sottozero ma, rispetto all'esterno, molto maggiore di quella che avrebbe se fosse duemila metri di quota più in basso (chi si sente di spiegare in dettaglio il motivo alzi la mano).

E Quella Più Antica, oltre a suggerire eventuali depositi di mineralizzazioni aliene, ci farà chiedere quale è l'età delle grotte che visitiamo (chi si sente di parlare dell'età delle grotte alzi la mano).

Insomma, sono tutti temi potenziali per guardare con maggiore curiosità e attenzione i mondi che di norma esploriamo così sommariamente, temi da sviluppare in riquadri a lato di articoli descrittivi un po' più intelligenti dell'usuale.

"Ma quella Più a Sud, o a Nord, no. Questa non me la conti. Non ha nessuna importanza."

Probabilmente è vero, è un mero dato statistico. Ma forse... Ascolta. Ora immaginati di essere di fronte a una platea di bimbi, ancora non accecati percettivamente. Uno ti chiede qual'è la grotta più profonda e tu rispondi come ti hanno insegnato, anche se è un concetto sbilenco. Bene.

A un altro hanno invece appena raccontato Viaggio al Centro della Terra, si alza e ti chiede:

"Scusi, qual'è la grotta che va più vicina al Centro della Terra?"

Ridacchi, e gli spieghi che è una domanda che non ha senso, nelle grotte scorre l'acqua che va al mare, quindi le grotte non tendono al centro della Terra, rimangono sempre sopra il livello del mare blabla... lui si zittisce e si siede, un po' più accecato di prima; d'ora in poi starà più attento a evitare le domande che gli ispira la sua cristallina ragione. Ma un momento, la sua domanda era precisa e oggettiva, a differenza di quella sulla profondità; ma tu lo hai sommerso di tuoi preconcetti, senza rispondere: stupida e sviante era la tua risposta.

E allora adesso vieni tu alla lavagna e spiega a tutti, ora, qual'è La Grotta che va Più Vicina al Centro della Terra, usando la ragione, non le idee preconcette. Sentiamo...

*And we have finally arrived to the point. In my opinion, every observation that tends to widen the topic of caves, extracting it from underneath the heap of extent, depth, approximate section, roughly oriented plan views, unreadable description and awry geological observations, must be considered as an essential contribution towards a precise perception of caves and, as such, much more important than the exploration of the cave per se.*

*As an example of our huge blindness, I can mention the problem of temperature perception within the caves. In the past, I became interested in what determined it, but it seemed that nobody else cared or ever wondered why, for example, caves are cold in Marguareis and hot in Sardinia. Yet, for those who cover them this is the paramount technical problem...but this was outside the realm of acquired perception and therefore existed only as a generic feeling, not as an enigma. Everyone was used to endure them as part of the environmental background, nobody saw that as a problem to solve.*

*The Coldest Cave is therefore quite important, as it allows us to discuss the reason for which very few caves are below zero (raise your hand if you feel like explaining it in detail). And it will make us look at the Campbell II Cave, which is practically a fragment of a different planet, with a happy, childish amazement.*

*But The Deepest, in the sense of far from the external surface, is also important because the load of the upper rocks exerted on the vault greatly affects the structure of the caves (raise your hand if you feel like discussing this).*

*Also important is The Deepest when considering the length of the path covered by the entering fluids, as this defines the climatic isolation (raise your hand if you feel like discussing this).*

*The Highest will also be important, as it will prompt us to wonder what is the distribution of caves at high altitude, as well as why they are so rare in tall mountains (raise your hand if you feel like discussing this). And the fact that Ulugh Beg, The Highest One (maybe...) has a temperature just below zero, whereas, compared to outside, much higher in respect of a cave placed 2000 metres down of it (raise your hand if you feel like discussing this).*

*And The Most Ancient One, besides hinting at possible deposits of alien mineralizations, will make us wonder what is the age of the caves we visit (raise your hand if you feel like talking of the age of the caves).*

*In summary, these are all potential topics that could make us look with more curiosity and attention at the world we usually explore so superficially; topics that should be discussed in framed insets placed inside descriptive articles a bit smarter than usual.*

*"You are not fooling me with The Southernmost, or Northernmost, though. This really has no relevance". Maybe this is true, it is a mere statistical factoid. Still...*

*Listen now. Imagine being in front of an audience of children, who have not been perceptively blinded yet. One asks you which is the deepest one, and you answer as your were taught, even though it is an awry concept. Fine.*

*Another child, who was just told the story of Journey to the Centre of the Earth, stands up and asks: "Excuse me, which one is the cave closest to the centre of Earth?" You giggle, and explain to him that this is a meaningless question, as in the caves water flows towards the sea and therefore caves do not go towards the centre of Earth but stay always above sea level, yak yak yak...He shuts up and sits down, a little blinder than before. From now on he'll be more careful to steer away from the question inspired by his crystalline reasoning.*

*But wait a minute, his question was precise and objective, as opposed to that about depth; still, you buried him with your preconceptions, without actually answering. It was your answer that was stupid and misleading.*

*Now, you come to the blackboard and explain to everybody which one is the cave that gets closer to the centre of the Earth, using your reason, not preconceived ideas. Let's hear it...*



### Conclusioni

È difficile datare le grotte, è difficile farne la microclimatica, è difficile descriverle, per un fatto semplicissimo: le grotte non esistono, esiste la roccia che circonda vuoti. Noi oscilliamo fra la percezione dell'utilità del vuoto e la percezione della montagna in cui infiggiamo chiodi, riempiendoci di imbarazzanti ambiguità e imprecisioni. Così come il termine "merli", che in italiano designa muriccioli che si ergono al di sopra di un muro, in francese diventa "creneaux", fenditure che si abbassano da un muro...

Ogni riflessione che cerchi di osservare l'eccezionalità di una certa struttura, soprattutto collocandola nel territorio in cui si è formata, è dunque benvenuta, non solo perché rende più comunicabile la speleologia a chi non ne sa nulla, ma anche perché fa riflettere gli speleologi su ciò che in realtà esplorano e insegna loro a guardarlo con più attenzione.

*Si riuniscono trenta raggi in un mozzo, ma l'utilità di una vettura dipende da ciò che non c'è.*

*Si lavora l'argilla, ma l'utilità di un vaso dipende da ciò che non c'è.*

*Si aprono porte e finestre, ma l'utilità di una casa dipende da ciò che non c'è.*

*Perché grazie a ciò che c'è, si utilizza ciò che non c'è.*

Tao Te King, XI

### Conclusions

*Dating the caves is hard, as it is to study their microclimate; it is hard to describe them, for a very simple reason: caves do not exist, what exists is the rock surrounding empty spaces.*

*We swing between the perception of the utility of emptiness and the perception of the mountain, into which we inflict pitons, filling ourselves up with embarrassing ambiguities and inaccuracies. Like the term "merli" (merlons), which in Italian indicates short pillars sticking up from a wall, but in French becomes "creneaux" (crenelles), openings lowering from a wall...*

*Every reflection trying to observe the peculiarity of a certain structure, especially when considering it as a part of the territory in which it was formed, is therefore welcome. Not only does it makes speleology more transmissible to the layman, but it also makes speleologists ponder about what they actually explore and teach them to look at it more carefully.*

Thirty spokes are bundled in a hub, but the usefulness of a wheel depends on what is not there.

One can work the clay, but the usefulness of a vase depends on what is not there.

One opens doors and windows, but the usefulness of a house depends on what is not there.

Because thanks to what is there, one can use what is not there.

Tao Te King, XI

*Cueva de los Cristales, Naica, Mexico, al momento la cavità esplorata più calda del mondo*  
*Cueva de los Cristales, Naica, Mexico, at the moment the hottest explored cave in the world*



DAVIDE DOMENICI

## I PUNDIT

Alla metà dell'800 il Tibet era ancora uno spazio bianco sulle carte; per secoli, infatti, l'accesso al regno circondato da enormi catene montuose era stato vietato ad ogni straniero non buddista. Quando Inghilterra, Cina e Russia iniziarono però a contendersi il dominio dell'Asia rendendo necessario lo stretto controllo delle rispettive frontiere, la conoscenza del regno di Lhasa divenne strategicamente fondamentale, ma l'esplorazione delle terre governate con pugno di ferro dal Dalai Lama e dai monaci dai "berretti gialli" pareva impossibile.

La soluzione del problema si dovette al Capitano Thomas George Montgomerie dei *Royal Engineers* in forza alla *Survey of India*, un esperto esploratore che nel 1864 aveva vinto una medaglia della *Royal Geographical Society* per aver mappato in nove anni di duro lavoro le regioni del Kashmir e del Ladakh. Montgomerie capì che l'esplorazione non poteva che essere affidata

a dei nativi da inviare in incognito: dopo aver testato con successo la validità della sua idea inviando un esploratore musulmano nel Turkestan cinese, Montgomerie assoldò Nain Singh e Mani Singh, due giovani cugini hindu del villaggio himalayano di Milam, per affidare loro il difficile compito dell'esplorazione del Tibet fingendosi pellegrini-mercanti buddisti.

I due pundit ("sapienti", come vennero chiamati questi esploratori-pellegrini) furono addestrati per mesi all'uso della bussola e del sestante, all'osservazione delle stelle e alle tecniche dell'esplorazione clandestina: vennero forniti di "ruote da preghiera" che invece di foglietti con preghiere contenevano bussole e carta per appuntarvi distanze, latitudini e altitudini; bastoni da cammino che celavano termometri per misurare la temperatura di ebollizione dell'acqua del tè ricavandone così l'altitudine; "rosari" buddisti composti da cento palline (invece che le tradizionali 108) usati non per scandire le preghiere ma per contare i passi compiuti, passi che i due pundit avevano appreso a mantenere di lunghezza costante di 33 pollici su qualsiasi terreno.

Nel gennaio del 1865 tutto era pronto per la partenza del viaggio che, al seguito di una carovana che dal Ladakh si dirigeva a Lhasa, aveva come obiettivi principali il determinare la posizione della capitale e di studiare il corso dello Tsangpo, il grande fiume tibetano che entrava nelle stesse gole dell'Assam dalle quali usciva il Brahmaputra, senza che si fosse ancora accertato se fossero uno stesso fiume. Molti problemi con i posti di frontiera e le bellicose popolazioni montane fecero fallire il viaggio di Mani, ma Nain Singh riuscì a raggiungere indenne Lhasa, dove fu anche ricevuto dal Dalai Lama tredicenne. Dopo tre mesi, Nain Singh si rimise in viaggio verso l'India esplorando parte del corso dello Tsangpo e dopo un anno e mezzo di traversie, Nain tornò da Montgomerie con il suo tesoro: due milioni e mezzo di passi contati, la latitudine e l'altitudine di Lhasa calcolate con un piccolo margine di errore, la mappa di una parte del corso dello Tsangpo e addirittura la mappa della sala del trono del Potala, dove era stato ricevuto dal Dalai Lama.

