

Giuseppe SAVINO
Il progetto "Cuatro Ciénegas 2000"
The "CuatroCiénegas 2000 project"
Estratto da: Kur, 1, 2003,
reprinted from: Kur, 1, 2003

KUR

Allegato tecnico - *Technical notes*



IL PROGETTO "CUATRO CIÉNEGAS 2000"

Giuseppe Savino

È nato nel 1998 a seguito di due pre-spedizioni e si è concretizzato con l'organizzazione di tre missioni, nel 2000, 2001 e 2002.

Il motore che ha spinto molto per lo sviluppo del progetto "Cuatro Ciénegas 2000" è stata la volontà di svelare un segreto, di capire quali meccanismi permettono a circa 165 pozze di alimentarsi di acqua, bene lì pressoché assente; di capire, in sostanza, che connessione esiste fra quelle pozze e il sistema idrogeologico e carsico di quell'area.

Di qui l'idea di esplorare e condurre ricerche speleo-carsiche nella piana di Cuatro Ciénegas, un fazzoletto di terra messicana grande quasi quanto una delle nostre regioni: 10.000 chilometri quadrati. È così grande l'area investigata, e tanto difficile la logistica che necessita per esplorarla: viabilità quasi inesistente, territorio difficile, grande povertà d'acqua. E questo grazie anche alle sierre che, come una corte protettiva, circondano la piana, e che dai 700 m s.l.m. schizzano sino a toccare i 3000 m di quota.

Un'azione esplorativa combinata, speleologica sulle montagne e nei tanti canyon che le incidono e speleo-subacquea nei laghetti della piana, ha permesso di topografare circa 8000 metri di gallerie ipogee e rilevare le principali pozze.

È importante sottolineare come le ricerche che sono state condotte hanno un valore che, si spera, vada anche oltre la comprensione degli aspetti geologici e idrogeologici dell'area investigata. I risultati ottenuti, infatti, costituiscono un bagaglio di conoscenze inteso come possibile strumento per la tutela delle pozze ormai continuamente minacciate da impoverimento e salinazione delle acque.

Altri filoni di ricerca, satelliti importanti di quello principale, sono quelli archeologici e mineralogici.

Interessanti e in corso di studio e approfondimento sono state infatti le scoperte di ben conservate pitture rupestri, oltre a siti adibiti ad antichi cimiteri sicuramente di origine precolombiana.

Gli aspetti mineralogici, invece, riguardano le strette correlazioni che le grotte hanno con l'attività estrattiva visto che queste ultime sono state miniere di guano e fluorite. Molti campioni prelevati durante le spedizioni hanno permesso l'identificazione di minerali di grotta e alcuni di essi rappresentano delle vere novità dal punto di vista scientifico.

Le ricerche sono tutte condotte in collaborazione con le principali istituzioni messicane e fra queste la CONABIO (Commissione Nazionale per la Biodiversità), l'UNAM (Istituto di Ecologia dell'Università di Città del Messico) e, soprattutto, con i ricercatori dell'Area Naturale di Protezione di Flora e Fauna di Cuatro Ciénegas (diretta dalla SEMARNAT).

Già, perché parte dell'area investigata, dal 1994, è protetta e questo grazie ai molti laghetti i cui habitat sono una vera meraviglia: flora e fauna endemiche e colori da sogno.

Ma vediamo un po' di conoscere i particolari.

THE "CUATRO CIÉNEGAS 2000" PROJECT

The project was born in 1998 and became reality with two pre-expeditions, organized in order to evaluate on-site the potentialities of the area. Two expeditions have been carried out since then, in 2000 and in 2001. At the time of this writing, a third one is being organized for October 2002. The driving force for the development of the plan "Cuatro Ciénegas 2000" has been the will to reveal a secret, to understand the mechanisms that allow the existence of approximately 165 pools in an area where water is pretty much absent. In short, to understand the connection between those pools and the hydrogeologic and karst system of that area. This is the origin of the idea of carrying out speleological and karst explorations of the "Cuatro Cienegas" Plain, a patch of Mexican land with an area of 10000 square km: nearly as big as one of our "Regioni". The area we have to survey is very large and the logistics we need to set up to explore it is quite difficult: virtually no roads, harsh terrain, and almost no water. All of this thanks also to the Sierras that, like a protective shield, surrounds the plain skyrocketing from 700 to 3000 meters above sea level.

