

# LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE CAVERNAS CÁRSTICAS DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

Silvia BARREDO<sup>1</sup>, Norberto GABRIELE<sup>2</sup>, Alberto GARRIDO<sup>3</sup> y Gabriel REDONTE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), Instituto del Gas y Petróleo (UBA). Grupo Espeleológico Argentino (GEA). E-mail: sbarredo@itba.edu.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Centro, Facultad de Ciencias Exactas. Centro de Montaña Tandil (CMT) Municipalidad de Tandil. E-mail: gabriele@exa.unicen.edu.ar

<sup>3</sup> Museo Provincial de Ciencias Naturales "Prof. Dr. Juan A. Olsacher" - Dirección Provincial de Minería. Zapala, Neuquén. E-mail: algene@copelnet.com.ar

<sup>4</sup> Grupo Espeleológico Argentino (GEA). E-mail: gabriel.redonte@gea.org.ar

## RESUMEN

La provincia del Neuquén es una de las regiones cársticas más importantes del país ya que posee el cavernamiento en roca caliza más grande, el sistema Cuchillo Curá. Su extenso desarrollo y sus características espeleogenéticas motivaron los estudios exploratorios que al momento arrojaron 111 cavidades topografiadas. Estas incluyen cavernas generadas por procesos cársticos en calizas y yesos y, por procesos pseudocársticos como las cuevas volcánicas. El origen de las cavidades cársticas tuvo lugar durante el Pleistoceno-Holoceno bajo condiciones de clima húmedo, alternadamente frío y templado. Hoy en día se encuentran inactivas hidráulicamente pero sometidas a procesos cársticos mínimos debido al clima semiárido que caracteriza la región.

**Palabras clave:** *Carst, cuevas, calizas, yesos, espeleogénesis.*

## ABSTRACT

*Main karst caverns system of Neuquén province.*

The Neuquén province exhibits one of the most valuable karst landscapes of Argentina as it records the biggest limestone cavern, the Cuchillo Curá System. The great development of it made speleologists extensively explore the province, and up to now 111 caves have been topographed. They comprise dissolutional caves in limestones and gypsum lithologies as well as volcanic caves which as a whole constitute excellent examples of karst and pseudokarst processes. The origin of these caves occurred during the Pleistocene-Holocene times as a consequence of the reogenic corrosion of the hosting rocks under alternating humid, cold to temperate climate. Yet, the present-day semiarid conditions have driven most of them to an inactive hydraulic stage, although with minimum karst processes still in progress.

**Keywords:** *Karst, caves, limestone, gypsum, speleogenesis.*

## INTRODUCCIÓN

Neuquén es una de las provincias argentinas más ricas en cuanto a recursos espeleológicos (Gabriele 1990). Durante largos años ostentó el primer puesto en cantidad y diversidad de cavidades naturales identificadas, siendo actualmente desplazada por la provincia de Mendoza. En gran parte, este hecho se debe a la situación de prohibición para la realización de tareas de exploración espeleológica dentro del territorio provincial, circunstancias que acontecen desde el año 2001. De acuerdo a los registros más recientes del catastro de la Unión Argentina de Espeleología (UAE), la provincia del Neu-

quén posee 111 cavidades naturales registradas (Redonte 2010).

La rica geología de su territorio brinda la posibilidad de contar con una amplia variedad de terrenos propicios para el desarrollo de cavernamientos. Los mismos incluyen tanto a cavidades naturales producidas por procesos de disolución (carstificación química), como a aquellas formadas por procesos de erosión (carstificación mecánica) o vinculadas a la generación de tubos lávicos (pseudocarstificación).

En este trabajo se tratarán solamente las cavernas de origen cárstico desarrolladas en caliza y yeso, ya que éstas constituyen geoformas que por su desarrollo han podido ser analizadas en un contex-

to geológico. La Formación La Manga (Oxfordiano, Jurásico superior), perteneciente al Grupo Lotena (Legarreta y Gulisano 1989, Gulisano y Gutiérrez Pleimling 1994) es una de las unidades formacionales que presenta cavernamientos de relevancia espeleológica. Esta unidad se compone de calizas fosilíferas gris-azuladas, integradas por *wackestones* y *packstones* bioclásticos, *boundstones* y *floatstones* coralígeno-algáceos, mudstones micríticos ricos en restos de invertebrados y grainsstones oolíticos (Matheos 1988). Dentro de territorio neuquino, los afloramientos de la Formación La Manga se desarrollan al norte de la dorsal de Huincul, mostrando sus mejores exposiciones en el cordón de

Cuchillo Curá, cordón de Curymil y sierra de Vaca Muerta; ubicadas entre las localidades de Zapala y Las Lajas (Fig. 1).

En el cordón de Cuchillo Curá (Fig. 2), esta unidad desarrolla un importante distrito cárstico, conteniendo al sistema cavernario homónimo considerado el más grande del país con sus 3.432,86 m de desarrollo (Redonte 1997, 2010). En el ámbito mendocino de la cuenca Neuquina, esta misma unidad contiene a la caverna de Las Brujas, la segunda en importancia por su extensión para la República Argentina (Redonte 2010).

La Formación Auquilco (Oxfordiano, Jurásico superior) también incluida dentro del Grupo Lotena, integra otra de las unidades de gran interés espeleológico. La misma se conforma por una sucesión evaporítica compuesta por yeso y anhidrita, con delgadas intercalaciones de bancos de calizas algales (Lambert 1956, Holmberg 1976). Los mayores afloramientos de esta unidad dentro del territorio neuquino, se suceden en la sierra de Vaca Muerta, cordón de Curymil y Yesera del Tromen; ésta última ubicada entre las localidades de Chos Malal y Buta Ranquil (Fig. 1).

La relativamente fácil disolución de estas rocas, sumadas a la gruesa potencia de sus depósitos, posibilita la generación de importantes relieves cársticos. Entre éstos, los desarrollados en el cordón de Curymil y la Yesera del Tromen, conforman los carsts de mayor extensión areal dentro de la provincia del Neuquén (la Yesera del Tromen alcanza los 85 km<sup>2</sup> y Curymil 50 km<sup>2</sup>). Grupos de cavernas de importante desarrollo como la cueva del León (852,55 m) y La Mercedes, han sido formadas en estos depósitos.

La Formación Huitrín (Barremiano superior - Aptiano inferior, Cretácico inferior), integrante del Grupo Rayoso (Legarreta y Gulisano 1989) o Grupo Bajada del Agrío (Leanza *et al.* 2001), constituye otras de las unidades con conocido desarrollo de procesos cársticos como los de Balsa Huitrín donde alcanzan un desarrollo de 15 km<sup>2</sup> (Gabriele 1989, 1991a y b). Litológicamente, esta unidad se compone de sedimentitas clásticas y evaporitas representadas por areniscas cuarzolíticas, are-



Figura 1: Mapa de ubicación de las principales regiones con cavernamientos de interés espeleológico.

niscas grauváquicas, areniscas yesíferas, fangolitas, calizas, dolomitas, yeso y anhidrita (Groeber 1946, Leanza *et al.* 2001). Sus afloramientos se distribuyen ampliamente al norte de la dorsal de Huincul, a lo largo del área central y septentrional de la cuenca Neuquina.