## THE PUNDITS

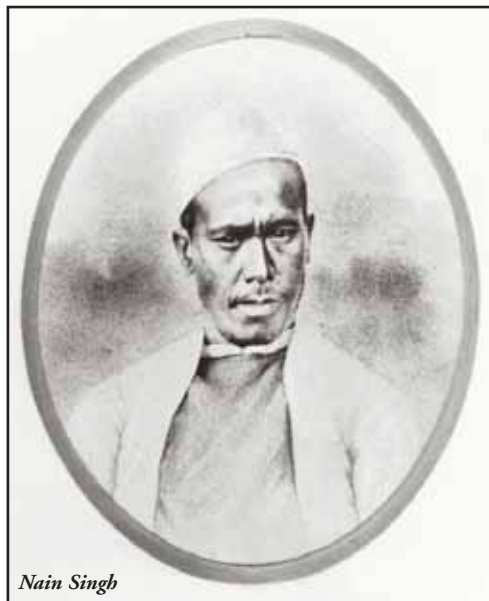
*In the mid 19<sup>th</sup> Century Tibet was still a blank area on the maps, as the access to the kingdom, surrounded by huge mountain ranges, had been barred for any non-Buddhist foreigner. When England, China and Russia began fighting for control of Asia, however, they had to instigate strict border controls and therefore had to get information about the Lhasa kingdom. Yet, the exploration of the lands ruled with an iron fist by the Dalai Lama and the "yellow berets" monks seemed impossible.*

*The solution to the problem came from Capt. Thomas George Montgomerie of the Royal Engineers, attached to the Survey of India. A skilled explorer, in 1864 he had been awarded a medal by the Royal Geographical Society for having mapped, in nine years of hard work, the Kashmir and Ladakh regions. He had the intuition that the exploration*

*could only be assigned to undercover natives. After having tested his idea by sending a Muslim explorer into Chinese Turkistan, Montgomerie enrolled Nain Singh e Mani Singh, two young Hindu cousins from the Himalayan village of Milam, to entrust them with the difficult task of exploring Tibet, posing as Buddhist pilgrim-merchants. For months, the two pundits ("wise men", as the two pilgrim explorers were named) were trained in the use of the compass and the sextant, to the observation of stars and to the methods of clandestine exploration. They were given "prayer wheels" that, instead of notes with the prayers, contained compasses and paper to note distances, latitudes and altitudes. Their walking sticks contained thermometers to measure*

*the boiling temperature of water in the tea kettle, to determine the altitude, and their Buddhist "rosaries", comprised of 100 beads instead of the usual 108, were to be used to count their steps. Steps that the two pundits had learned to keep at a constant span of 33 inches on any terrain.*

*In January 1865 everything was ready for the beginning of their trip with a caravan that leaving from Ladakh was set to reach Lhasa. Their main objectives were to determine the position of the capital city and to study the course of the Tsangpo River, the great Tibetan River that entered the same Assam gorges from which the Brahmaputra originated, without anyone knowing if the two were actually the same river. Many problems with the border checkpoints and the belligerent populations of the mountains forced Mani to cut his trip short, but an unscathed Nain Singh managed to reach Lhasa and even got a private audience with the then 13-year-old Dalai Lama. Three months later, Nain Singh started his journey back to India, exploring part of the Tsangpo River course. One year and a half later Nain went back to Montgomerie with his treasure: 2,5 million steps counted, the latitude and altitude of Lhasa, calculated with little error, the map of part of Tsangpo River and even the map of the King of Potala's throne (where he had met with the Dalai Lama).*



Nain Singh

Entusiasta dei risultati, Montgomerie organizzò subito un secondo viaggio di Nain, Mani e di un terzo cugino, il cui obbiettivo era stavolta la conoscenza delle regioni aurifere tibetane di Thok Jalung. I tre, partiti nel 1867, tornarono dopo pochi mesi con i dati relativi alla produzione mineraria e a un percorso di 850 miglia, con 191 misurazioni di latitudini e un'ottantina di altitudini.

Il successo delle spedizioni dei pundit cominciò a diffondersi e i loro risultati furono addirittura pubblicati sul *Journal of the Royal Geographical Society*, con il rischio di rivelare al mondo intero il segreto di quelle esplorazioni così efficaci. Ormai l'idea aveva preso piede: negli anni Settanta dell'800 i pundit attivi erano almeno una dozzina. Kishen Singh partì nel 1878 (anno di morte di Montgomerie) e rimase oltre un anno a Lhasa prima di compiere l'esplorazione delle regioni settentrionali del Tibet e di una parte dello Tsangpo, per un totale di cinque milioni e mezzo di passi. Kintup (egli sì, veramente buddista) venne invece incaricato nel 1880 di risolvere l'annoso problema della relazione tra lo Tsangpo e il Brahmaputra con un sistema tanto semplice quanto ingegnoso, che pare l'antenato della fluoresceina: in una data prestabilita egli avrebbe dovuto buttare in un punto dello Tsangpo cinquanta bastoncini segnati, ripetendo l'operazione per dieci giorni; un inviato del *Survey of India* li avrebbe attesi sulle sponde del Brahmaputra. Venduto ai predoni dal lama cinese che comandava la spedizione, Kintup riuscì a farsi comprare da un monastero dove rimase a lavorare sino a quando non ottenne il permesso di fare un pellegrinaggio a una montagna sacra sul corso dello Tsangpo, dove si recò a preparare i bastoncini che nascose in una grotta. Tornato al monastero, chiese poi il permesso di andare a Lhasa, dove con l'aiuto di un sikkhim (era infatti analfabeta) scrisse una lettera che inviò a un pundit residente in India affinché avvisasse il *Survey of India* del ritardo accumulato e della nuova data stabilita per l'operazione. Tornato infine al monastero, chiese il permesso di recarsi di nuovo alla montagna sacra, ottenendo addirittura la completa libertà. Finalmente, Kintup riuscì a raggiungere il corso del fiume e a gettare i bastoncini in acqua. Al ritorno di un viaggio durato quattro anni, a Kintup toccò scoprire che la sua lettera non era mai arrivata e che quindi nessuno aveva atteso i suoi bastoncini; peraltro, la questione dello Tsangpo-Brahmaputra era già stata risolta da Kishen Singh, tornato in India dopo la sua partenza.

La straordinaria perseveranza di Kintup non fu nemmeno creduta: il valoroso esploratore cadde in disgrazia e solo trent'anni dopo il colonnello Eric Bailey verificò l'attendibilità dei suoi appunti e lo ricompensò con un premio di mille rupie. Intanto, la "Corsa a Lhasa" aveva preso altre forme e il primo straniero a entrare ufficialmente in città era stato l'inglese Francis Younghusband, che vi giunse con l'esercito nel 1904.

Se Nain Singh, che fece anche altri viaggi esplorativi, vinse la medaglia d'oro della Royal Geographical Society "per aver aggiunto una quantità di dati alla carta dell'Asia come nessun altro uomo del suo tempo" e Sarat Chandra Das (protagonista di due viaggi in Tibet nel 1879 e 1881) fu immortalato da Kipling in *Kim*, al povero Kishen Singh venne addirittura rubato l'orologio d'oro che la Society gli aveva dato come premio. Alla maggior parte dei pundit toccarono anonimato e povertà. Già nel 1891 l'americano William Rockhill scriveva: "Se un esploratore britannico avesse fatto solo un terzo di quel che hanno fatto Nain Singh, Kishen Singh e gli altri pundit, avrebbe ricevuto medaglie e onorificenze, fruttuosi incarichi, promozioni professionali e ogni forma di celebrazione. Questi esploratori nativi, invece, possono ambire solo a un piccolo premio in danaro e all'oscurità".

*Thrilled by the results, Montgomerie immediately organised a second trip for Nain, Mani and a third cousin: this time their objective was to gain information on Tibet's Thok Jalung goldfield. The three left in 1867 and after a few months were back with data about mining production and a 850-mile journey featuring 191 latitude and approximately 80 altitude measurements.*

*The success of the Pundits' expeditions began to spread and their results even made it to the Journal of the Royal Geographical Society, thereby risking disclosure to the whole world the secrets of those efficient explorations. The idea had caught on; by the 1870's there were at least a dozen active Pundits.*

*Kishen Singh left in 1878 (the same year Montgomerie passed away) and spent more than one year in Lhasa, before carrying out the exploration of northern regions of Tibet and of part of the Tsangpo, for a total of nearly 5.5 million steps. Kintup (who actually was a Buddhist) was instead asked to solve the long-standing problem of the relationship between the Tsangpo and Brahmaputra rivers, thanks to a simple yet ingenious system that is considered the ancestor of fluorescein. Starting on a certain day, he was supposed to drop into the Tsangpo 50 labelled wooden sticks a day, for ten days. An envoy for Survey of India would have waited for them on the shores of Brahmaputra. After being sold to marauders by the Chinese lama who headed the expedition, Kintup managed to get himself bought by a monastery, where he worked until he obtained the permission to go on a pilgrimage to a sacred mountain along the Tsangpo. Once there, he prepared the sticks and hid them in a cave. Returning to the monastery, he then asked permission to go to Lhasa where, with the help of a sikkhim (Kintup was illiterate), wrote a letter to a pundit in India to notify the Survey of India about the delay and to communicate a new date for the operation. He then went once more back to the monastery and asked for permission to return to the sacred mountain, obtaining more than he bargained for: complete freedom. So it was that eventually he managed to reach the river and drop the sticks into the waters. He made it back home, after a four-year journey, only to find out that his letter had never arrived and therefore no one had waited for his sticks; at any rate, the Tsangpo-Brahmaputra business had already been solved by Kishen Singh, who had returned to India after Kintup's departure.*

*Kintup's extraordinary perseverance wasn't even recognised; the brave explorer was disgraced and it was only after thirty years that Colonel Eric Bailey verified the trustworthiness of his notes and awarded him a prize of 1000 rupees. Meanwhile, the "Lhasa Rush" had taken other shapes and the first foreigner to officially enter in town was an Englishman, Francis Younghusband, who arrived there in the army in 1904. While Nain Singh, who carried out other explorations, was awarded a gold medal by the Royal Geographical Society "for having added a wealth of data to Asia's map like no one else in his time" and Sarat Chandra Das (the author of two journeys in Tibet in 1879 and 1881) was made forever famous by R. Kipling in his novel Kim, Kishen Singh was even robbed of the gold watch the Society had given him in reward. What most of the Pundits ever received was anonymity and poverty. Already in 1891, American William Rockhill wrote: "Had a British explorer accomplished a third of what Nain Singh, Kishen Singh and the other Pundits did, he would have been awarded medals and decorations, lucrative positions, professional promotions and all sorts of celebrations. Instead, all these native explorers can hope for is a little money and oblivion".*

# Naica, astronauti sottoterra

LA VENTA

ESPANION OBSERVATION

## Tullio Bernabei

### *Naica, Underground Astronauts*

Nelle profondità del deserto di Chihuahua, in Messico, è stata casualmente scoperta una delle meraviglie sotterranee della Terra: la Cueva de los Cristales. La grotta dei cristalli. Il nome, dato dai minatori che l'hanno casualmente intercettata durante i lavori di avanzamento di una miniera, a circa 300 metri di profondità, è tanto semplice quanto appropriato: si tratta di un vero e proprio geode, cioè una caverna dalle pareti ricoperte di cristalli, anzi letteralmente "riempita" da una foresta di cristalli, alcuni dei quali si avvicinano ai 14 metri di lunghezza.

Mai nulla di simile era stato visto dall'uomo, se non attraverso improbabili fantasie del cinema di fantascienza o nelle pagine dei fumetti. Un ambiente straordinario, che va al di là dell'immaginazione e anche delle attuali conoscenze scientifiche.

Le cristallizzazioni sono di selenite, cioè una forma di gesso purissimo, e hanno certamente avuto origine in un ambiente sommerso grazie all'interazione tra acque solfu-

*In the depths of the Chihuahua Desert, Mexico, serendipity led to the discovery of one of the underground wonders of planet Earth: the Cueva de los Cristales, the Cave of Crystals. The name, coined by the miners who accidentally came across it at a depth of approximately 300 meters while digging for the extension of a mine, is at once simple and quite to the point. The place is indeed an actual geode, i.e., a cave whose walls are covered in crystals, or, better still, is literally "filled" with crystals, some of which are almost 14 meters long.*

*Nothing of the kind had ever been seen by the eyes of man, if not through improbable fantasies in sci-fi movies or comic books. It is an extraordinary environment, which goes beyond imagination and is also beyond present scientific knowledge.*

*Crystallizations are made of selenite, a form of ultra pure gypsum that for sure must have originated in submerged environment, due to the interaction between hot, sul-*



ree, calde e provenienti dalla profondità, e acque più fresche filtrate dall'esterno. Di più non sappiamo.

Non sappiamo quando e perché si sono formati cristalli così grandi, né in quanto tempo. Non sappiamo se a questo processo possano aver contribuito forme di vita batteriche sconosciute. Soprattutto non conosciamo l'estensione della grotta, che rimane inesplorata così come altre nell'ambito della stessa miniera. Vi sono molte domande a cui tentare di rispondere, ma c'è un problema quasi insormontabile: il calore.

Nella Cueva de los Cristales la temperatura si aggira sui 50°C e l'umidità relativa, come nella maggior parte delle grotte, sfiora il 100%. In ambienti secchi una temperatura di questo tipo è sopportabile dall'uomo, ma non lo è in ambienti saturi d'acqua: nonostante l'abbondantissima sudorazione, infatti, il corpo non si raffredda perché non può avvenire l'evaporazione. In pratica lo stare a temperature superiori a 35-37°C, con tanta umidità, equivale ad essere immersi in acqua corrente con tale temperatura: e l'impossibilità di smaltire il calore di base prodotto dal nostro corpo ha come conseguenza un colpo di calore in breve tempo.

A temperature di poco superiori si innescano altri processi, non legati alla fisiologia del corpo, ma a quella delle singole cellule. La massima temperatura accettabile per un'acqua in cui immergersi è compresa fra 40 e 42°C, mentre per valori superiori si ha la sensazione che essa scotti in modo insopportabile. Infatti al di sopra dei 42°C le cellule umane vengono denaturate e muoiono: è per questo che le febbri altissime (sopra 41,8°C) causano danni irreversibili all'organismo umano. In sostanza, se l'evaporazione cutanea è inibita, una temperatura ambientale al di sopra di 32-35°C è fatale in tempi relativamente brevi, nell'ordine dell'ora; ma al di sopra dei 42°C è fatale entro una decina di minuti. Inoltre si ha il rischio di ustioni per quella che è, tecnicamente, una vera e propria "cottura al vapore".