A combined exploration (i.e., speleological on the mountains and in the many canyons that cross them and scuba-diving in the many lakes of the plain) has allowed us to map out approximately 8000 meters of underground tunnels and 60 caves, besides the main pools. The measurements we took are an important piece of information towards the understanding of the latter.

It is important to emphasize that the researches that are being carried out have a value that, hopefully, will go beyond the understanding of the geologic and hydro-geological aspects of the investigated area. We believe that the information we gather could be a tool towards the safeguard of the ponds, now constantly threatened by a dwindling water supply and increasing water salinity. Archaeology and mineralogy studies are satellite, yet still important, fields of research. In this regard, some interesting examples are represented by the discovery of well-preserved cave paintings and of pre-Colombian burial sites, both of which are presently being studied. Mineralogy analyses, on the other hand, deal with the close relationship between the caves and mining activity, as the former were often used as guano and fluorite mines. The many samples taken during the 2000 and 2001 expeditions allowed us to identify many cave minerals, some of which represent real scientific novelties.

All the researches have been carried out in collaboration with the main Mexican institutions, amongst which are the CONABIO (National Committee for Biodiversity), UNAM (University of Mexico City Ecology Institute) and, above all, with the researchers of the Cuatro Ciénegas' Natural Park for Animal and Plant Protection (directed by SEMARNAT).

In fact, part of the area that is being investigated has been

Inquadramento dell'area.

La Valle di Cuatro Ciénegas, dal nome della vicina cittadina, è ubicata nello Stato di Coahuila (Nord del Messico), a poche decine di chilometri dalla sua capitale, Saltillo.

Il clima è arido e le temperature sono caratterizzate da forti escursioni che variano dai 0°C invernali ai 44°C nel periodo estivo, per una media annuale di 22°C. Bassissimi i livelli di precipitazione: solo 200 mm di pioggia l'anno.

La piana è posta ad una quota di circa 700 m slm, ha un'estensione di circa 10000 chilometri quadrati ed è circondata da un anello montano che da quella quota si eleva sino a 3000 metri di altitudine.

Sierra la Purissima, Sierra San Vicente, la Menchaca, la Madera, la Fragua e San Marcos y Pinos sono le montagne che circondano la valle e tutte sono fortemente scolpite da profonde incisioni costituite dagli innumerevoli canyon, la cui presenza costituisce una delle peculiarità di quest'area.

Alla base delle catene montuose e nel centro della piana l'altra grande presenza: circa 165 pozze di acqua sorgiva, il grande mistero di questo luogo e, pertanto, uno dei motivi per l'Associazione La Venta di interesse esplorativo e scientifico.

Da un punto di vista geologico l'area di Cuatro Ciénegas sembra essere di facile lettura.

Lunghe dorsali morfostrutturali che emergono dalla pianura sono un po' la caratteristica dell'area le cui pieghe sono fortemente incise da canyon e valli trasversali.

Il Calcare del Cretaceo è il litotipo che fa da padrone con minori presenze di livelli marnoso-siltosi e piccole lingue di gesso.

Gli strati dei calcari sono ben evidenti ed hanno una potenza variabile dai pochi centimetri al metro e oltre.

Un grande contributo alla formazione geologica di quest'area è anche stata data da una importante attività vulcanica che, nei periodi seguenti, grazie a collegati fenomeni idrotermali, ha consentito l'origine di mineralizzazioni che hanno interessato i livelli più profondi della successione carbonatica.