Sus mayores expresiones cársticas se manifiestan en el cordón del Salado (Fig. 1), ubicado entre las localidades de Bajada del Agrío y Chos Malal. En este sector existen un importante número de cavidades, tanto de desarrollo horizontal (cavernas) como vertical (simas), uno de los mejores exponentes es la caverna del Salado en Pampa del Salado. En todos los casos, los niveles más favorables para el desarrollo de los procesos de disolución están dados por los miembros Troncoso (yeso y anhi-

dríta) y La Tosca (calizas dolomíticas).

## CARACTERÍSTICAS ESPELEOLÓGICAS DE LAS PRINCIPALES CAVIDADES NEUQUINAS

### Cavernas en caliza

*Sistema Cuchillo Curá:* El sistema cavernario de Cuchillo Curá es el de mayor desarrollo del país (Redonte 2010). Pero su importancia también radica en el nutrido registro faunístico que comprende 19 nuevas especies de fauna troglobia (Maury 1983) y en el registro arqueológico compuesto por material lítico, restos de cerámica y manifestaciones de arte rupestre en la cueva de Los Cabritos (Calzato 1989). Actualmente, forma parte del Área Natu-

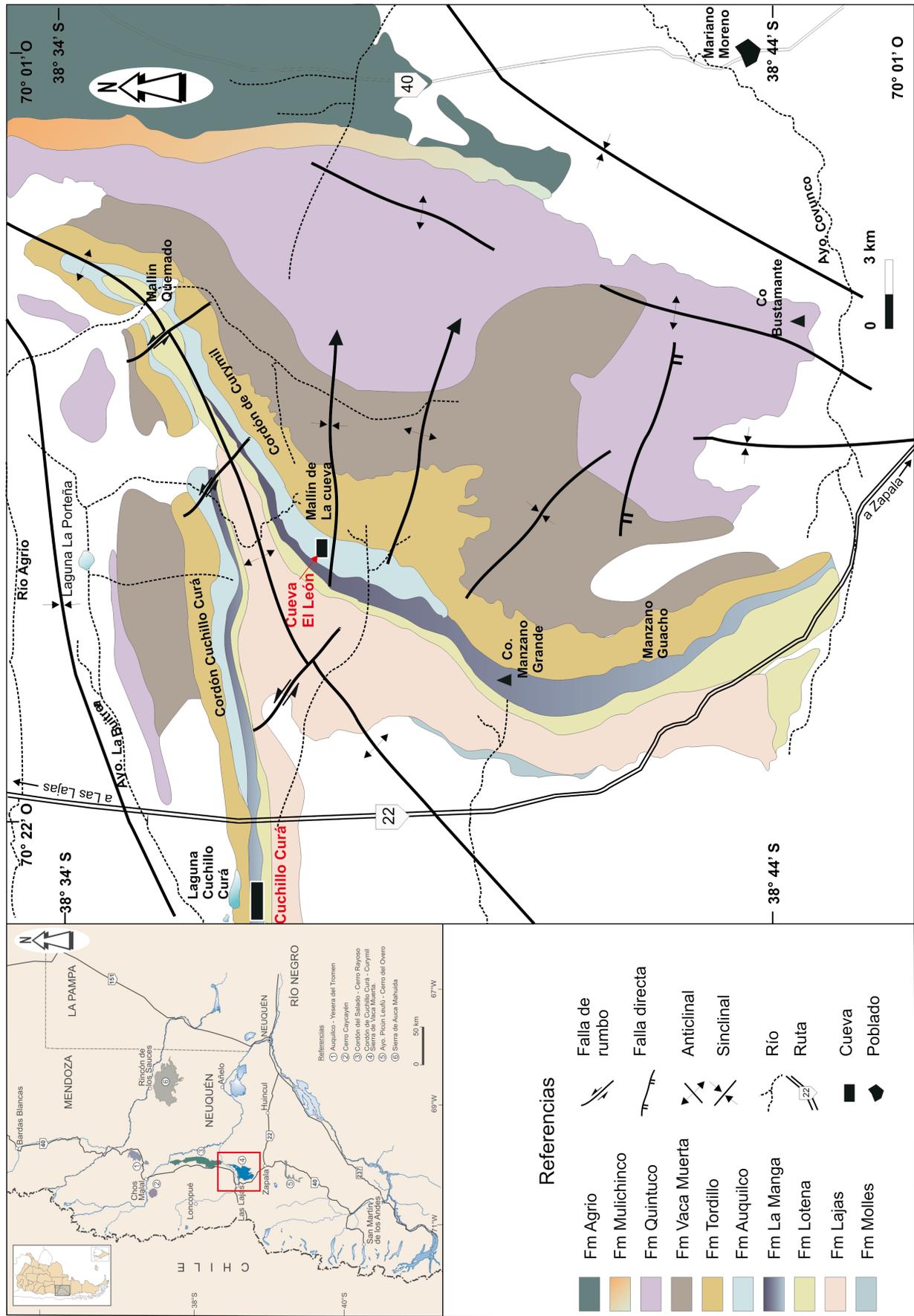
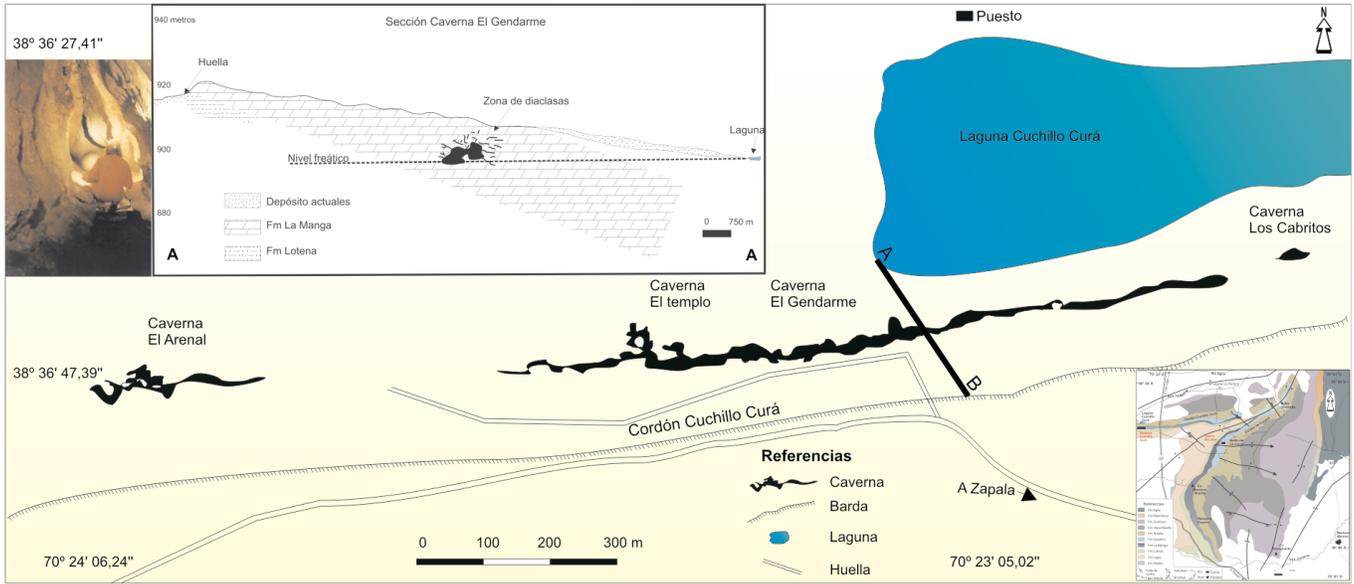


Figura 2: Mapa geológico de las unidades jurásicas de los cordones Cuchillo Curá y Curymil donde se localizan los sistemas de cavernas de Cuchillo Curá y León. Nótese el fuerte control estructural que presentan las mismas.