Dunque nella Cueva de los Cristales, che si trova nella miniera di Naica, la sopravvivenza umana è limitata a pochi minuti: per tale motivo le attività di ricerca sono state sino ad oggi estremamente limitate. Brevi penetra-

*phureous waters rising from the depths and cooler waters that seeped from the surface. This is all we know.*

*We do not know when and why such large crystals were formed, nor we know how long the process took. We do not know if unknown bacteria played a role in it. Above all, we do not know how long the cave is, a cave that is at present still unexplored, like others in the same mine. There are many questions that we'd like to try and answer, but there is an almost unsolvable problem: the heat.*

*Within the Cueva de los Cristales the temperature is around 50°C and the relative humidity reaches almost 100%, as is the case for most of the caves. In a dry environment this is a bearable temperature, but not so in water-saturated conditions. Here, despite profuse sweating, the body cannot cool off because there is no evaporation. In other words, being at a temperature above 35-37°C with this kind of humidity is similar to being immersed into a stream of flowing water at the same temperature. When the body cannot dissipate the heat it produces the fast consequence is a heat stroke.*

*At temperatures just a bit higher, the effects are not linked to the physiology of the whole body but to the behavior of the single cells. The highest temperature one can immerge oneself into without feeling unbearably scalded is 40-42°C. Indeed, above 42°C the proteins of human cells are denatured and the cells die, which is why fevers above 41.8°C lead to irreversible damage.*

*Basically, if there is no evaporation from the skin an air temperature of 32-35°C is fatal in a relatively short period of time, around one hour, but above 42°C death occurs within 10 minutes. As well, one runs into the risk of getting scorched because of what technically is a "steam cooking".*

*So, in the Cueva de los Crystales, human beings can survive for just a few minutes, which is why so far there has been only a modest research activity. Brief entrances, with the constant feeling of exposing one's body to sudden illnesses; the air is so hot that breathing is painful, eyes are burning. There is the need to constantly keep an eye on fellow explorers and on the narrow exit, and it is not just a psychological compulsion. And this does not even take into account*

zioni con la costante sensazione di esporre il proprio corpo a malori improvvisi, sofferenza nel respirare aria tanto calda, un bruciore intenso negli occhi e la necessità non solo psicologica di tenere sempre a vista sia i compagni che il pertugio di uscita. Senza contare la difficoltà di muoversi su un terreno impervio e tagliente, visto che i cristalli sono dovunque.

Durante una mia entrata in questo ambiente infernale e meraviglioso mi ha colpito un dettaglio "fisiologico" inaspettato. Ero senza guanti, poiché le mani sembrano essere l'unica parte del corpo a sopportare bene quelle condizioni estreme. Improvvisamente ho sentito un dolore al dorso della mano destra, ho guardato e visto il sangue uscire copioso da un taglio appena provocato da un cristallo affilato. Un bel taglio, di quelli che sanguinano a lungo e hanno bisogno di un tampone. Mentre guardavo e cercavo di valutare se uscire o meno dalla grotta, nel giro di pochi secondi il sangue si è coagulato sulla ferita. Impressionante. Certo dovuto al calore e forse prevedibile, ma significativo per capire quanto possa essere aliena per noi questa grotta.

Oltre all'ambiente estremo, vi è poi il problema che la miniera è attiva. La compagnia concessionaria, cioè il gruppo Peñoles, ha avuto il grande merito di preservare la cavità dalla distruzione e dal saccheggio dei cristalli: ma non può permettersi frequenti interruzioni dell'attività per lasciare spazio ai ricercatori, considerando anche che l'impianto è il quinto del mondo per produzione d'argento e vi lavorano 600 persone.

L'associazione La Venta ha effettuato una prima visita poco dopo la scoperta, nel 2002, grazie al socio Carlos Lazcano, e da allora non ha smesso di pensare a come risolvere i due problemi principali: da un lato le soluzioni tecniche per esplorare e studiare davvero la grotta, rimanendo dentro un tempo sufficientemente lungo e in sicurezza; dall'altro la messa a punto di un progetto di ricerca, documentazione e divulgazione sufficientemente serio e articolato, anche a livello internazionale, tale da poter convincere i proprietari a conferirci un incarico in questo senso.

Nel corso del 2005 abbiamo fatto buoni passi avanti e nel gennaio 2006, grazie all'intercessione della società messicana Speleoresearch & Film, è stato firmato un accordo

*the hardship of moving around in a sharp and arduous terrain, given that crystals are everywhere.*

*During one of my visits into this infernal and wonderful environment I was struck by an unexpected "physiological" detail. I was not wearing any gloves, as hands seem to be the only body part capable of withstanding such extreme conditions. All of a sudden I felt a pang in the back of my right hand and when I looked, I saw blood gushing from a fresh cut I had just received from a sharp crystal. It was a pretty good cut, one of those that bleed for a long time and need to be plugged. Yet, while I was looking at it trying to decide if I had to leave the cave or not, the blood clotted on the wound. Very impressive. Sure, it was due to the heat and it was somewhat to be expected, but still it was a clear indication of just how alien the cave is to us. Besides the extreme environment, there is the problem of the mining activities. The Licensee, i.e., the Peñoles Group, had the large merit of preserving the cave from destruction and plundering, but it cannot afford to frequently stop its activities to let the researchers work. This is the fifth largest silver mine in the world and it gives work to 600 people.*

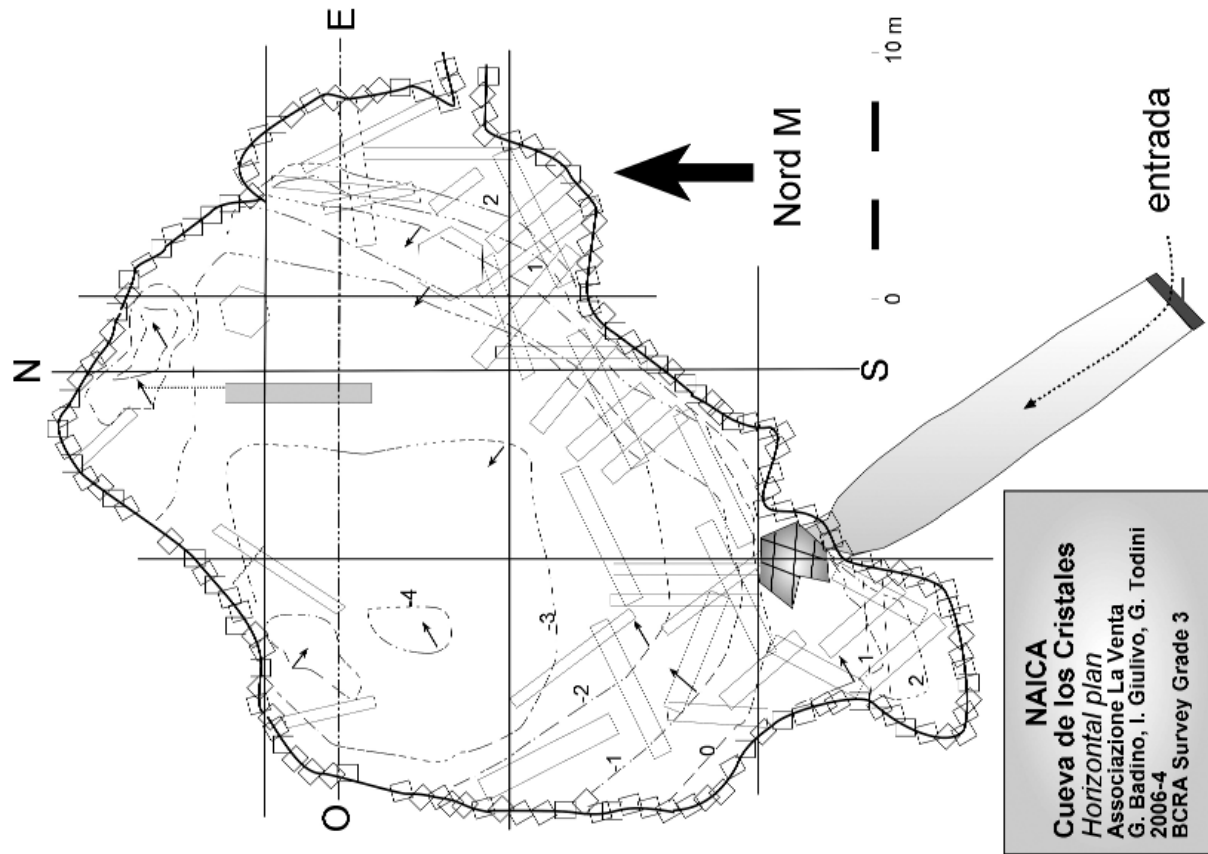
*La Venta carried out a first visit shortly after the discovery, in 2002, thanks to the work of member Carlos Lazcano. Since then, it hasn't stopped looking for a way to solve two main problems. On one hand, to be able to really explore and study the cave we need technical solutions that would allow us to stay safely inside for significant periods of time. On the other, we need to convince the owners to grant us permission to actually do the work and to this aim we intend to prepare a significant and articulated research/documentation/divulgation project that could be recognized internationally.*

*In 2005 we made good progress and in January 2006 the collaboration of the Mexican company Speleoresearch & Film allowed us to sign an agreement that will grant us the right to study the Cueva de los Cristales and other caves detected in the mine for a three-year period.*

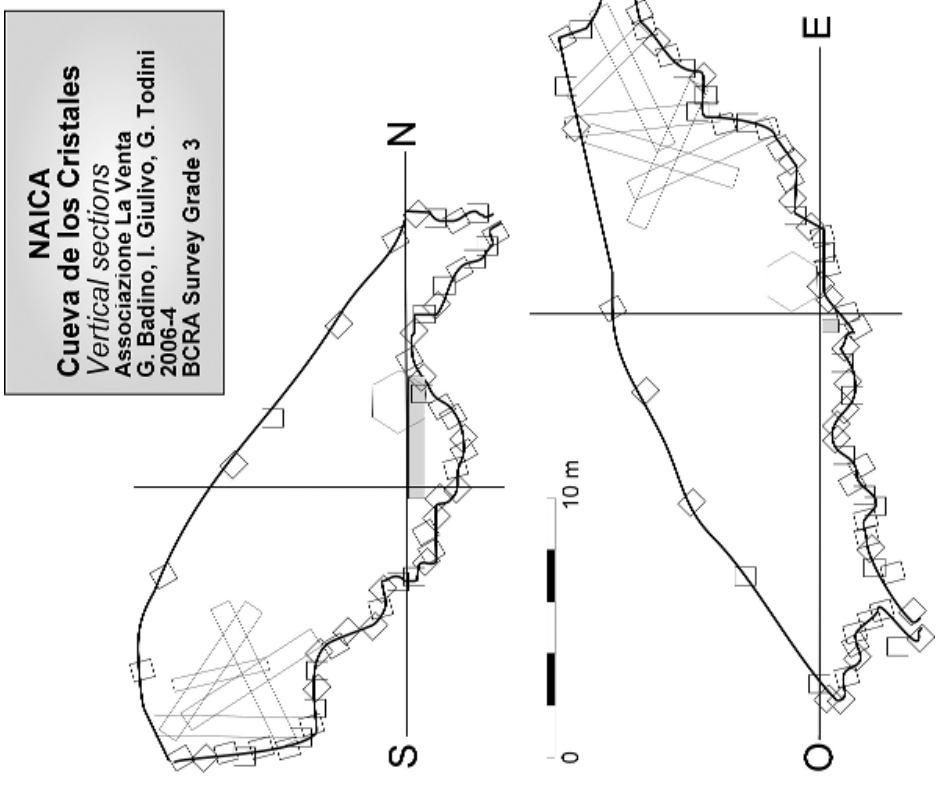
*From a technological point of view, the breakthrough came with the invention of the Tolomea cooling outfit: an idea of La Venta member Giovanni Badino, realized by the Ferrino company. After several experiments and significant investments (time-and-money wise), we now have*



Cueva de los Cristales, Naica



**NAICA**  
Cueva de los Cristales  
*Horizontal plan*  
Associazione La Venta  
G. Badino, I. Giulivo, G. Todini  
2006-4  
BCRA Survey Grade 3



**NAICA**  
Cueva de los Cristales  
*Vertical sections*  
Associazione La Venta  
G. Badino, I. Giulivo, G. Todini  
2006-4  
BCRA Survey Grade 3



che ci permetterà di dedicarci alla Cueva de los Cristales, e alle altre grotte segnalate nella miniera, per un periodo di 3 anni.