La valle di Cuatro Ciénegas è probabilmente il risultato del prosciugamento di grandi conche endoreiche dovuto soprattutto al periodo climatico più secco succeduto ad uno maggiormente ricco di precipitazioni. In tale periodo le acque meteoriche hanno determinato le profonde e numerose incisioni dei rilievi e il conseguente riempimento delle conche con depositi detritici e alluvionali.

A differenza delle interpretazioni geologiche dell'area, quelle relative alla genesi e allo sviluppo del carsismo sono invece piuttosto complicate e ancora in fase di studio e approfondimento.

Un dato però è certo e cioè che si tratta di un carsismo antico che ha visto il pieno della propria attività in periodi molto lontani. Le forme carsiche tipiche di superficie (doline e campi solcati) sono pressoché assenti. Timide apparizioni di karren sono riscontrabili solo in quota, lungo le dorsali ove i suoli sono scarsamente coperti e il nudo calcare è molto presente.

Anche il carsismo profondo non è molto sviluppato, a differenza invece di una gran quantità di grotte (non tutte esplorate) dagli sviluppi articolati nei giunti di strato e i cui ingressi si aprono spesso lungo le alte pareti dei canyon. Alla base delle stesse pareti, sempre nei canyon, storie litologiche diverse rispetto alle sorelle hanno permesso ad alcune cavità di svilupparsi in modo più significativo. Infatti ad una prima fase dello sviluppo del carsismo di tipo freatico, cioè in condizione di acqua in pressione, è seguita una di approfondimento vadoso.

Probabilmente il litotipo difficilmente carsificabile non ha permesso alle acque di approfondire ma di scorrere creando così una discreta rete di gallerie.

Molte di queste grotte hanno probabilmente subito un'azione di smantellamento di parte dei reticoli ipogei e ciò a seguito di continui mutamenti del paesaggio. E sicuramente l'azione generatrice dei molti canyon ha operato in questo senso, visto che questi

protected since 1994, thanks to the many small lakes and their wonderful natural habitats: endemic animals and plants in a dream-like color palette.

Geographic features

Let's now try to get more detailed picture. The Cuatro Ciénegas Valley, named after the nearby town, is located in the Coahuila State (in northern Mexico), a few dozens of kilometers from its Capital city, Saltillo.

The climate is dry and the temperatures are characterized by drastic variations, ranging from 0 °C in winter to 44 °C in the summer with a yearly average of 22 °C. Rainfalls are very scarce: just 200 mm per year. The 10000 sq. kilometer plain is located at approximately 700 meters above sea level and is surrounded by a ring of mountains that reach an altitude of 3000 meters.

All the mountains that surround the valley, Sierra la Purissima, Sierra San Vicente, la Menchaca, la Madera, la Fragua and San Marcos y Pinos, are deeply carved by countless canyons, whose presence is one of the peculiarities of the area. Another significant presence lies at the foot of the mountains, at the center of the plain: the some 165 ponds of spring water. They represent one of the great mysteries of the area and for this reason they are therefore one of the reasons for the scientific end explorative interest of the La Venta Association.

From a geologic point of view, the Cuatro Ciénegas area seems to be easy to read. Long morpho-structural ridges that emerge from the plain characterize the area, whose folds are deeply engraved by canyons and transversal valleys. The Cretaceous limestone is the main lithotype of the area, which also shows lesser amounts of marl-siltite levels and of small gypsum tongues. Limestone layers are quite evident and their thickness ranges from a few centimeters to more than a meter. Another relevant contribution to the geologic origin of the area came from remarkable volcanic activity correlated to hydrothermal phenomena. In time, these two factors led to the formation of mineralizations in the deeper layers of the carbonate progression. It is likely that the Cuatro Ciénegas Valley originated from the draining of large endorheic basins, mostly because of the dry climate that had followed a more wet period. During that time, rainfalls led to the formation of the many deep etches in the mountains and the consequent filling of the basins with alluvium.

As opposed to the geologic interpretations, the theories about the genesis and the development of the karstic phenomena in the area are rather complicated and are still under study. One thing is for sure, though: It is a very ancient karstification that had its peak in remote times.