**Figura 3:** Esquema regional en planta del sistema cavernario Cuchillo Curá y sección de la caverna El Gendarme. En el ángulo superior izquierdo, se observa una foto de la sección elíptica de una de sus galerías. Nótese que la parte inferior de la caverna está en el nivel freático. Modificado de GEA (1987).

ral Protegida Cuchillo Curá, creada mediante el decreto provincial N° 0161 del año 2003. Este sistema se ubica en las estribaciones del cordón homónimo, departamento de Picunches, a unos 10 kilómetros al SE de la ciudad de Las Lajas por la Ruta Nacional N° 40. Su punto central se sitúa a los 38°36'47.42" latitud sur y 70°23' 14.41" longitud oeste (GEA 1987), a una altura media de 920,35 metros sobre el nivel del mar.

La secuencia sedimentaria en la que se desarrolla corresponde al conjunto formaciones Tábanos, Lotena, La Manga y Auquilco, siendo la Formación La Manga la unidad hospedante de los procesos cársticos de este cavernamiento (GEA 1987, GEA 1990).

La misma se compone en esta localidad por 18 metros de calizas grises bien estratificadas, compuestas por bancos del orden de 2 metros de espesor llegando a los 3,5 metros en los niveles superiores. Petrográficamente, se trata de packstones y wackestones grises que al microscopio pueden ser clasificados como biomicritas y oomicritas con oointramicitas subordinadas. Hacia el techo del paquete estudiado, se observan aislados bancos de mudstones finamente laminados y la presencia de una brecha calcárea de color rojizo ex-

hibiendo clastos de hasta 30 cm inmersos en una matriz micrítica con parches de recristalización de esparita.

La secuencia estudiada presenta rumbo 75° e inclina 22° al norte. Corresponde al flanco norte de un anticlinal de rumbo NE, el cual a la altura del sistema cavernario tuerce al ENE por los efectos del control de zócalo (Fig. 2). Sobre esta estructura se midieron sistemas de fallas conjugadas de planos verticales y rumbos 80° y 180°, 32° y 130° y N-S, las que fueron interpretadas como estructuras de alivio de dicho plegamiento regional. La presencia de fallas orientadas al NNO y con componentes de rumbo levógiro, está asociada al notable cambio de rumbo que presenta el eje del anticlinal en el sector del cavernamiento por efecto de las antiguas fallas de rift. Este conjunto de fallas y diaclasas ha sido fundamental en la inserción y evolución del carst, al controlar el coeficiente de infiltración del agua como así también el diseño de las galerías.

El sistema cavernario está compuesto por 4 cavidades: cueva de Los Cabritos (83,10 metros), caverna El Arenal (837,60 m parciales), caverna El Templo (1.827,00 m parciales), caverna El Gendarme (1.691,18 metros), estas últimas conectadas entre sí. En conjunto suman 4.438,88 m totales

(GEA 1992) por lo que se constituye en el sistema de mayor desarrollo del país. Cada cavidad está a su vez ramificada en galerías secundarias, de menor desarrollo, cuyo rumbo coincide con las fallas meridionales, de disposición ortogonal al eje de plegamiento regional (Fig. 3).

Las condiciones físico-químicas del interior de las cavernas permanecen relativamente constantes a lo largo del año. La humedad relativa se mantiene cercana a los valores de saturación, y los registros de temperatura oscilan alrededor de los 13°C (Barredo *et al.* 2002), lo que coincide aproximadamente con la temperatura media anual de superficie (14°C), según datos meteorológicos de la estación Las Lajas. La circulación del aire es generalmente de muy baja velocidad y sólo se detectó en algunas galerías (Barredo *et al.* 2002). Se ha mencionado la existencia de corrientes de aire entre la caverna El Gendarme y Los Cabritos, ubicadas por encima de la primera (Elzeard 1987). Se interpreta que la corriente podría estar asociada a diferencias de temperatura entre ambas cavidades, ya que la caverna El Gendarme registra temperaturas de 10° mientras que la Los Cabritos es más caliente, con registros del orden de las 13-15° centígrados (Barredo *et al.* 2002). El agua del interior provie-

ne por la napa freática, cuyas fluctuaciones dependen de las variaciones del nivel de base local constituido por la laguna de Cuchillo Curá y probablemente por la laguna El Álamo de carácter transitorio.

El sedimento de las cavernas es autóctono y alóctono. Los sedimentos autóctonos corresponden a fragmentos de espeleotemas, bloques de caliza, clastos de basalto, y depósitos de *terra rosa* (arcillas residuales). Los bloques de colapso conforman importantes acumulaciones, localizadas particularmente en la intersección de las galerías como en el caso de las cavernas El Gendarme y El Arenal. Los bloques de colapso y los fragmentos de espeleotemas, muchas veces muestran bordes redondeados por efectos de alteración química y mecánica por pasaje de aguas. Los sedimentos alóctonos ocupan el piso de las cavidades y está compuesto por sedimentos fracción limo-arena fina, finamente laminados y en algunos casos con ondulitas de corriente, construidas durante los períodos de inundación, y clastos fracción arena gruesa-sabulita alineados al eje de canales temporarios. En la caverna El Arenal, son comunes los depósitos de origen eólico de fracción limo arena fina y los clastos fracción grava que ingresaron a través de la boca. Son frecuentes además, los depósitos de limo-arcillas, en los sectores más alejados de las entradas y topográficamente más deprimidos, asociados a cuerpos de agua estables de la caverna. En las caverna de Los Cabritos y El Arenal se han encontrado numerosos restos biogénicos (fragmentos de huesos, de plantas, entre otros) que ingresaron por la boca de ambas cavidades.

Las formas de disolución/erosión incluyen en techo y paredes formas redondeadas (*ceiling pockets*) y turboglifos (*solution flutes*) y entre los bancos de caliza, hoyos con perfil de cuchara (*scallops*), canales por disolución denominados (*karrens*), etcétera. La decoración de las cavernas es de notable belleza. Se pueden distinguir una gran variedad de espeleotemas de carbonato de calcio en la forma de calcita, aragonita y calcita magnesiana, acompañados por óxidos como la magnetita y hematita (Barredo *et al.* 2002). Las formas más comu-

nes corresponden a estalactitas de sección cónica y cilíndrica (Fig. 4a). Asimismo, se observan numerosas formas embrionarias como los macarrones (Fig. 4a) y formas excéntricas como las helictitas y heligmitas filiformes y vermiformes. En la caverna El Templo se observaron antoditas, variedad de helictita de composición aragonítica, que crece en el techo a lo largo de microfisuras en forma ramificada. En techos y paredes son comunes las cortinas y velos bandeados como consecuencia de la presencia de hierro (Fig. 4a), cortezas o costras (lisas y botroidales), coladas (*flows-tones*) y cascadas (Fig. 4b y c).