Dal punto di vista tecnico la chiave di volta è stata l'invenzione, dovuta al socio Giovanni Badino e trasformata in realtà dalla Ferrino, di una tuta refrigerata: la Tolomea.

Dopo diversi esperimenti e consistenti investimenti in termini di tempo e risorse siamo giunti al terzo prototipo, che si è rivelato ottimo consentendoci una permanenza vicina ai 90 minuti. Già durante la sperimentazione delle tute abbiamo avuto il tempo di realizzare la prima topografia accurata dell'ambiente principale della Cueva, che è poi il passo iniziale verso la documentazione.

Iniziano ora l'esplorazione e gli studi sistematici, compreso un monitoraggio completo, che speriamo ci permetta di conoscere davvero, e sino in fondo, questa meraviglia unica sulla Terra.

Parallelamente agli studi e alla documentazione vi è il problema del futuro della Cueva e del suo "rapporto" con l'uomo. Le nuove tecnologie da una parte permetteranno lo studio della grotta, ma dall'altra la espongono ad una pressione antropica che sinora era impedita dalle condizioni ambientali ostili. Questo ci obbliga a progettare, in parallelo allo studio e in sinergia con la compagnia Peñoles, i criteri di conservazione di questo bene.

Riteniamo infatti che limitarsi a ricerche che divulgano la conoscenza di un territorio ignoto, senza completare il lavoro dando dei criteri per difenderlo quando lo lasciamo, sia ormai eticamente inaccettabile. A maggior ragione per un bene eccezionale come questo.

L'obiettivo del nostro progetto triennale è dunque la realizzazione di un complesso di ricerche multidisciplinari che indaghi i campi di interesse scientifico di questa grotta e, attraverso le nuove conoscenze acquisite, ne permetta la conservazione. Le tecniche e i materiali studiati appositamente consentiranno un accesso sicuro e prolungato a ricercatori di diverse discipline: geologia, mineralogia, biologia, exobiologia, fisica, fisiologia, medicina e speleologia, realizzando una sorta di esplorazione astronautica sulla Terra.

Gli interrogativi a cui si tenterà di rispondere sono numerosi. Come e perché si sono formati questi cristalli giganti? Quanto tempo fa? C'è vita in questo ambiente limite, che sembra extraterrestre? Le attività minerarie hanno interrotto un equilibrio millenario: cosa sta succedendo ora a questo ambiente e quanto dureranno i cristalli? Che cosa sta attualmente minacciando la loro conservazione?

E infine, soprattutto: come possiamo conservare la Cueva de los Cristales per le future generazioni e fare in modo che questa meraviglia sia conosciuta nel mondo?

L'ultima domanda è particolarmente importante anche alla luce di una considerazione molto pratica: è stato calcolato che tra circa 6 anni il filone d'argento nella miniera di Naica si esaurirà e quindi cesserà l'attività. Nello stesso momento si spegneranno le pompe che impediscono oggi all'acqua di sommergere la miniera, il cui costo in termini di energia elettrica è superiore al milione di dollari annui. Spesa giustificata dalla grande quantità di argento, ma forse non dalla presenza di una grotta, per quanto unica possa essere: questo vuol dire che la Cueva de los Cristales è destinata in breve a tornare al suo stato originario, cioè sott'acqua. Sotto 200 m d'acqua.

Dalla nostra posizione privilegiata di esploratori, ciò vuol dire avere la grande responsabilità di conoscere e far conoscere una meraviglia unica del pianeta, lavorando al massimo nel breve spazio di tempo che "la Storia" ci concede. È un grosso fardello, non ci sono dubbi.

Ma è anche il dono più bello per chi ha fatto dell'esplorazione e della documentazione una ragione di vita.

*prototype number three, which, with an insulation time close to 90 minutes, has proved to perform quite well. During the initial testing of the suits we were able to make the first accurate topography of the Cueva's main environment, which is the first step of the documentation process. Now the systematic exploration, including a complete monitoring, can actually begin; we hope it will allow us to thoroughly know this unique wonder of Earth.*

*Besides the studies and documentation, there is the problem of the future of the Cueva and its relationship with humans. New technologies will in fact allow us to study the cave, but they also will expose it to an anthropic pressure that had so far been prevented by the harsh environmental conditions. This means that we must lay out, in partnership with the Peñoles Company, preservation criteria for such an asset. We feel that divulging the knowledge of an unknown territory without completing the job of creating a set of rules for its preservation would be ethically unacceptable. Even more-so, for an exceptional site like this.*

*Our three-year project therefore aims at carrying out a set of multi-disciplinary researches, studying the various scientific fields of interest related to the cave. The newly acquired information will allow us to better preserve it. Dedicated techniques and materials will grant safe access to researchers of various disciplines: geology, mineralogy, biology, exobiology, physics, physiology, medicine and speleology. It will be like carrying out a space exploration while remaining on Earth.*

*There are many questions that we'll try to find an answer for. How and why did these gigantic crystals form? Is there life in this seemingly extraterrestrial environment? Mining activities interrupted a thousand-year-old balance: what is going to happen now to this environment and how long will the crystals last? What is now threatening their preservation?*

*And last but not least, how can we preserve the Cueva de los Cristales for future generations and make this wonder known all over the world?*

*This latter point is particularly relevant, also in view of a quite pragmatic reason: it has been estimated that in about 6 years from now the silver present in the Naica mine will run out and the mining activities will come to an end. At that very moment, the pumps that prevent the flooding of the mine, that carry a yearly electricity bill higher than two millions of dollars, will be switched off. Such a large amount of money is presently justified by large quantities of silver, but it surely won't be just for the presence of a cave. So, the Cueva de los Crystals will soon revert back to its original state, i.e., under 200 meters of water.*

*From our privileged point of view, this means bearing the great responsibility of getting to know and publicize a unique wonder of the World, working to the maximum extent of our capabilities, for the brief time that History has allotted us. It is a heavy burden, make no mistake, but it also is the most beautiful gift for those who have made explorations and documentation their reason for living.*

GIUSEPPE GIOVINE

## LA VENDETTA DI MONTEZUMA

Potrebbe essere il titolo di un'appassionante avventura archeologica sullo stile di *Indiana Jones*... potrebbe! Ma non lo è. Chi è solito viaggiare per il mondo, e non solo in America centrale, sa bene quanto sia invalidante, deprimente, logorante un disturbo ben noto dell'apparato digerente: la diarrea! Non è certo l'argomento più entusiasmante per inaugurare una nuova rubrica su un'elegante rivista come questa, ma essendone stato colpito per l'ennesima volta, ho pensato di partire da qui.

Perché a me sì e ad altri no? Chissà! Ogni anno, dal 20% al 50% dei viaggiatori internazionali sono colpiti dalla diarrea: circa 10 milioni di persone! Il disturbo solitamente inizia nel corso della prima settimana di viaggio, ma può presentarsi in qualsiasi momento e anche al rientro a casa. Il fattore di rischio determinante è il luogo di destinazione. Fra i luoghi maggiormente a rischio: l'America latina, l'Africa, il Medio Oriente e l'Asia, senza considerare ovviamente tutti quei luoghi che per particolari ragioni si trovano in non appropriate condizioni igienico-sanitarie. È così nota l'elevata probabilità di andare incontro al problema visitando il Messico, che si è meritato il termine scherzoso di *vendetta di Montezuma*, riferendosi al più noto sovrano Azteco (Montezuma II, 1466-1520) sconfitto dal conquistatore spagnolo Hernán Cortés e che forse in questo modo ha voluto continuare a punire i visitatori più o meno graditi, delle sue terre. Ne sono indenni: Nord Europa, Nord America, Australia, Argentina e Cile.

I disturbi sono rappresentati da: nausea e vomito, diarrea, dolori addominali, malessere generale, debolezza e febbre. Il responsabile è nella maggior parte dei casi un batterio, *Escherichia coli enterotossica* (ETEC), in grado di produrre una tossina, molto simile a quella del colera. Contro questo batterio e la sua tossina, la popolazione residente ha sviluppato una efficace resistenza. È trasmesso con la contaminazione di alimenti e bevande sempre che non si tratti di: alimenti disidratati, cucinati o comunque non sottoposti a contatto con acqua dell'acquedotto, bevande imbottigliate. Occorre porre attenzione ai frullati di frutta, che possono essere contaminati da acqua non filtrata; evitare l'aggiunta di ghiaccio in cubetti.

È di recentissima commercializzazione un nuovo vaccino contro il colera e la diarrea del viaggiatore, da assumere per bocca. Il tradizionale vaccino iniettivo per il colera non veniva più da tempo consigliato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità a causa della modesta efficacia (30%-50%) e della breve durata dell'immunità prodotta (3-6 mesi). Questo nuovo vaccino è in grado di prevenire oltre il 70% delle infezioni da ETEC e oltre l'80% di quelle da ETEC + *salmonella enterica* e da *vibrio cholerae*. Il prodotto si chiama DUKORAL® e deve essere assunto per bocca, in due dosi, a distanza di una settimana l'una dall'altra, completando il ciclo almeno una settimana prima della possibile esposizione al rischio di infezione; necessita di prescrizione medica per l'acquisto in Italia.

Ma se ce la becchiamo? Per prima cosa è indispensabile il ripristino delle perdite di acqua e di elettroliti, anche a costo di continuare a bere acqua potenzialmente infetta. Sono consigliate bevande come: tè, acqua zuccherata, brodo, bevande reidratanti addizionate di sali, succhi di frutta. Esistono in commercio diversi tipi di sali minerali da aggiungere alle bevande, oppure si può preparare una *soluzione bilanciata*, aggiungendo ad 1 litro di acqua: 20 grammi di zucchero (4 cucchiaini), 3,5 grammi di sale da cucina (1 cucchiaino da tè), 2,5 grammi di bicarbonato di sodio (1 cucchiaino), il succo di due arance spremute o di 1 pompelmo.

Se si è fortunati ci si riprende in pochi giorni, e si possono usare degli anti-diarroici sintomatici (*loperamide*); altrimenti si devono assumere antibiotici: rifaximina 400mg due volte al giorno per 5-7 giorni, oppure co-trimoxazolo una compressa due volte al giorno per 3-4 giorni. La febbre, che peggiora la disidratazione, può essere controllata con l'assunzione di paracetamolo o nimesulide.

## MONTEZUMA'S REVENGE

*It could be the title of an exciting archaeological adventure along the line of Indiana Jones... it could, but it is not! Those who often travel the world, not just Central America, know very well how debilitating, depressing and wearing diarrhoea, a well-known ailment of the digestive system, can be. It certainly is not the most thrilling topic to open a new column in an elegant and fascinating magazine like this, but after having been struck by it for the umpteenth time I decided to start from here.*

*Why me and not somebody else? Who knows.*

*Every year, 20 to 50% of international travellers suffer from diarrhoea: that's approximately 10 million people! The ailment usually starts during the first week of the trip but it can appear at any time, including upon returning home. The key factor is one's destination. Amongst the most risky areas are: Latin America, Africa, the Middle East and Asia, and of course any places that for particular reasons do not have proper hygienic and sanitary conditions. The likelihood of running into the problem while visiting Mexico is so high and well-known that people coined the jocular expression Montezuma's Revenge, after the name of the most famous Aztec king (Montezuma the II, 1466-1520), who was defeated by the Spanish conquistador Hernán Cortés. It is said that this is the way the King continues to punish the more or less unwelcome visitors of his lands. The following areas are immune from the problem: Northern Europe, North America, Australia, Argentina and Chile.*

*The symptoms, more or less severe, are nausea and vomiting, diarrhoea, abdominal pain, general discomfort, weakness, fever. In most cases the culprit is a bacterium, Escherichia Coli Enterotossica (ETEC), which is capable of producing a toxin that is quite similar to that of cholera. Local populations develop an effective resistance against the bug and its toxins. Transmission happens through the contamination of food, except for meals that have been lyophilised, cooked or that in any case did not come in touch with tap water, and drinks, with the exception of bottled beverages. One must therefore be aware of fruit shakes, which can always be tainted by unfiltered water, and of ice cubes, which should always be avoided.*

*A new, per os vaccine against cholera and traveller's diarrhoea, has very recently been approved for commercial use. The traditional form of anti-cholera vaccine, in its injectable form, hasn't been recommended by the World Health Organization for a long time because of its poor efficacy (30-50%) and brief immunisation (3-6 months). This new remedy can prevent more than 70% of ETEC infections and more than 80% of those caused by ETEC+Salmonella Enterica and by Vibrio Cholerae. The product is called DUKORAL® and must be taken orally in two doses, one week apart and at least one week before the possible exposure. In Italy it costs 38.5 Euros for the two-dose package and can be purchased only with a prescription.*