The typical surface karstic structures, dolines and karren, are virtually absent. Tiny examples of karren can only be found at higher altitudes along the ridges, where the soil is scarcely covered and bare limestone is very abundant.

Deep karst is not very developed either. On the other hand, many complex caves (not all of which have been explored) can be found at the junction layers; their entrances often open along the high faces of the canyons. Some of the caves, located at the foot of the canyon walls, had a different lithic history that led to a more significant development. In particular, a phase of vadose deepening followed initial phreatic karst development (i.e., with water under pressure). Likely, the creation of the fair-sized network of tunnels is linked to the hard-to-karstify lithotype, which prevented the waters from seeping through, forcing them to flow.

The constant changes in the landscape probably led to the destruction of part of the underground networks. For example, the formation of the many canyons, which often cut

ultimi, spesso, hanno interrotto antichi collettori carsici. Sono state esplorate e rilevate anche grotte di chiara origine idrotermale.

Tale genesi è imputabile a particolari caratteri morfologici di alcune cavità, i cui ambienti dalle volte rotondeggianti e dai segni di lenti scorrimenti idrici ne comproverebbero la tesi.

Le esplorazioni.

Le attività esplorative si sono mosse in due direzioni, quella speleologica nelle grotte e nelle miniere e quella speleo-subacquea nelle pozze.

Sono state rilevate circa 65 cavità per uno sviluppo di 8000 metri di reticoli carsici; le esplorazioni hanno interessato in modo particolare i canyon che, numerosi, solcano i gruppi montuosi che coronano la valle di Cuatro Ciénegas.

Uno dei più importanti canyon e fra i maggiormente investigati è denominato "El Pedregoso". Esso solca in modo pronunciato la "Sierra La Purissima", a SE di Cuatro Ciénegas, e ivi sono state riscontrate grotte dalle diverse morfologie e formazione.

Molte le grotte su parete. Esse, non di grandi dimensioni, si sono formate perlopiù lungo giunti di strato e sono caratterizzate da reticoli scavati da acque in pressione che lasciano pensare ad un antico livello di falda.

Alla base delle pareti, invece, sono state esplorate grotte dagli sviluppi più considerevoli: "Cueva el Pedregoso" e "Cueva la Tinaja", per esempio.

Entrambe le cavità sono state anche importanti miniere per l'estrazione di guano e sono caratterizzate da una serie di ambienti e gallerie dalle dimensioni significative e accomunati dallo stesso destino. Tutte, infatti, sembrano essere state intercettate dall'approfondimento del canyon.

Un altro canyon, "El Rosillo", ha dato il nome a due cavità esplorate: "Cueva Rosillo 1" e "Cueva Rosillo 2".

Un grande portale costituisce l'ingresso della n. 2 delle "Rosillo", il resto risulta essersi sviluppato nell'interstrato e ha uno sviluppo non considerevole.

La n. 1, invece, si snoda lungo un'unica galleria per un totale di circa 1000 metri di sviluppo e con ambienti al suo interno veramente di tutto rispetto: i tunnel sono larghi anche 15 metri per altezze che toccano i 20.

Anche questa cavità è stata sede di grande lavoro da parte dei "mineros" che cavavano guano e fluorite ed è stata oggetto di ulteriori esplorazioni soprattutto per prelevare campioni di roccia. Tale campionamento ha confermato i risultati già ottenuti con le precedenti spedizioni quando alcuni saggi raccolti hanno permesso di identificare vari minerali di grotta fra cui alcuni di nuova conoscenza.

Gli studi sono condotti in collaborazione con i Dipartimenti di Scienza della Terra delle Università di Bologna e di Modena-Reggio.

Un'altra grotta-miniera è la "Cueva San Vicente" che prende il nome dalla Sierra che la ospita.

Due parole vanno spese proprio sui particolari caratteri geomorfologici della montagna che, oltre a essere fortemente incisa anch'essa da serpeggianti canyon, manifesta una stratificazione molto evidente e fortemente inclinata, quasi a raggiungere delle pendenze verticali. Ed è proprio sfruttando questa caratteristica che si è formata la "Cueva San Vicente".