Las formas pavimentarias incluyen estalagmitas (de base plana o radiculadas) y columnas. Estas últimas son más numerosas y de mayor tamaño en las galerías laterales, ya que éstas se encuentran controladas por el fallamiento de rumbo (véase Fig. 3). Otro espeleotema de notable valor son los *gours* (también conocidos como *rimstones*), piletones naturales tapizados en el piso por esparita (*pool spar*) que muchas veces contienen pisolitas (perlas de las cavernas) de diámetro milimétrico. Con agua es común observar en su superficie láminas delgadas de calcita (zinolitas) y capas de décimas de milímetro de espesor, plásticas y compuestas por más del 95% de calcita micro o criptocristalina (*moonk-milk*). Por último, se puede señalar la existencia de coladas estalagmíticas de núcleo clástico y terrazas travertínicas expuestas en cada ciclo de descenso del nivel freático y vaciamiento del conducto (Fig. 4d).

### Cavernas en yeso

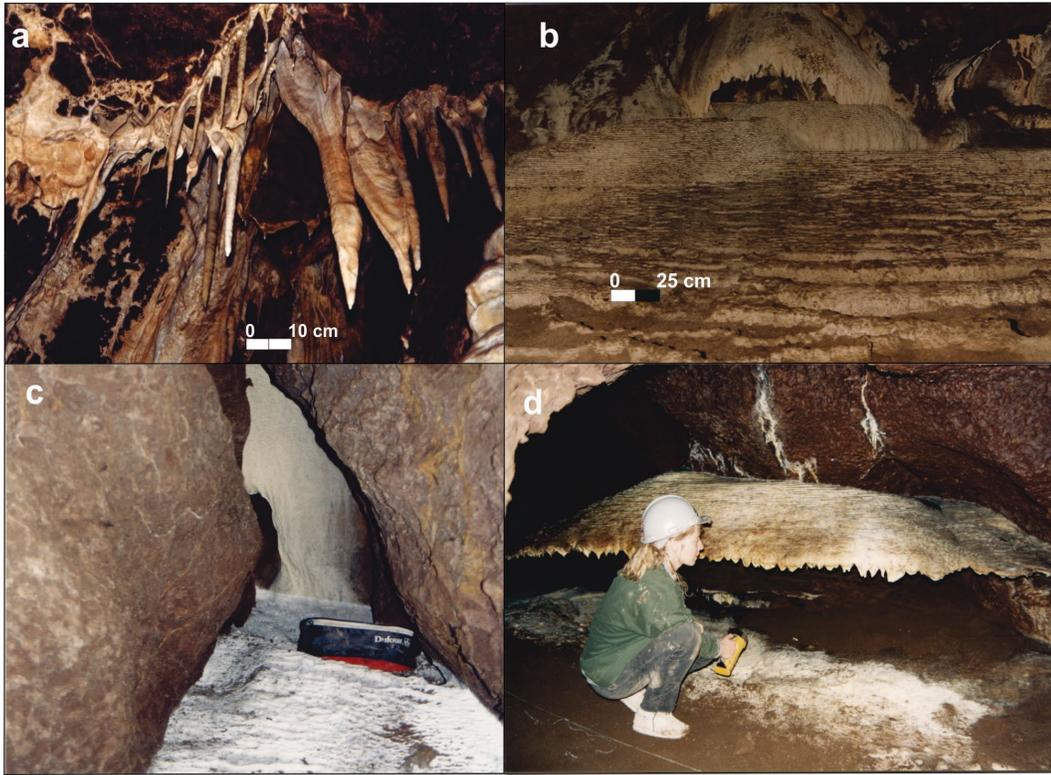
*Caverna del León:* La cueva del León se encuentra ubicada en el cordón del Curymil, a 20 kilómetros de la ciudad de Las Lajas, sobre los 38° 37' 46" S y 70° 13' 31" O y a 1.310 m s.n.s. (Agüero y Tedesco 1988). La longitud aproximada es de 852 metros y la mayor altura registrada es de 24,31 metros (Agüero y Tedesco 1988).

La roca hospedante corresponde a la Formación Auquileo, que comprende una sucesión evaporítica compuesta por yeso y anhidrita, con delgadas intercalaciones de bancos de calizas algales (Lambert 1956, Holmberg 1976). Subordinadamen-

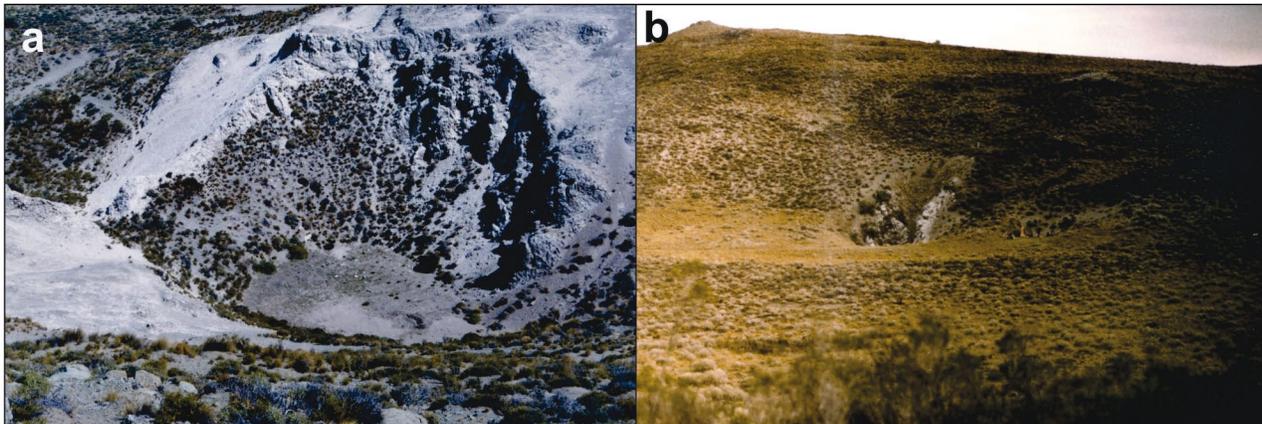
te, se observan lentes de ópalo y calcedonia y delgados bancos pelíticos (Forti *et al.* 1993). El yeso se encuentra afectado por sistemas de fallas normales y diaclasas asociadas a un pliegue de rumbo este - oeste, con buzamiento oriental que afecta las unidades jurásicas (Fig. 2). Los sistemas de fallas medidos corresponden a 85° y 180°, 32° y 190° y numerosas diaclasas que conforman un reticulado en la cresta del anticlinal.