*But what if we do catch it? First and foremost one has to compensate the loss of water and electrolytes, even if that means drinking more potentially-contaminated water. Beverages like tea, water with sugar, broth, re-hydrating drinks with added salts, fruit juices. There are several kinds of commercially available mixtures of inorganic salts that can be added to beverages; alternatively, one can prepare a balanced solution, adding the following to one litre of water: 20 grams of sugar (four table-spoons), 3.5 grams of cooking salt (one teaspoon), 2.5 grams of baking soda (one small teaspoon), the juice of two oranges or of one grapefruit.*

*If lucky, one can recover in a few days and therapy can be limited to symptomatic, anti-diarrhoea treatment (i.e., loperamide). If not, one has to take antibiotics: rifaximin 400mg, twice a day for 5-7 days, or co-trimoxazole, one pill twice a day for 3-4 days. Fever, which worsens de-hydration, can be controlled by taking acetaminophen or nimesulide.*



**GROTTE E  
STORIE  
DELL'ASIA  
CENTRALE**  
(italiano, english)



**RÍO LA VENTA  
TESORO DEL  
CHIAPAS**  
(italiano, english,  
español, français)



**RÍO LA VENTA  
TESORO DEL  
CHIAPAS**  
(cd-rom)  
(italiano, english,  
español, français)



**MERAVIGLIE  
DEL MONDO  
SOTTERRANEO**  
(italiano, français)



**GROTTE DI  
CIELO  
VIAGGIO NEL  
CUORE DEI  
GHIACCIAI**  
(italiano)



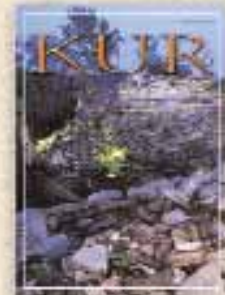
**SOTTO IL  
DESERTO  
IL MISTERO  
DELLE ACQUE  
DI CUATRO  
CIÉNEGAS**  
(italiano, english,  
español)



**SOTTO IL  
DESERTO  
IL MISTERO  
DELLE ACQUE  
DI CUATRO  
CIÉNEGAS**  
(cd-rom)  
(italiano, english,  
español)



**KUR 1**  
(italiano, english)



**KUR 2**  
(italiano, english)



**KUR 3**  
(italiano, english)



**KUR 4**  
(italiano, english)

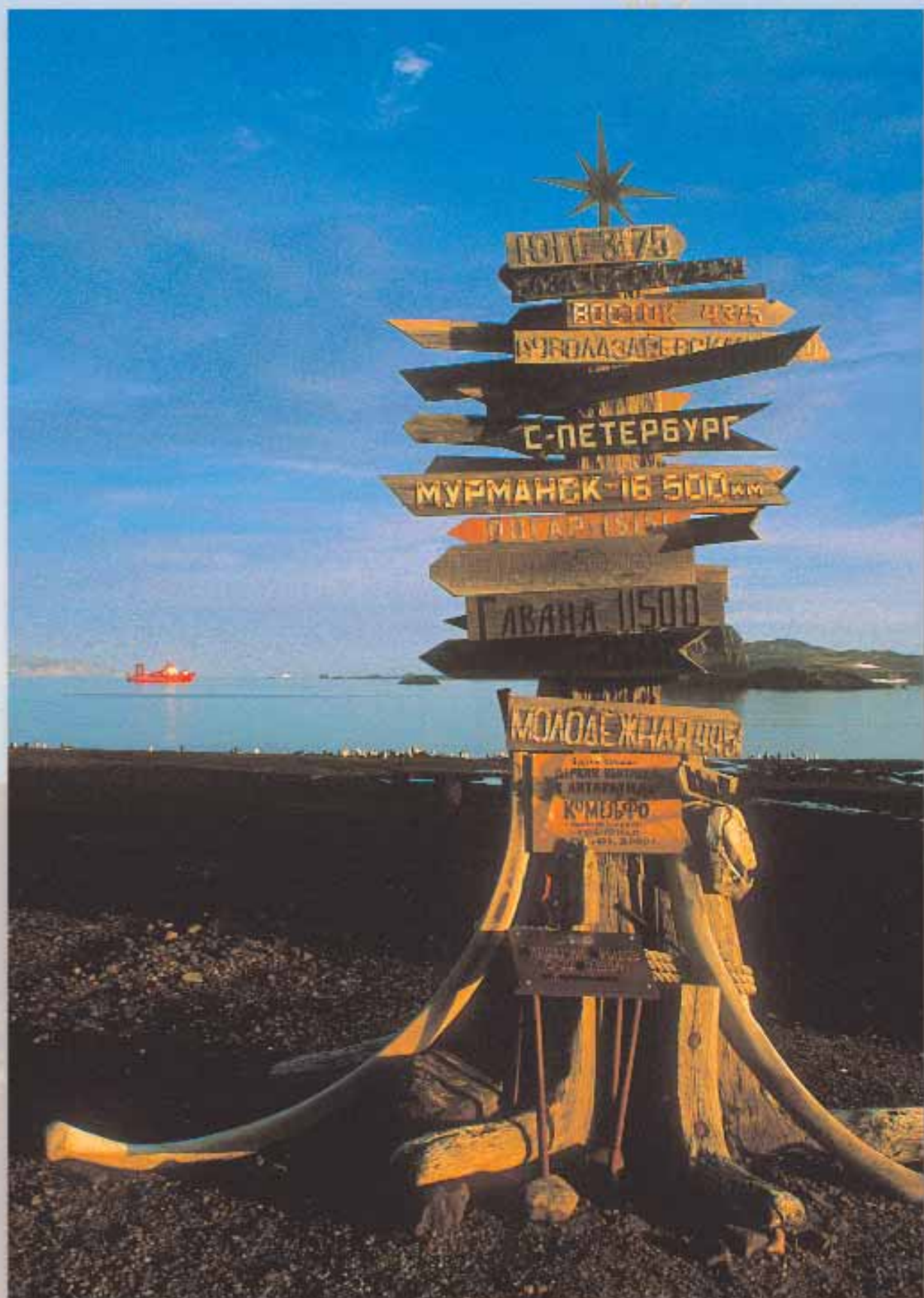


**KUR 5**  
(italiano, english)

Quarta di copertina: distanze, Isola di King George, Antartide  
Back cover: distancias, King George Island, Antarctica

# KUR

www.laventa.it



**LA VENTA**

ESPLORAZIONI GEOGRAFICHE



## FENOMENI CARSIICI E GROTTI NELLE QUARZITI DELL'AUYÁN-TEPUI

(Gran Sabana – Venezuela)

Leonardo Piccini

### 1. Introduzione

La Gran Sabana è una vasta area che si estende tra gli stati del Venezuela, della Guayana e del Brasile, e che delimita a settentrione la foresta amazzonica.

Dalla pianura, solcata da un intricato sistema di fiumi che costituiscono il bacino dell'Orinoco, si ergono alti massicci rocciosi dalla tipica forma tabulare: sono i "tepui", parola che nella lingua delle tribù locali Pemon significa "montagna".

Questi rilievi sono quel che rimane del lungo lavoro d'erosione, operato dai fiumi in oltre 200 milioni d'anni, a partire da un vastissimo altopiano che alla fine del Triassico era tutt'uno con gli altopiani dell'Africa centrale (nell'attuale Congo).

I tepui costituiscono alcuni dei più alti rilievi montuosi non andini di tutto il continente sudamericano e molti di loro sono tra le zone meno esplorate del nostro pianeta, soprattutto a causa della particolarità, comune alla maggior parte di

## KARST AND CAVES IN THE QUARTZITE OF AUYÁN-TEPUI

(Gran Sabana, Venezuela)

Leonardo Piccini

### 1. Introduction

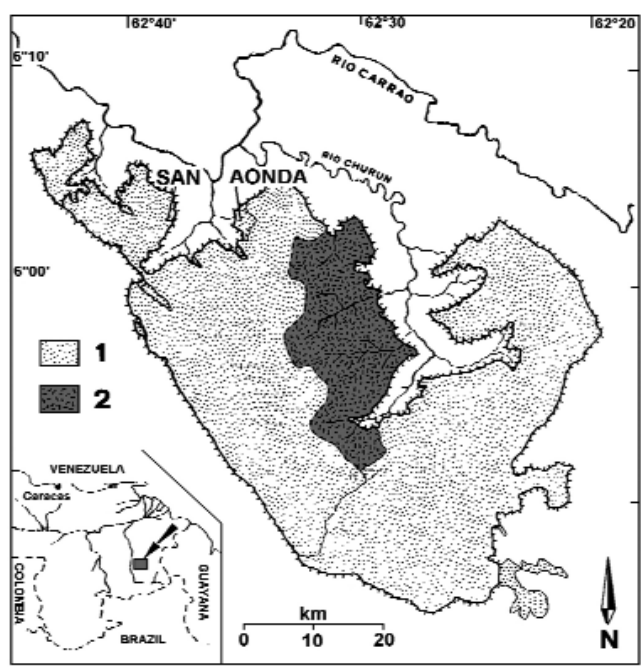
*Gran Sabana is a vast area stretching between Venezuela, Guyana and Brazil, marking the northern edge of the Amazonian forest. Tall, rocky massifs with a typical plateau shape rise from the plain, crisscrossed by a tangled river system. These are the "tepui", a word that in the language of the local tribes means "mountain".*

*These relieves represent what is left of the very long erosive processes carried out by the rivers during more than 200 million years, starting from a large highland that at the end of Triassic was joined with Central Africa plateaus (corresponding to what is now Congo). Tepui are amongst the tallest non-Andean relieves in the whole South American continent and many of them are amongst the least-explored areas in the whole planet. This is due mostly to one of their peculiar features, found in most of them: being surrounded by inaccessible vertical rock cliffs, several hundreds of meters tall. The best known amongst tepui is the Roraima-tepui, up to 2810 meters high, located at the border between Venezuela and Guyana; it was one of the first of Gran Sabana massifs to be explored by speleologists.*

*On the other hand, the Auyán-tepui can be found in the Bolivar state, in the southern part of Venezuela. This massif is particularly renowned due to the presence of the Salto Angel, the world's tallest waterfall, with its 942-meters drop. Such highland, more than 700 km<sup>2</sup> wide, stretches between 61° 00' and 62° 30' longitude West and between 5° 30' and 6° 00' latitude North. It represents one of the largest and typical examples of table-mountain within the whole Gran Sabana. The average altitude is around 2000 meters, its tallest peaks being up to 2800 meters, in the western side (altitudes are approximated, as there are no topographical maps reporting definite elevations). The plateau slopes down in a step-wise fashion towards NW, with a series of flat areas that reach the western edge at an altitude of approximately 1500 meters. The highest of them lay more than 2500 meters above sea level and represent the margins of an ancient erosion surface, which is thought to have formed during the Mesozoic. Dating such erosion palaeo-surface is quite difficult, because of the complete lack of chronological clues. We do have, however, some more information about the erosion surface located at an altitude of about 1000 meters, that basically makes up for the flat areas at the feet of the tepui. Such surface has been considered to be Cretaceous-Jurassic in age, due to the presence, in certain areas, of dated continental deposits. According to this hypothesis, the landscape we see today would have been originated mostly*

Localizzazione dell'area studiata: 1 - altopiano in quarziti (Formazione Matauì), 2 - rocce vulcaniche basiche; (SAN = Sistema Auyán-tepui Noroeste).

Location map of studied area: 1 - quartzite plateau (Matauì Formation), 2 - Basic volcanic rock; (SAN = Sistema Auyán-tepui Noroeste).



essi, di essere delimitati da inaccessibili pareti verticali alte diverse centinaia di metri. Il più noto tra questi rilievi è il Roraima-tepui, che raggiunge i 2810 m, situato al confine tra Venezuela e Guayana, e tra i primi massicci della Gran Sabana ad essere stato esplorato dagli speleologi.

L'Auián-tepui si trova invece nello stato di Bolivar, nella parte meridionale del Venezuela, ed è noto soprattutto per la presenza del celeberrimo Salto Angel, la cascata più alta del mondo, che presenta un salto di ben 972 m. Questo altopiano, vasto più di 700 km<sup>2</sup>, si estende tra i 61° 00' e i 62° 30' di longitudine W e tra i 5° 30' e i 6° 00' di latitudine N, costituendo uno dei più vasti e tipici esempi di montagna tabulare di tutta la Gran Sabana. L'altitudine media dell'altopiano è intorno ai 2000 m, con le massime elevazioni intorno ai 2800 m situate nel settore orientale (le quote sono indicative non esistendo carte topografiche quotate). L'altopiano digrada progressivamente verso NW con una gradinata di superfici pianeggianti situate a quote via via inferiori, sino a circa 1500 m di quota in corrispondenza dell'orlo occidentale.