Essa si apre a circa 50 metri di altezza, si è sviluppata nell'interstrato ed è costituita da un grande salone la cui base è occupata da blocchi di crollo veramente ciclopici. Gli strati, perfettamente lisci e verticali, ne costituiscono le pareti.

Durante la prima spedizione "Cuatro Ciénegas 2000", quando la "Cueva San Vicente" fu esplorata, gli speleologi assisterono ad una spettacolare fuoriuscita serale di decine di migliaia di pipistrelli, per circa 30 minuti di flusso costante.

La cosa molto strana è stata che, a distanza di un anno, nell'ot-

through ancient karstic catchments, contributed for sure to the phenomenon.

We have also explored and mapped caves that display a clear hydrothermal origin, as indicated by the round vaults and the traces left by slow water flows.

The explorations

The explorations were carried out following two different approaches: a speleological one for the caves and the mines and a speleo-diving one for the ponds. We found approximately 65 caves, yielding a total of 8000 meters worth of karstic networks; the explorations were particularly focussed on the many canyons etched in the mountains surrounding the Cuatro Ciénegas Valley.

Amongst them, one of the most important, and more thoroughly investigated, was the one known as "El Pedregoso", which deeply crosses the "Sierra La Purissima", southeast of Cuatro Ciénegas. There we found several caves, characterized by different morphology and mechanism of formation. Many of the caves opened along rock faces. They were quite small and were mostly formed at layer junctions; also, they are characterized by networks carved by pressurized waters, which suggest the involvement of an ancient aquifer.

At the foot of the rock faces we explored some caves that extended deeper into the mountain, such as the "Cueva el Pedregoso" and "Cueva la Tinaja". Both of them had also been used as guano mines and are characterized by a series of wide tunnels and hollows. They also shared the same destiny, as they both appear to have been intercepted by the deepening of the canyon.

Two more unexplored caves, "Cueva Rosillo 1" and "Cueva Rosillo 2", were named after the "El Rosillo" Canyon.

A wide portal is the entry point of the "Rosillo #2", that then develops within the inter-layer and is not very long. "Rosillo #1", on the other hand, has a single tunnel and is almost 1000 meters long. Inside, it displays remarkable environments, reaching widths and heights of 15 and 20 meters, respectively. This cave, too, has been widely exploited by the "mineros" who extracted guano and fluorite. We went back in a few times to collect rock samples, which confirmed the results we had obtained in the past (i.e., the identification of several cave minerals, some of which were previously unknown). These studies were carried out in collaboration with the Departments of Earth Sciences of the Universities of Bologna and Modena-Reggio.

The "Cueva di San Vicente" is yet another cave, named after the Sierra in which it is located. It is worthy of a few words about the geo-morphologic features of this mountain. Besides being deeply etched by winding canyons, it displays a marked stratification that is so tilted that it becomes almost vertical. The "Cueva di San Vicente" was formed just because of such a feature. The cave, which opens approximately 50 meters above the ground level, was formed in the inter-layer and comprises a large hall whose floor is occupied by colossal collapse blocks. The perfectly smooth and vertical layers form its walls. During the first expedition, "Cuatro Ciénegas 2000", when the speleologists explored the "Cueva San Vicente" for the first time they witnessed the spectacular exit of tens of thousands of bats: almost 30 minutes of constant flow. Strangely enough, after only one year (October 2001) the colony had all but vanished: yet one more mystery of the area. What happened to those thousands of bats? Did they migrate to a different cave or, considering their number, into more than one cave?

It should be clear by now that the canyon is the ever-present element of all explorations at Cuatro Ciénegas. El Pedregoso,

tobre del 2001, la colonia è pressoché scomparsa, volatilizzata: un altro mistero di questa zona.

Che fine hanno fatto tutte quelle migliaia di pipistrelli?

Saranno migrati in un'altra grotta o, visto il gran numero, in altre cavità?