La región donde se encuentra esta cueva, está rodeada de formas cársticas superficiales como las dolinas (Fig. 5a), depresiones por disolución cuyo término original es *solution subsidence troughs, karrens* de escasos centímetros en niveles expuestos de yeso y, valles ciegos. Forti *et al.* (1993), describieron además la presencia de chimeneas de yeso "*gypsum chimneys*" en los depósitos no consolidados que constituyen la cubierta del carst, rasgos que son similares a las formas edáficas conocidas como erosión en túnel. Se trata de tubos verticales pequeños, de sección variable que alcanzan los 20 cm de diámetro y que en su interior se encuentran revestidos por cristales de yeso de disposición ortogonal al eje. Estas formas están asociadas a las diaclasas de la roca consolidada, de manera que permite identificar patrones de fracturamiento debajo de la cubierta. Lipps (1986), propuso la presencia conos de absorción de sección semicircular de hasta 8 metros de diámetro y cubiertos por arena (Fig. 5b).

La cavidad tiene un desarrollo general este-noreste y está compuesta por dos grandes salas, una denominada Gran Sala y la sala del Lago (Fig. 6). El acceso es por una boca con pendiente de 40°, correspondiente a un cono de deyección, que llega a la Gran Sala (24 metros de altura de techo), de la que sale un conducto subhorizontal (galería del Este). La boca constituye un conducto de disposición vertical (*vertical pipe*) generados por desplome del techo de un nivel basal. La temperatura interior oscila entre 8° mínima y 10° máxima y la humedad se mantiene cerca del 90% (Lipps 1986). La caverna tiene corrientes de aire suaves pero bien definidas; en invierno, el aire frío ingresa a la cavidad



**Figura 4:** a) Diversos tipos estalactitas de sección cónica, cilíndrica y macarrones con sus gotas asociadas. En la sección derecha de la foto, destaca la presencia de cortinas. Todos los espeleotemas bandeados por la presencia de hematita. b) *Flowstones* y *gourls* en la caverna El templo. c) Cascada en la caverna El Gendarme. d) Terraza travertínica que denota un antiguo nivel de inundación de la caverna.



**Figura 5:** a) Dolina de forma circular localizada en el techo de la caverna cuyo diámetro alcanza aproximadamente 50 metros. b) Hoyo de absorción localizado sobre la sala del Lago.

donde se calienta y sale al exterior, mientras que en verano la circulación es desde el exterior (aire más caliente) hacia la cueva donde se enfría.

En el extremo oriental del cavernamiento se encuentra la sala de las Vertientes y la sala de las Chimenas (Fig. 6) al que se accede por un conducto cubierto por brechas de colapso, y de sólo 1,45 metros de altura denominado conducto de la “U”. La sala tiene también acumulaciones de brechas de colapso y marcas de las inun-

daciones periódicas registradas en las paredes y cuerpos de agua (El Laguito). Es común observar la presencia de conos de deyección conformados por sedimentos fracción arena que se asocian a desplomes de techo en la forma de conductos o *pipes*. De esta sala sale una gatera cuyo techo presenta pequeñas estalactitas de color pardo amarillo, cristales de yeso facetados por acción de películas (*films*) de agua y delgadas agujas de yeso asociadas a juegos de diaclasas de diseño reticular (*boxwork*) (Fig.

7a y b). En el sedimento de piso hay pequeños cristales de yeso (selenita) menores al milímetro. La decoración de las paredes comprende en los sectores más protegidos, agregados de fibras de yeso muy delgadas y largas denominadas “copos de algodón” (*sensu* Klimchouk 1992), y delgados velos cubiertos por una capa de color blanco que Forti *et al.* (1993) denominaron “depósitos de polvo de yeso” (Fig. 7a). Esta capa consiste en pequeños agregados de cristales de yeso cementados entre sí

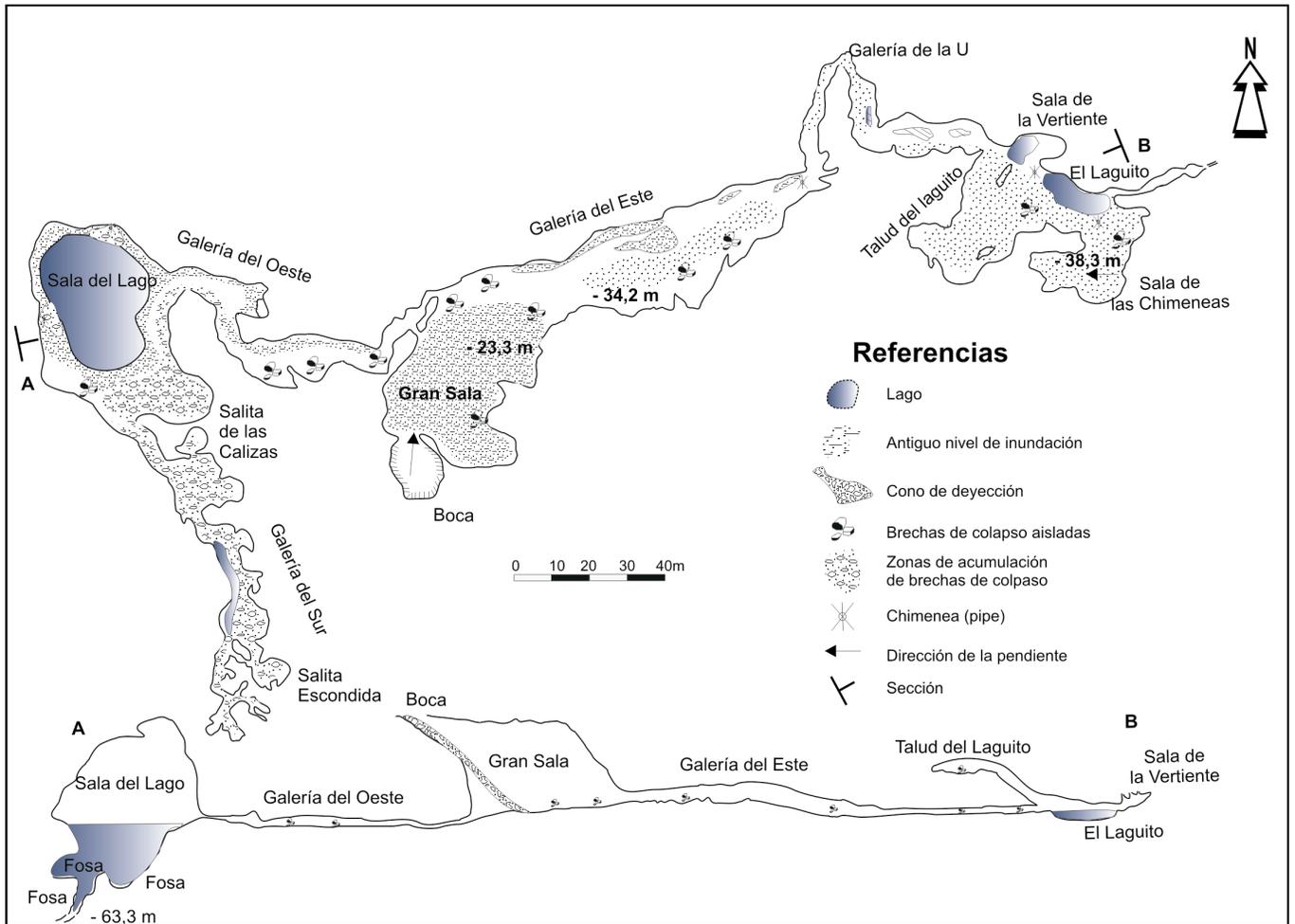


Figura 6: Topografía de la caverna del León. Modificado de Agüero y Tedesco (1988).