Le spianate più elevate si trovano ad oltre 2500 m s.l.m. e rappresentano dei lembi residuali di un'antica superficie d'erosione, che si ritiene possa essersi formata durante il Mesozoico. La datazione di questa paleosuperficie d'erosione è alquanto problematica a causa della mancanza di qualsiasi indizio cronologico. Qualche elemento di datazione si ha invece per la superficie d'erosione situata intorno ai 1000 m di quota, che costituisce in pratica le zone pianeggianti poste ai piedi dei tepui. Tale superficie è riferita al Cretaceo-Giurassico per la presenza, in certe zone, di depositi continentali datati. Secondo queste ipotesi, il paesaggio, come lo vediamo oggi, si sarebbe modellato soprattutto tra il Giurassico e la fine del Cretaceo, cioè in concomitanza delle fasi iniziali di separazione tra il continente americano e quello africano.

Le superfici d'erosione a quote intermedie, che spezzano la continuità dei pianori sommitali, si sono originate probabilmente in epoche successive, con un lento processo di erosione influenzato dalle caratteristiche della roccia. In genere ogni spianata è determinata dalla presenza di livelli più resistenti all'erosione che spesso soggiacciono a strati a granulometria più fine caratterizzati da una maggiore erodibilità.

## 2. Geologia

Tutta l'area della Gran Sabana fa parte di quello che i geologi chiamano "Scudo della Guayana", un settore di crosta continentale tra i più antichi affioranti sulla superficie terrestre, costituito da rocce ignee o metamorfiche formatesi circa 3,5 miliardi di anni. A partire da non meno di due miliardi di anni fa, sopra queste rocce cristalline iniziarono a depositarsi i sedimenti limosi e sabbiosi portati dai fiumi che solcavano un antico e primitivo continente. Tale processo durò per alcune centinaia di milioni di anni, in ambienti di pianure alluvionali, delta fluviali e di mare poco profondo, portando all'accumulo di una coltre di sedimenti il cui spessore originario doveva raggiungere i 5 km. Nella parte inferiore, vicina cioè al basamento cristallino, le rocce hanno grana fine e sono costituite da siltiti e areniti stratificate e compatte per uno spessore di circa 1000 m. Al di sopra di questi sedimenti fini si trova un pacco, di circa 2000 m di spessore, di arenarie leggermente metamorfiche, cioè di rocce formate da sabbie compattate e ricementate, la cui principale caratteristica è di esse-

*between the Jurassic and the end of Cretaceous, that is, at the initial phases of the separation between the African and American continents.*

*The erosion surfaces found at intermediate altitudes, which interrupt the continuity of the uppermost plateaus, probably originated at later times, with a slow erosion process that was controlled by the features of the rock itself. Generally speaking, each flat area originates from the presence of layers that can resist erosion, often lying underneath other layers characterized by a finer particle size distribution and by a higher erodibility.*

## 2. Geology

*All the Gran Sabana area is part of what geologists call the "Guyana Shield", one of the most ancient sections of the continental crust reaching the Earth surface, made of metamorphic or igneous rocks that were created approximately 3.5 billion years ago. Starting from at least two billion years ago, silt and sand sediments began to deposit on top of these crystalline rocks, carried by the rivers that crossed an ancient and primitive continent. Such process lasted for hundreds of millions of years, in flood plains, river deltas and shallow seas, leading to the accumulation of up to a 5 km-thick coat of sediments. In its lower part, i.e., near to the crystal base, rocks have a fine grain and consist of mudstone and sandstone for a thickness of about 1000 meters. Above, there is a pack (approximately 2000 meters thick) of slightly metamorphic sandstones, that is, rocks made of compacted and re-cemented sands, whose main feature is to be made almost exclusively of quartz granules; in other words, a quartzite. Altogether, these ancient rocks are called Gruppo Roraima. The different features of the rocks found in the lower part of the Gruppo Roraima, compared to those found in the upper part, explain the origin of the tableland shape of the mountain ranges found in this zone. The main relieves, all the way from ground level to the top, are made of extremely hard quartzite, that are much harder to erode than the silty, clayey and sandy stones found at their basis. Since their formation, these rocks endured very little tectonic deformations, that is, the tectonic forces that lead to the formation of mountain ranges did not affect them. They were simply lifted, sometimes by several kilometres, while maintaining their horizontally layered structure.*

*The most relevant tectonic features occurring in the area are the large fractures, aligned along preferential directions that fragment the plateaus into four-sided prisms. In the studied areas, the main fractures (along which caves are also developed) are mostly oriented in a NNW-SSE and NE-SW fashion.*

## 3. Karst process

*The shape of the rocks found on the flat areas of tepui, quite peculiar from many points of view, were determined not only by erosion but also by solution processes. The presence of solution phenomena, affecting mostly the siliceous cement, led most Authors to define many of the landforms as "pseudo-karst". In reality, such definition should be limited to those that imitate actual karst forms under the geometrical point of view, but were formed through completely different processes. In the case of tepui, solution processes play a fundamental role in landscape modelling and therefore it would be more appropriate to talk about actual karst forms. Indeed, despite the very low solubility of the siliceous-clastic rocks, there are remarkable similarities*

re costituite quasi interamente da granuli di quarzo; si tratta cioè di quarziti. Nell'insieme queste antiche rocce sedimentarie sono dette Gruppo Roraima.

Le differenti caratteristiche delle rocce della parte bassa del Gruppo Roraima, rispetto a quelle della parte alta, sono all'origine della forma tabulare dei rilievi montuosi di questa zona. I rilievi principali, a partire dal piede delle pareti sino alla sommità del plateau, sono, infatti, costituiti dalle durissime rocce quarzitiche, assai più resistenti all'erosione delle rocce siltose, argillose e arenacee della parte basale.

Queste rocce, dal momento della loro formazione, hanno subito ben poche deformazioni tettoniche, non sono cioè state soggette a spinte e pressioni tettoniche, quali quelle che portano alla formazione delle catene montuose. Esse sono state semplicemente sollevate, anche di diversi km, mantenendo un assetto a strati orizzontali.

Gli elementi tettonici più significativi presenti sono le grandi fratture, allineate secondo direzioni preferenziali, che frammentano gli altopiani in prismi di forma quadrangolare. Nelle aree studiate le fratture principali, lungo le quali si sviluppano anche le grotte, hanno direzione prevalente NNW-SSE e NE-SW.

### 3. Il fenomeno carsico

Le forme con cui sono modellate le rocce che si ritrovano sulle spianate dei tepui, per molti aspetti assolutamente peculiari, sono dovute a processi non solo erosivi ma anche dissolutivi. L'esistenza di fenomeni di dissoluzione, essenzialmente a scapito del cemento siliceo, ha portato molti autori a definire "pseudocarsiche" molte delle forme presenti. In realtà l'uso del termine pseudocarsico andrebbe limitato a quelle forme che solo da un punto di vista geometrico imitano le forme carsiche vere e proprie, ma che si sono formate in seguito a processi completamente diversi.

*between the landforms found in the tepui and those found in limestone karst landscapes, similarities that are not just geometrical but also functional.*

*Although the mechanism of solution of siliceous cement is not wholly clarified yet, the mid-low acidic pH (around 3.5-4, that does not facilitate silica solution) and the low SiO<sub>2</sub> found in the waters suggest that time is a key player in this particular type of karst phenomena. These tablelands have been experiencing, in fact, a slow morphological evolution, in a state of almost complete tectonic calm, for possibly 100-150 million years. This circumstance provides a very long time also for the development of small-size forms.*

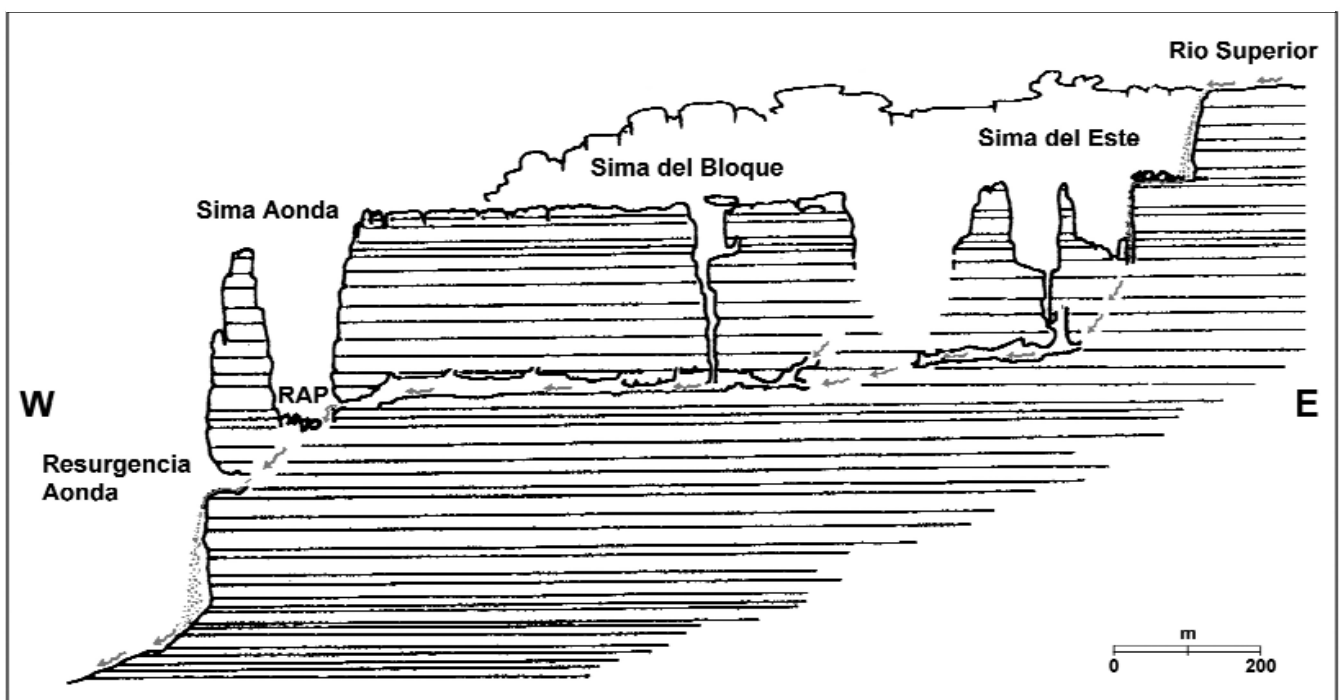
*The situation must have remained fairly stable also from a climatic point of view, as this part of the South American continent has been part of the inter-tropical zone at least since the Cretaceous. Finally, the modest slope of the top plateau lessens the purely mechanical erosive effects of running waters, with the exception of the beds of the torrents, while favouring at the same time the processes of chemical degradation of the rocks.*

### 4. Caves formation

*The sima are certainly the most noticeable morphological aspect found on the top plateaus of tepui. These are large cracks with an enclosed perimeter, usually elongated in the same direction as the fractures they originated from. For example, the Sima Aonda, the largest sima known so far, is 350 meters deep for a length of about 500 meters and a width of one hundred. Many sima are deeper than 100 meters.*

*Sima are more frequently found towards the edges of the tepui and represent the initial stage of the long lasting process of surface modelling that leads to the formation of the erosion areas found between the top surfaces and the valley level. Although they originate from tectonic fractures, their formation is mostly linked to solution and erosion processes, coupled with collapses of under-*

Profilo schematico del sistema Aonda (RAP = Resurgencia Ali Primera). Sketch profile of sistema Aonda (RAP = Resurgencia Ali Primera).



Nel caso dei tepui, i processi di dissoluzione hanno un ruolo determinante nel modellamento del paesaggio, e pertanto è più corretto parlare di forme carsiche vere e proprie.

In effetti, a dispetto della bassissima solubilità delle rocce silico-clastiche, le somiglianze tra le forme presenti sui tepui e quelle dei paesaggi carsici in rocce calcaree sono notevoli e non sono solo geometriche ma anche funzionali.

Benché il meccanismo di dissoluzione del cemento siliceo non sia ancora del tutto chiaro, i pH mediamente acidi (intorno a 3,5-4), che quindi non facilitano la dissoluzione della silice, e i bassi tenori di  $\text{SiO}_2$  riscontrati nelle acque da noi analizzate, fanno supporre che per lo sviluppo di questo particolare tipo di fenomeni carsici sia stato determinante il fattore tempo. Questi altopiani, infatti, sono in lenta evoluzione morfologica, in uno stato di quasi assoluta quiescenza tettonica, da forse 100, 150 milioni di anni. Questa circostanza mette a disposizione tempi molto lunghi anche per lo sviluppo di forme a piccola scala.