Si è certamente capito che il canyon è l'elemento onnipresente nelle attività esplorative a Cuatro Ciénegas: canyon el Pedregoso, canyon la Madera, el Guano, Caracoles, Rosillo, El Quintero, l'Agostano, El Agua, e... tanti, tanti altri sono stati tutti battuti, risaliti, discesi, arrampicati, sorvolati, e tutti hanno permesso l'esplorazione di grotte che fossero esse, piccole, medie o grandi, d'interstrato o idrotermali, vecchie miniere o del tutto sconosciute ma che insieme, costituiscono un grande bagaglio che necessita di essere studiato e soprattutto tutelato.

Come si diceva un'altra sezione esplorativa è stata quella speleo-subacquea.

Le tante pozze esistenti nella piana di Cuatro Ciénegas sono state esplorate, studiate e rilevate al fine di comprendere quale fosse l'origine di quelle acque e che tipo di connessione vi fosse con il fenomeno carsico dell'area.

La forma delle pozze varia di poco; tutte hanno morfologie tipo a scodella o a imbuto con dimensioni comprese fra i 3 e i 25 metri di diametro, toccando il massimo di profondità a 19 metri. "Poza Azul", "La Becerra", "La Churince", "di Santa Tecla", "Escobedo" e "La Campana" sono alcune delle più note e tutte sono importanti per l'habitat che si è venuto a creare tanto da indurre il Governo Messicano e la SEMARNAT ad istituire lì un'area protetta.

Delle esplorazioni in miniera un po' si è già parlato descrivendo la "Cueva el Rosillo" e di "San Vicente", ma un ruolo importante hanno avuto le vecchie miniere di zinco piombo e argento che sono ormai abbandonate nella zona di "Mineral de Reforma", vecchio villaggio di minatori.

Durante la terza spedizione è stato disceso uno dei pozzi artificiali della "Minera la Fortuna" e uno parallelo della miniera "El Rosario" dove, alla base, sono stati ritrovati vecchi relitti ed evidenti tracce di un carsismo piuttosto attivo.

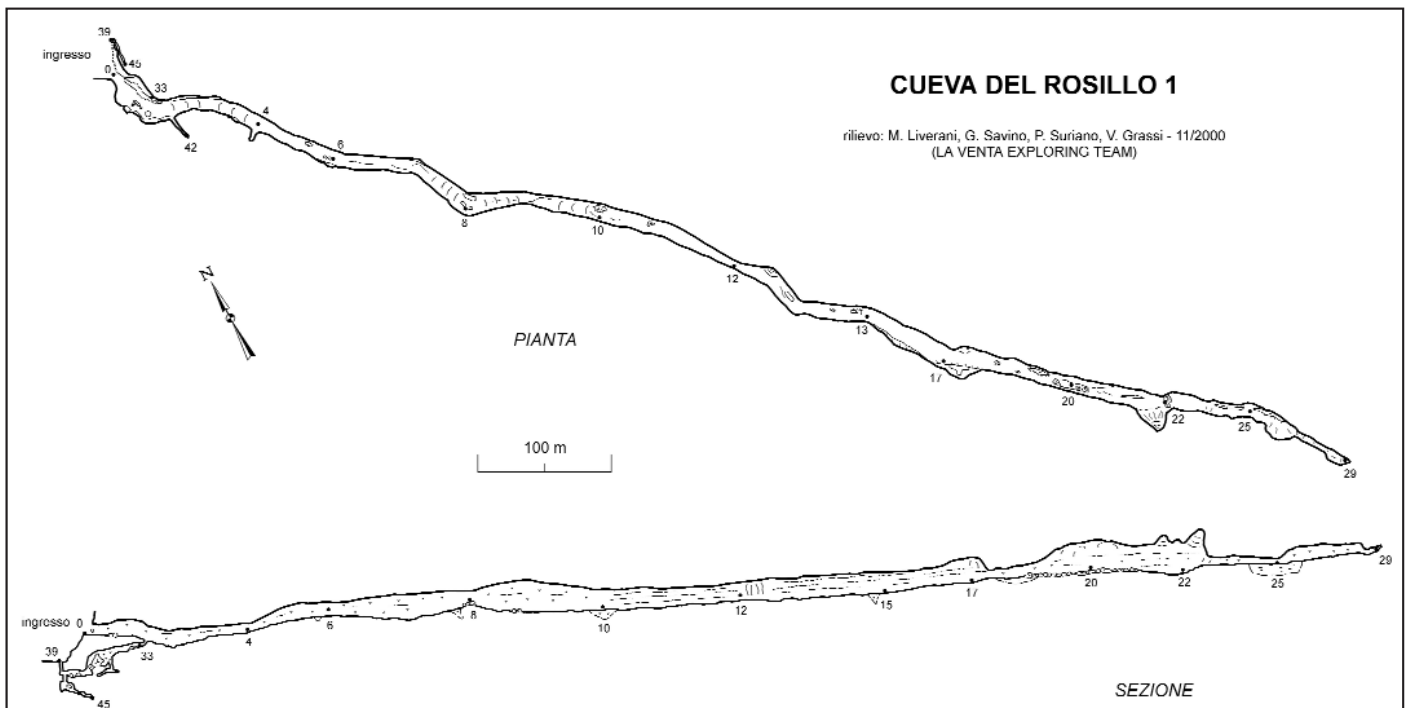
Vecchie attrezzature ormai completamente aggredite dalla calcite e il ritrovamento di splendide pisoliti di grotta ne sono le prove più evidenti, testimoni di un nuovo ciclo vitale di queste miniere: l'incontro con la grotta.