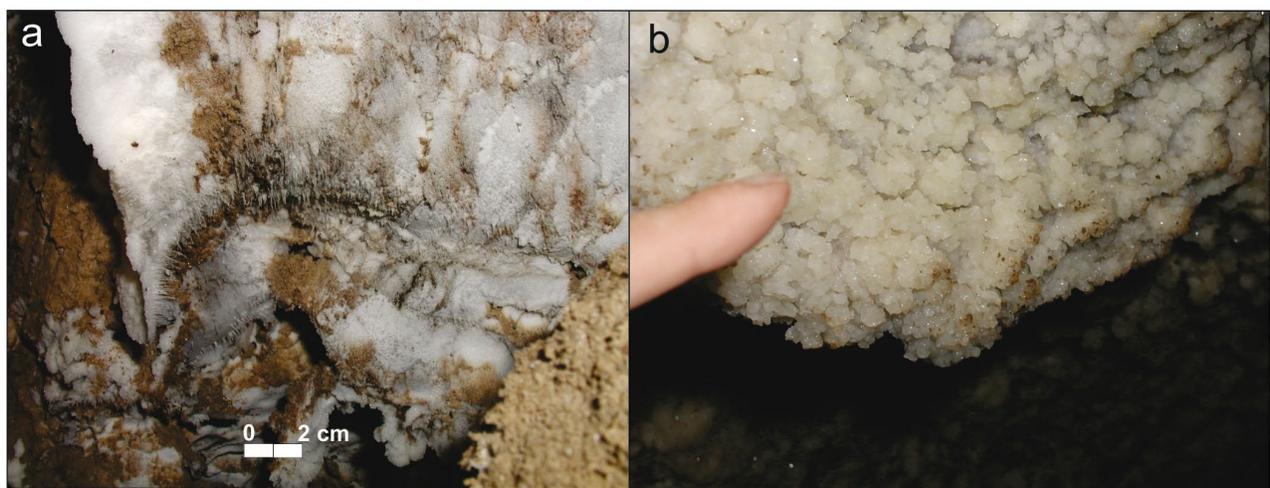
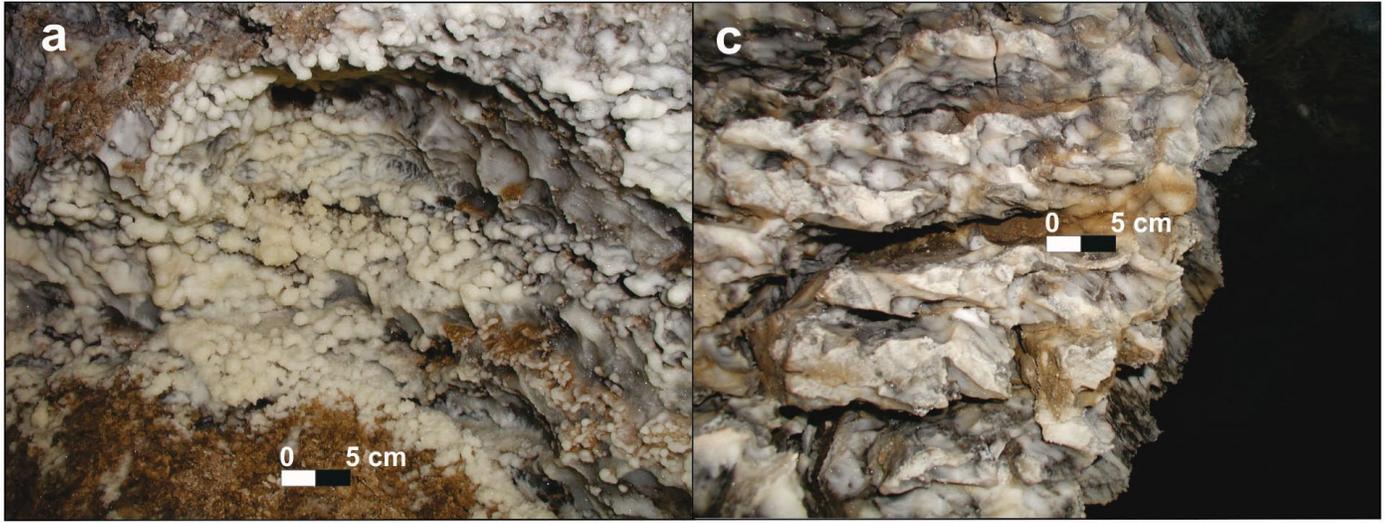


Figura 7: a) Delgadas estalactitas y agujas de yeso cubiertas por “polvo de yeso”. b) Agregados de cristales cubiertos por *films* de agua producto de evaporación.

por cristales aún más pequeños de calcita. Según estos autores, su origen se debe a procesos de evaporación que tienen lugar en los momentos de mayor sequía.

Son numerosas las formas de disolución en paredes y techo como los *scallops* y *pockets* y domos asociados a fisuras (Fig. 8). Se estima que estas formas resultan de

fenómenos corrosivos por acción de películas (*films*) de agua generados por condensación en el interior de la cavidad, en particular durante el invierno.



**Figura 8:** a) Formas de disolución del tipo de *ceiling pockets* asociados a agregados de pequeños cristales de yeso. b) *Scallops* que marcan una dirección de flujo de izquierda a derecha.

La sala del Lago se encuentra al noroeste (Fig. 6) y se caracteriza por la presencia de abundantes brechas de colapso y tramos parcialmente a totalmente inundados (González 1984, en Lipps 1986). Esta sala alberga un espejo de agua de aproximadamente 50 metros de diámetro con una profundidad aproximada a los 40 metros, encontrándose rodeado de conos de deyección por desplome de techo. La temperatura del agua es de 7°C con una visibilidad de 30 metros (Lipps 1985). De esta sala salen gateras menores que llegan a la sala del Tambor (Lipps 1986), o de Las Calizas (Agüero y Tedesco 1988) y a la sala Escondida, que se desarrolla hacia el sur; asimismo hay 3 fosas detectadas en el fondo del lago, aún inexploradas (Lipps 1986, Agüero y Tedesco 1988). La surgencia de la cavidad estaría asociada al Mallín de la Cueva.