Anche da un punto di vista climatico la situazione deve essersi mantenuta relativamente stabile sino ad oggi, infatti, questa parte del continente sudamericano si trova all'interno della fascia intertropicale almeno dal Cretaceo. Infine la bassa pendenza dei pianori sommitali attenua gli effetti erosivi puramente meccanici delle acque correnti, ad esclusione che negli alvei dei torrenti, favorendo, al contempo, i processi di degradazione chimica delle rocce.

#### 4. La formazione delle grotte

L'elemento morfologico più appariscente che si riscontra sui plateau sommitali dei tepui è sicuramente rappresentato dalle *sima*. Si tratta di grandi spaccature a perimetro chiuso, solitamente allungate in direzione delle fratture da cui si sono originate. Le loro dimensioni sono talvolta impressionanti. La Sima Aonda, ad esempio, la maggiore tra quelle conosciute, ha una profondità di 350 m per circa 500 di lunghezza e un centinaio di larghezza. Molte sono quelle con profondità superiori ai 100 m. Le *sima* sono più frequenti verso i margini dei tepui e rappresentano lo stadio iniziale del lungo processo di modellamento superficiale che porta alla formazione dei ripiani di erosione posti tra le superfici sommitali e il fondo valle. Anche se esse hanno origine da fratture di natura tettonica la loro formazione è legata soprattutto a processi dissolutivi ed erosivi accompagnati da crolli di cavità sotterranee. Il processo può essere così riassunto. Nelle aree perimetrali dei *plateau*, in prossimità delle pareti, si hanno fenomeni di distensione delle masse rocciose, che portano all'apertura di numerose fratture. L'acqua che vi s'infiltra attacca il cemento siliceo disgregando la roccia. Perché possa formarsi una cavità occorre che la roccia alterata sia asportata dal basso, e questo può succedere solo esiste una via sotterranea di evacuazione. In genere questa si forma in corrispondenza di livelli più erodibili. Molte grotte, in effetti, si estendono in profondità sino ad un'importante variazione litologica dove si ha un piano di drenaggio orizzontale delle acque assorbite.

Nel tempo le spaccature tendono ad assumere dimensioni sempre maggiori, soprattutto per crolli, e ad espandersi lungo le discontinuità più importanti.

Un *sima* diventa a sua volta una zona di distensione della massa rocciosa, e permette la formazione di nuove spaccature "satellite", sempre per distensione.

RESURGENCIA  
ALI PRIMERA



0 25 50  
m

Survey: LA VENTA  
1993-1998  
graphic: L. Piccini

RESURGENCIA  
ALI PRIMERA

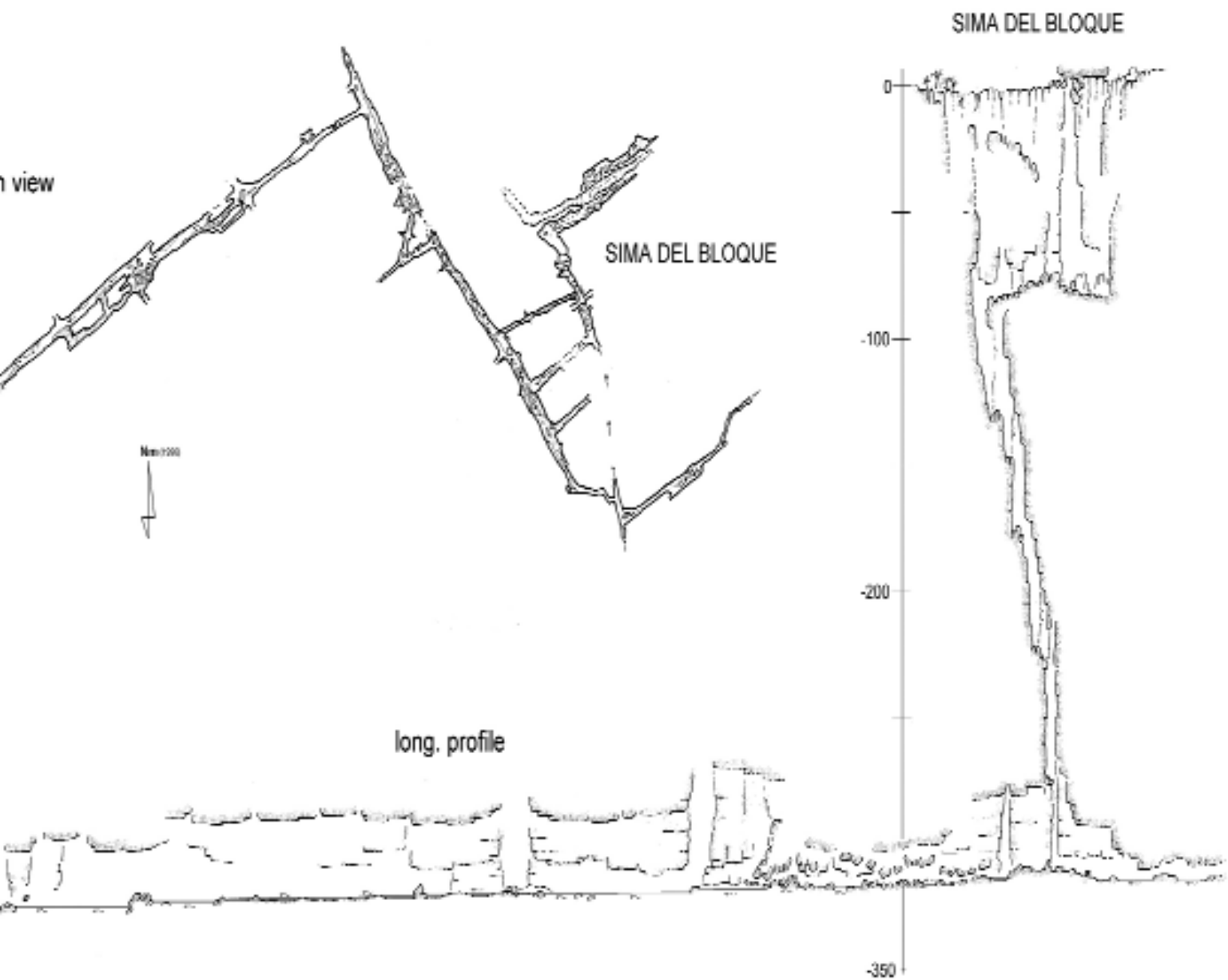
SIMA  
AONDA



ground caves. The process could be summarized as follows: along the perimeters of the plateaus, near the rock walls, there are phenomena of rock destressing that eventually lead to the formation of many fractures. The water that penetrates inside them attacks the siliceous cement and softens the rock. To form a cavity, the altered rock must be removed from below, something that can happen only in the presence of an underground drainage. In general, this happens within the most erodible layers. Indeed, many caves deepen until they find a major lithologic change, where there is a horizontal drainage for the absorbed waters.

In time, cracks tend to widen more and more, especially because of collapses, and to expand along the most important discontinuities. A *sima* then becomes in itself an area of rock destressing, thereby allowing the formation of new "satellite" cracks. The progressive merging of several cracks leads to the formation of deep canyons, opened towards the valley, which then becomes bigger and more branched by capturing more *sima*. In the end, large, isolated quadrangular towers replace the original tableland. In time, the latter ends up collapsing, thereby originating a chaotic mass of colossal boulders. These are then progressively eroded,





L'unione progressiva di più spaccature porta alla formazione di profondi canyon aperti verso valle che progressivamente si ampliano e si ramificano catturando altre *sima*, sino a che dell'altipiano originario rimangono delle grosse torri quadrangolari isolate. Queste torri finiscono prima o poi per crollare dando origine a caos di blocchi di dimensioni colossali. I blocchi sono progressivamente erosi mettendo a nudo il ripiano che si è andato formando al di sotto di essi in corrispondenza di livelli più resistenti all'erosione e in cui ha già avuto inizio un nuovo ciclo che porterà alla formazione di un altro ripiano a quota inferiore.

### 5. Le grotte esplorate

Le grotte esplorate possono essere ricondotte a tre tipi diversi: grandi voragini di crollo, pozzi-frattura ed inghiottitoi. Le prime si presentano con pozzi a cielo aperto di grandi dimensioni (*sima*), profondi anche 300 m, al cui fondo si trovano grandi accumuli di frana. I pozzi-frattura, hanno dimensioni assai minore, in pianta, ma possono essere altrettanto

*exposing the plateau that formed underneath, at the level of the erosion-resistant layers. Here starts a new cycle that will eventually lead to the formation of another plateau at a lower altitude.*

### 5. Explored caves

*The explored caves belong to three different types: large collapse chasms, fracture-shafts, and sinks. The former two are the *sima*, large, open-ceiling shafts, up to 300-meters deep, with rockfall debris at the bottom. Width-wise, fracture shafts are generally smaller, but they can be just as deep. Usually they begin as elongated crevasses, a few meters wide and some tens of meters long. Their size tends to increase with depth and usually they lead to collapse cavities. Sinks are more rare and generally small-sized. Amongst the cavities we explored during the 1993 and 1996 expeditions, the Sistema Auyán-tepui Noroeste is the most complex. The active entrance to the system (Sumidero del Rio Pintado) leads to an underground canyon, several tens of meters high and 2-4 meters wide, that ends up in a large hall created by repeated collapses. These environments always have a quadrangular shape, and, having walls shaped along fracture surfaces and*

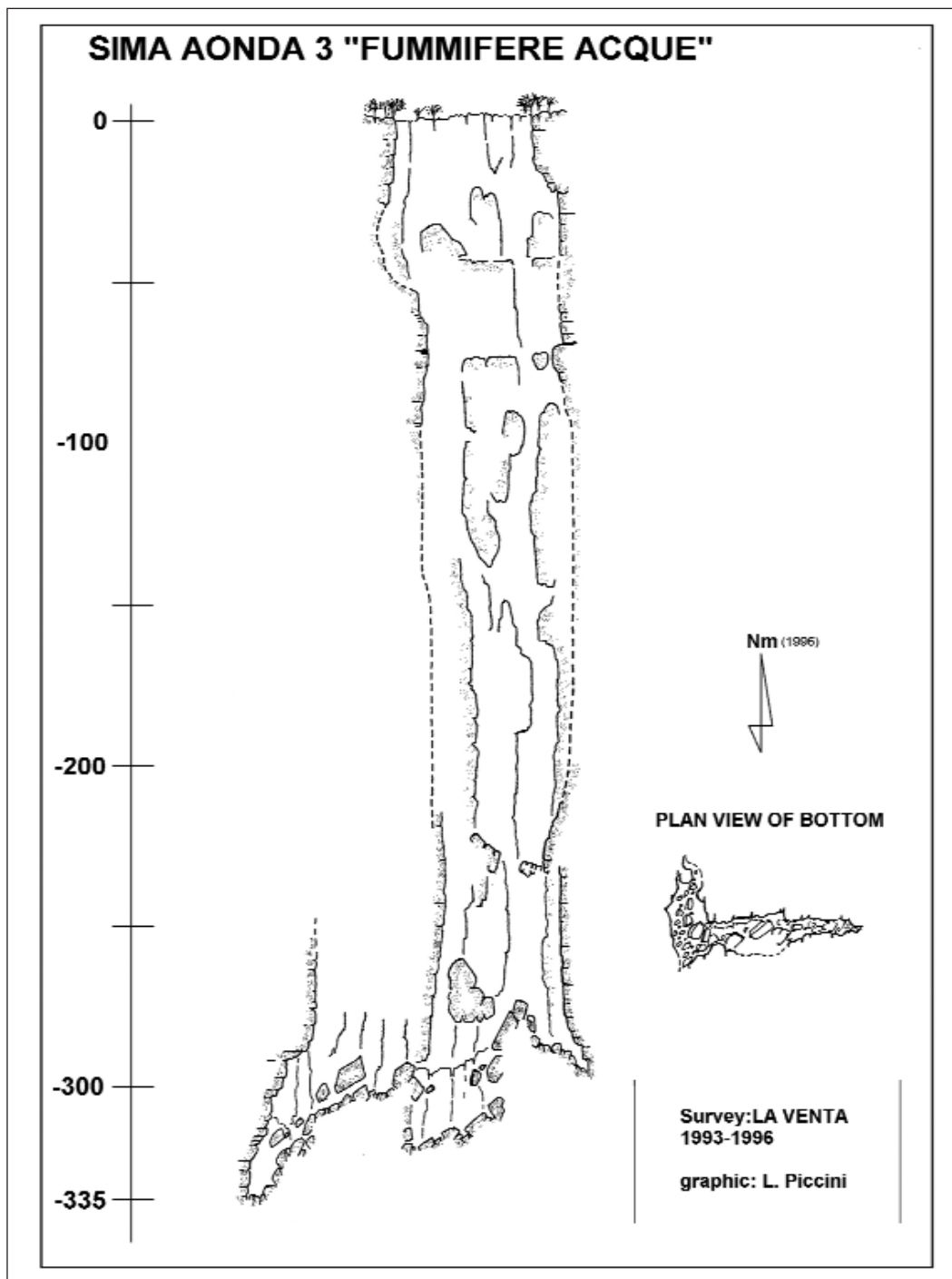
profondi. In genere hanno inizio in forma di crepacci, di forma allungata, larghi pochi metri e lunghi qualche decina. Le dimensioni tendono ad aumentare in profondità e solitamente immettono in ambienti di crollo. Gli inghiottitoi sono più rari e hanno in genere dimensioni modeste.