Canyon la Madera, El Guano, Caracoles, Rosillo, El Quintero, l'Agostano, El Agua... these and many others have been combed and walked through both upward and downward, climbed and surveyed from the air. They all led to the explorations of caves of all sizes, of inter-layer or hydrothermal origin, once used as mines or totally unknown until then. All together, they constitute a great wealth of knowledge that needs to be studied and, above all, protected.

As mentioned previously, another section of the expedition dealt with the speleo-diving explorations. The many ponds of the Cuatro Ciénegas area have been dived-in, studied and mapped in order to understand the origin of their waters and to figure out what was the connection with the karstic phenomena of the area.

All the ponds share a similar morphology, bowl- or funnel-shaped; their sizes range from a diameter of 3 to 25 meters and up to 19 meters in depth. "Poza Azul", "La Becerra", "La Churince", "Santa Tecla's", "Escobedo" and "La Campana" are some of the most renown; they all harbor peculiar habitats and have therefore been declared protected areas by the SEMARNAT and the Mexican Government.

The explorations of mines have already been partially described above, when describing the "El Rosillo and the "San Vicente" Caves. An important role was also played by the old and now abandoned zinc, lead and silver mines that can be found around the old mining village of "Mineral de Reforma". During the third expeditions we descended through one of the artificial wells of the "Minera la Fortuna", as well as a parallel one in the "El Rosario" Mine. At the bottom of the latter we found old wrecks and obvious traces of a rather active karst. The old pieces of equipment now completely attacked by calcite and the magnificent pisolites (cave pearls) we found are evident proof of such karstic activity, witnessing the new stage in the life of these mines: the meeting with the cave.



MINERALI IDENTIFICATI NELLE GROTTA DI 4C
Paolo Forti

A – Poza Azul

G – Cueva Rancho Guadalupe

L – Cueva La Leona

M – Cueva de S. Vicente (detta anche dei Murcielagos)

P – Cueva de Las Pinturas

R – Cueva Rosillo

T – Tanque Nuevo

V – Cueva de la Vibora

Il punto interrogativo indica minerali la cui presenza è ancora da confermare definitivamente

L'asterisco indica minerali che fino ad oggi non sono mai stati osservati in grotta

E' probabile che un altro minerale venga identificato in seguito

MINERALS IDENTIFIED IN 4C CAVES

A – Poza Azul

G – Cueva Rancho Guadalupe

L – Cueva de la Leona

M – Cueva de S. Vicente (also known as Cueva de Murcielagos)

P – Cueva de Las Pinturas

R – Cueva Rosillo

T – Tanque Nuevo

V – Cueva de la Vibora

The question mark indicates the minerals whose presence has not yet been definitely confirmed.