*Cavernas del Salado I y del Salado II o de la Leonera:* Las cavernas se encuentran desarrolladas en el nivel de yeso – anhidrita del Miembro Troncoso Superior de la Formación Huitrín (Gabriele 1991a y b). Como el proceso de disolución operó sobre estos minerales se lo considera un “paracars” sensu Llopis Lladó, (1970) y Cigna (1978). Dicho nivel, está compuesto por anhidrita laminada pardo y nodular gris, con un delgado banco de calizas estromatolíticas y bancos lentiformes de celestina (celesto-baritina) en la base, alcanza espe-

sores de hasta 20 metros en la zona de la faja plegada y corrida del Agrio. Delgadas láminas de anhidrita transparente y de calcáreo micrítico de color pardo oscuro con estructura de microcrenulaciones conforman la facies de anhidrita laminada. En la facies nodular, el calcáreo acompaña la anhidrita zigzagueando los nódulos que en general se encuentran estratificados. Saltuariamente, se observan microrasgos epigeos de presencia efímera, condicionados a las fuertes lluvias estacionales. Se trata de microlenas de varios milímetros, microdolinas y microsimas de hasta 20 centímetros (Gabriele 1991a, 1992).

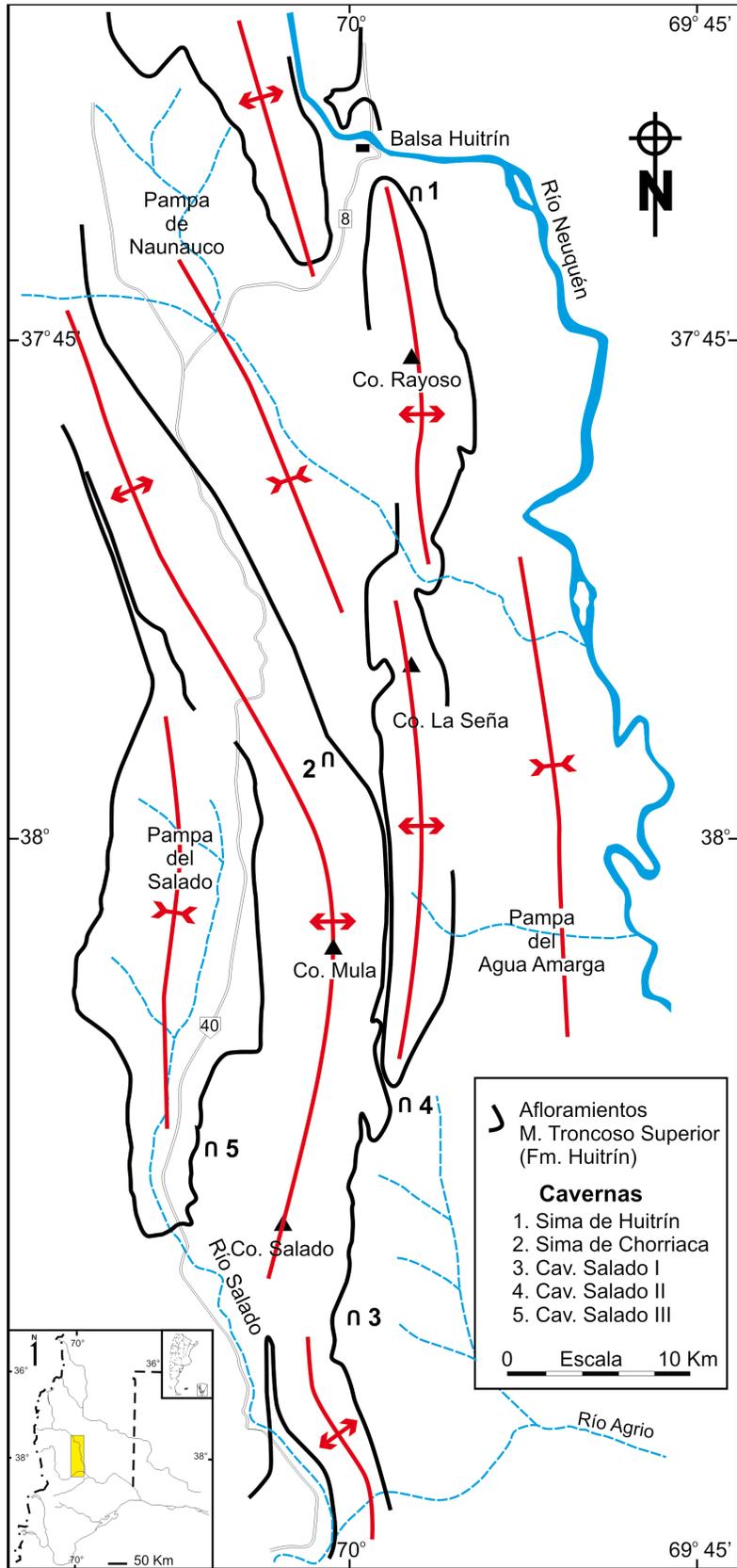
Salado I es una de las cavernas más bellas de la provincia del Neuquén, se sitúa en el departamento de Loncopué, a 75 km al norte de la ciudad de Zapala. Su punto central se sitúa a los 38° 16' S y 69° 58' 40" O (GEA 1987), a una altura media de 750 metros sobre el nivel del mar. La caverna del Salado II se encuentra al Norte del Salado I, en las coordenadas 38°07'S 69°56'O con una cota de 750 metros sobre el nivel del mar (Fig. 9).

La caverna del Salado I posee rumbo meridional (azimut de 350°) y se hunde hacia noroeste por influencia de juegos de diaclasas oblicuos de rumbo NO (Gabriele 1991a). Su desarrollo es de 130 metros con un desnivel de 12 m (GENEU 1988). Presenta dos bocas de entrada, una es una gatera de 1 m por 0,70 m, y la otra una

ventana cárstica, por colapso del techo, de 2 m de diámetro y una altura al piso de la caverna de 2,50 metros. La sala que se desarrolla en la ventana se denomina “de las Aves”, en referencia a las que ingresan por la misma (Fig. 10).

Un pequeño talud de arena y clastos pone en contacto una amplia galería de 25 m de largo que se estrecha en profundidad y que comunica con dos pequeñas salas. A la derecha de la galería anterior, con un desarrollo paralelo y en una posición topográfica más alta, se encuentra una gatera sumamente concrecionada. La primera de las dos pequeñas salas, tiene forma de planta irregular, sección en aro y se encuentra tapizada de espeleotemas. Al norte de la misma hay otra sala de aún más reducidas dimensiones con bloques de colapso que conduce a una bóveda localizada a mayor altura (Gabriele 1991a).

La caverna del salado II o de la Leonera, presenta un rumbo meridiano con buzamiento hacia el norte. Se accede por un talud de clastos y arena que desemboca en una sala de diseño en planta rectangular y, en la cual se destaca la existencia de cuerpos de agua que podrían corresponder a dolinas y/o sumideros (Gabriele 1991b). Una corta galería ascendente a la izquierda (al NO de la sala), conecta el sector posterior de la cavidad a través de grandes bloques y fuerte desnivel. Las distintas salas y galerías, poseen sección de embudo sien-



**Figura 9:** Ubicación de las principales cavernas en el yeso del Miembro Troncoso Superior (Formación Huitrín) en la faja plegada y corrida del Agrio.

do en algunos casos irregulares en perfil y asimétricos en planta, con tendencia a disponerse paralelas al meridiano. Las paredes orientales son más irregulares y oblicuas que las paredes occidentales, que son rectas y verticales. Eso se debe a que la caverna se ubica en un sector estructural de estratos subverticales y rebatidos al oeste, en donde la disolución del banco anhídrico produjo el colapso de las calizas estromatolíticas y las areniscas infrayacentes de la sección inferior del Miembro Troncoso. Las formas de erosión son del tipo *scallops* y acanaladuras (*karren*) en la pared, que le confieren un perfil “rosariforme a arro-sariado” (*sensu* Llopis Lladó 1973) (Fig. 11), tubos freáticos, hoyos (*pockets*) y chimeneas ascendentes (*vertical pipes*). En las bóvedas, la descamación de la anhidrita, forma perfiles parabólicos.