Tra le cavità esplorate nel corso delle spedizioni del 1993 e del 1996, quella più complessa è il Sistema Auyán-tepui Noroeste.

L'ingresso attivo del sistema (Sumidero del Rio Pintado) immette su di un canyon sotterraneo, alto alcune decine di metri e largo da due a quattro, che si getta in una grande sala, formata per crolli successivi. Questi ambienti hanno sempre forma quadrangolare con pareti verticali impostate sulle superfici di fratture e soffitti orizzontali lungo i giunti di strato e quindi si trovano in condizioni di elevata instabilità. Nelle parti profonde del sistema si raggiunge un collettore che scorre in una forra alta sino a 50 m e larga mediamente intorno a 4-5 m. Nella parte bassa della forra, la presenza di un livello di roccia più erodibile ha permesso lo sviluppo di nicchie laterali e piccole gallerie laterali connesse con la forra principale.

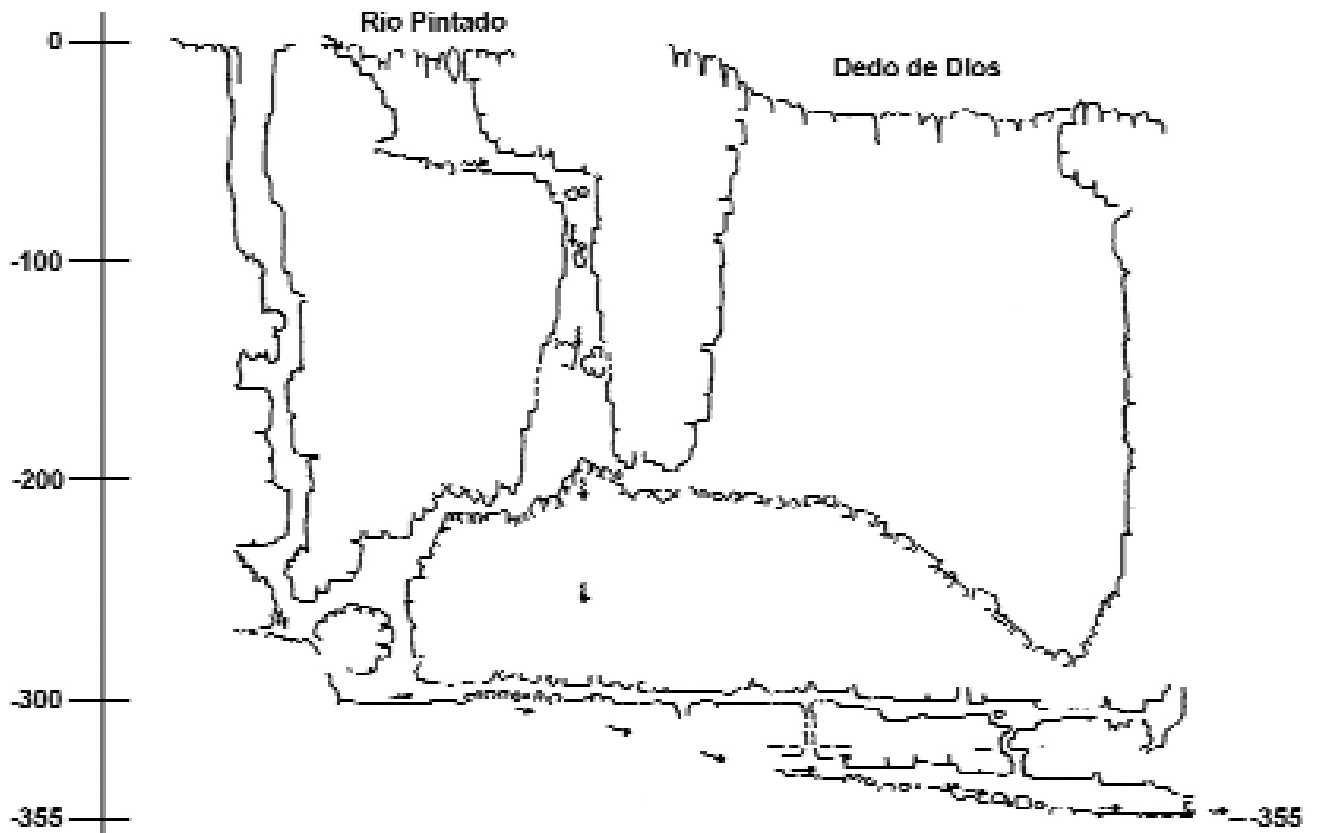
L'altro grande sistema esplorato è quello della Sima Aonda. La Sima Aonda, di per sé, non è propriamente classificabile come grotta, poiché le sue dimensioni in pianta sono maggiori della profondità, che dal bordo inferiore è di circa 280 m. Si tratta quindi di una forma superficiale, di origine complessa, assimilabile per certi versi ad una dolina di crollo. La vera grotta è quella che si apre quasi al fondo della depressione, da noi denominata Resurgencia Ali Primera, dal cui ingresso esce il collettore sotterraneo che drena tutta la piattaforma Aonda e che ha origine da un inghiottitoio posto circa 1,5 km a est. Il collettore è stato seguito da valle per circa 1 km ed è stato raggiunto anche dall'alto calandosi nella Sima del Bloque, una cavità profonda 300 m, situata poche centinaia di metri a NE della Sima Aonda.

Nella stessa zona esistono molte altre voragini, per lo più già rilevate dai venezuelani negli anni '80. Tra quelle esplorate da noi ricordiamo la Sima "O corpuscolo" e la Sima "Fummifere



*horizontal ceilings along bedding surfaces, are extremely unstable. Deep inside the system one can reach a cave stream that flows inside a gorge up to 50 meters high and 4-5 meters wide. In its lower part, the presence of a layer made of more erodible rock allowed the formation of side niches and small lateral tubes connected with the main gorge. The other large, explored system is Sima Aonda's system. Per se, the Sima Aonda chasm could not be classified as a proper cave, as its horizontal length is larger than its depth (the latter being 280 meters from the lower edge). It is therefore a surficial structure, with a complex origin, that in some aspects resembles a large sinkhole. The real cave, which we named Resurgencia Ali Primera, is almost at the bottom of the depression; its entrance is the exit point of the underground catchment that drains the whole Aonda platform and originates from a sinkhole located approximately 1.5 kilometres to the East. The stream has been followed for about one kilometre upstream; it has also been reached from above, descending inside Sima del Bloque, a 300-meter-deep cavity located a few hundreds of meters North-*

## SIMA AUYANTEPUI NOROESTE



Acque”, profonde rispettivamente 325 m e 335 m. In un settore vicino, nel 1993, è stata esplorata invece la Sima Churun, profonda quasi 300 m, ove esistono concrete possibilità di prosecuzione.

*East of Sima Aonda.*

*In the same area there are many other large shafts, most of which have already been mapped by the Venezuelans during the 1980s.*

*Amongst those we explored we can mention the Sima “O corpuscolo” and the Sima “Fummifere Acque”, 325 and 335 meters deep, respectively. In a nearby sector there is the Sima Churun, almost 300 meters deep; it was explored in 1993 and there is a real possibility of continuing the exploration. •*

## SIMA AUYANTEPUI NOROESTE



## Tabella

Grotte esplorate nel corso delle spedizioni "Tepui 93" e "Tepui 96".

Caves explored during "Tepui 93" and "Tepui 96" expeditions.

nome /name	Wlong.	N lat.	quota m s.l.m. elevation m a.s.l.	sviluppo length, m	dislivello depth, m
Bo.87 - <i>Sima Auyán-tepui Noroeste</i>	62°40'40"	6°00'18"	1660	2950	-355 +15
Bo.88 - <i>Sima Auyán-tepui Norte 2 (S. Churun)</i>	62°36'02"	6°01'13"	1500	541	-297
Bo.8 - <i>Sima del Eloque - Ali Primera</i>	62°36'47"	6°01'06"	1475	1880	-352
Bo.84 - <i>Sima Aonda 3 (Fumifere Acque)</i>	62°36'55"	6°01'00"	1475	420	-335
Bo.83 - <i>Sima Aonda 2 (O Corpuscolo)</i>	62°36'46"	6°00'53"	1475	1050	-325
Bo.89 - <i>Sima Este 4</i>	62°36'45"	6°01'04"	1475	280	-210
Bo.85 - <i>Sima Aonda 4</i>	62°36'45"	6°01'02"	1455	1475	-80

### Bibliografia/bibliography

- Bellomo R., S. Gori, I. Rigamonti, P. Tognini, G. Trezzi & P. Forti., "Il Sistema "Aonda Superior" dell'Auyántepui". Resoconto della spedizione speleologica italiana "Venezuela 92". El Guácharo, Soc. Venezolana Espeleol., 33,1994: 1-93.
- Bernabei T. (Coordinatore), "Tepuy '93". Progressione, C. G. E. Boegan, Trieste, 30, 1994: 1-120.
- Bernabei T., M.Mecchia, P. Pezzolato, L. Piccini & E. Preziosi, "Tepuy '93; ancora Venezuela". Speleologia, Soc. Spel. Ital., 29,1993: 8-23.
- Briceño H.O. & Schubert C., "Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield, Southeastern Venezuela". Geomorphology, 3, 1990: 125-141.
- Doerr S. H., "Karst-like landforms and hydrology in quartzites of the Venezuelan Guyana shield: Pseudokarst or "real" karst?". Z. Geomorph. N. F., 43, 1,1999: 1-17.
- Galán C., "Cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del Grupo Roraima, Guayana, Venezuela". Bol. Soc. Venezolana Espeleol., 23, 1988: 1-12.
- Galán C. & Lagarde J., "Morphologie et evolution des cavernes et formes superficielles dans les quartzites du Roraima (Venezuela)". Karstologia, 11-12: 49-59.
- Ghosh S., "Geology of the Roraima Group and its implication". Bol. Geol., Caracas, Pub. Esp., 10, (1985), 1988: 33-50.
- Gori S., M. Inglese, P. Tognini, G. Trezzi, Rigamonti I., "Auyán-tepui, speleologia tropicale nelle quarziti". Speleologia, Soc. Spel. Ital., 28,1993: 23-33.
- Mecchia M., Piccini L. & Preziosi E., "Idrogeologia dei sistemi Aonda, Auyántepuy Noroeste, Auyántepuy Norte 2". Progressione, C. G. E. Boegan, Trieste, 30, 1994: 27-33.
- Piccini L., "Karst in siliceous rock: karst landforms and caves in the Auyán-tepui massif (Est. Bolívar, Venezuela)". Int. Journ. Spel., 24 (Phys.), 1(4), 1995: 41-54.
- Piccini L., Mecchia M. & Preziosi E., "Aspetti geologici e geomorfologici del settore nord-occidentale dell'Auyán-tepui (Est. Bolívar - Venezuela)". Progressione, C. G. E. Boegan, Trieste, 30, 1994: 14-26.
- Piccini L., Mecchia M., "Hydrogeology and SiO<sub>2</sub> geochemistry of the Aonda Cave System, Auyán-tepui, Bolivar, Venezuela". Bol. Soc. Venezolana Espel. (33), 1999:1-11.
- Szczerban E. & F. Urbani F., "Carsos de Venezuela. Parte 4: Formas cársticas en areniscas precámbricas del Territorio Federal Amazonas y estado Bolívar". Bol Soc.Venezolana Espeleol., 5, 1974: 27-54.
- Urbani F., "Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela". Interciencia, Caracas, 11 (6), 1986: 298-300.
- Urbani F., "Algunos comentarios sobre terminología kárstica aplicada a rocas silíceas". Bol. Soc. Venezolana Espeleol., 24, 1991: 5-6.
- Wray R. A. L., "Quartzite dissolution: karst or pseudokarst?". Cave and Karst Science, 24(2), 1997: 81-86.