The asterisk indicates the minerals whose presence in a cave had not been reported so far.

One more mineral will likely be identified in the near future.

	Grotta/Cave	Minerale/Mineral	Formula/Formula	Caratteristiche/Features
1	R	Arcanite (?)	KSO ₄	Intimamente aggregata a cristalli di gesso <i>Closely aggregated with gypsum crystals</i>
2	R	Bitumen	nC _x H _y	Impregnante di una stalattite di calcite <i>Embedded in a calcite stalactite</i>
3	G, L, R, T, V	Calcite	CaCO ₃	Concrezioni e druse di cristalli <i>Concretions and crystals druses</i>
4	M, R	Fluorapatite	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	Microcristalli allungati bianco latte o azzurrino <i>Elongated, milky white or pale blue micro-crystals</i>
5	A, G, L, R, T	Gypsum	CaSO ₄ 2H ₂ O	Macro e microcristalli <i>Macro- and micro-crystals</i>
6	R	Guanine	C ₅ H ₃ (NH ₂)N ₄ O	Noduletti neri <i>Small black nodules</i>
7	R	Hurealite (?) *	Mn ₅ (PO ₄) ₂ (PO ₃ OH) ₂ 4H ₂ O	Cristalli aciculari bianchi <i>Acicular white crystals</i>
8	G	Hydromagnesite	Mg ₅ (CO ₃) ₄ 4H ₂ O	Aggregati pulverulenti bianco-avorio <i>Powdery, ivory-white aggregates</i>
9	G, M, P, R	Hydroxylapatite	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH)	Materiale variocolore porcellanaceo e/o terroso <i>Multi-colored material, porcelain- or soil-like</i>
10	R	Kingsmountite *	Ca ₄ FeAl ₄ (PO ₄) ₆ (OH) ₄ 12H ₂ O	Materiale sericeo rosa pallido ricco di vacuoli <i>Light pink, silky material rich in vacuoles</i>
11	G	Monohydrocalcite	CaCO ₃ H ₂ O	Materiale terroso, bianco latte <i>Soil-like, milky colored material</i>
12	R	Montgomeryte	Ca ₄ MgAl ₄ (PO ₄) ₆ (OH) ₄ 12H ₂ O	Cristalli lamellari sericei in sferullette cave <i>Silky, lamellar crystals organized in small hollow spherules</i>
13	G	Quartz	SiO ₂	Piccoli cristalli euedrali fortemente corrosi <i>Small crystals, badly corroded</i>
14	R	Taranakite	(K, NH ₄)Al ₃ (PO ₄) ₃ (OH) ₉ H ₂ O	Aggregati sferici vitrei bianco opachi <i>Glassy, opaque spherical aggregates</i>
15	M	Variscite	AlPO ₄ 2H ₂ O	Cristallini vitrei di colore verde/grigio scuro <i>Glassy, green/dark gray small crystals</i>
16	G	Whewellite	CaC ₂ O ₄ H ₂ O	Microsferullette di cristalli raggiati semitrasparenti <i>Radial crystals organized in semitransparent microspherules</i>
17	M, P, R	Whitlockite	Ca ₉ (Mg, Fe ²⁺)H(PO ₄) ₇	Cristallini color giallo miele pallido <i>Pale honey-yellow small crystals</i>

I campioni sono stati presi da Piccini, Badino e Casagrande

Le analisi sono state effettuate da P. Forti (Università di Bologna), A. Rossi ed E. Galli (Università Di Modena)

Samples were collected by Piccini, Badino and Casagrande
The analyses were carried out by P. Forti (University of Bologna), and by A. Rossi and E. Galli (University of Modena)