Las concreciones son de yeso y consisten en estalactitas que van desde los macarrones, delgados, transparentes y vacíos, hasta formas bien desarrolladas, de sección cónica, irregulares, helicoidales, etc.; estas formas consisten en un conducto central y estructura concéntrica. En Salado I, revisiten toda la cavidad, semejando “guirnal-das”, ya que están asociadas a las fallas y a las fisuras de menor escala que cruzan las bóvedas. Las estalagmitas son menos frecuentes, su base es plana y radiculada, suelen presentar a su alrededor un pavimento estalagmítico depositado sobre una base de sedimentos finos inconsolidados. En particular en la caverna Salado I, se observa que algunas están basculadas e incluso colapsadas y asociadas a un segundo ciclo de estalagtimización distinguible, por la presencia de una fina capa de arcillas o de una nueva capa de minerales (Gabriele 1991a). Hay numerosas cortezas, cascadas y coladas, blancas e incoloras y transparentes; en la caverna de Salado I se asocian a cristales de yeso y agregados de hábito oolítico y mamelonar con un aspecto de “repollo” de tonos amarillentos y rojizos. Solo un *gour* ha sido observado en esta caverna con dos niveles de cortezas flotantes (*sheets o terraces*). En el pavimento de la galería principal se han hallado concreciones de 1-2 cm hasta 4 cm, semicirculares y arriñonadas, con una superficie rugosa

o cubierta por una pequeña capa de yeso lenticular, que poseen en su interior de cristales radiales, masivos y en partes pulverulentos. Si bien no presentan una superficie pulida, ni estructura concéntrica interna, se lo ha vinculado con una génesis similar a las perlas de las cavernas (Gabriele 1991a).

*Sima de Huitrín:* La caverna se halla situada en el departamento de Loncopué, a 1,8 km al SE de la Balsa Huitrín sobre el río Neuquén, por el camino que la une con la mina La Continental (Gabriele 1993, 1996). La sima de Huitrín constituyó durante muchos años la principal caverna con desarrollo vertical en la Argentina con 55 metros según Iancowski (1988). Su enorme boca de acceso está conformada por una depresión abrupta con forma de campana de 38 metros de profundidad, que culmina en una amplia sala con conexión a otras dos cámaras localizadas distintos niveles topográficos. Este diseño le otorga a la cavidad una forma alargada en dirección norte-sur de 60 metros. Tiene un ancho máximo de 10 metros y un techo máximo de 6 metros. Al final de la primera sala, por un pequeño pozo se desciende a una de ellas que está tapizada en cristales de yeso con un cuerpo de agua estanco. La tercera sala, de reducidas dimensiones, se accede por un talud de ascenso y descenso.

La sima actúa como sumidero de agua que ingresa en los períodos de lluvia a través del cañadón que se conecta con el y que drena una pequeña cuenca de 0,81 km<sup>2</sup> en el limbo nororiental del anticlinal Rayoso (Gabriele 1996).

*Caverna o Sima de Chorriaca:* La cavidad se halla situada a 9 km al ESE de la localidad de Chorriaca, en el departamento de Loncopué, siendo sus coordenadas geográficas, 37°58'S y 69°59'30" O (Gabriele 1989b). La caverna consiste en dos salas separadas por un desnivel de cinco metros. La boca de entrada es una sima de 50 cm de diámetro y 7 metros de altura de sección similar a un embudo invertido. Ésta conecta a una de las salas de sección rectangular, con paredes verticales, cuyo el suelo se encuentra cubierto por un caos de bloques y sedimentos de fracción are-

na. Hacia el noroeste se encuentra un gran bloque que permite el acceso a la cámara inferior mediante un desnivel de 5 metros. Esta cámara es de forma semejante a la superior, pero más alargada con sedimentos fracción arena y limo-arcilla, y bloques subbordados en el suelo, que en parte se encuentran humedecidos. Cabe resaltar que en ambas salas se observan hoyos de disolución como formas de corrosión (Gabriele 1989a).

A partir de la sala inferior se desarrolla una galería que sigue la dirección de la estratificación y que hacia el final de su trayecto se cierra. El rumbo general de la caverna es meridiano con un largo aproximado de 40 metros (Gabriele 1989b). Presenta además, formas de erosión del tipo *scallops* y acanaladuras (*karren*) en la pared.

Las concreciones son de yeso y conforman eflorescencias parietales blancas (copos de algodón) en la sala superior y amarillas en la sala inferior, y agregados de cristales (drusa) en parte excéntricas, en el sector más bajo del cavernamiento (Gabriele 1989b).

*Caverna de Reni:* La caverna se halla ubicada en el departamento Ñorquén, a unos 25 km al sur en línea recta de la localidad de Chos Malal (Gabriele 1989b) (véase Fig. 1). La cavidad posee un desarrollo de 70 m y un desnivel de 10,10 metros. Por una pequeña sima como boca de acceso, se ingresa a una sala de 30 m de largo por 20 m de ancho, desde donde salen dos galerías – gateras de aproximadamente 15 metros cada una (Iancowski 1988, en Gabriele 1989a).

Es escasa en espeleotemas, unas pocas estalactitas de tonos amarillentos pálidos y dimensiones menores a los 10 centímetros y una colada estalagmítica, los cuales tienen la característica de ser de carbonato de calcio, rasgo atípico en cavernas en yeso (Gabriele 1989a).

## DISCUSIÓN Y ESPELEOGÉNESIS DE LOS SISTEMAS CAVERNARIOS NEUQUINOS

La evolución de los fenómenos cársticos depende, aparte de la litología, de la interacción de factores como la estructura de

las rocas, el relieve, la hidrología, el clima, la vegetación y el tiempo. Son procesos que a escala regional no ocurren a una tasa constante sino que fluctúan estacionalmente y en ciclos de mayor jerarquía, ya que están ligados a las variaciones del nivel de base estratigráfico (Martinsen *et al.* 1999). Esta última es a su vez, responsable del perfil de equilibrio de los ríos y consecuentemente del nivel freático (Barredo 2004), por lo que cualquier modelo espeleogenético dependerá de la compleja interacción de las variables climáticas, tectónicas y litológicas.

En función de las características morfológicas de las cavernas sintetizadas en este trabajo, se elaboró un modelo espeleogenético en un contexto tectónico, que combina las variables climática y litológica.

Uno de los elementos fundamentales en la inserción del proceso cárstico para los tipos litológicos correspondientes a calizas y yesos, es la estructura deformacional. Todas las cavernas estudiadas en este trabajo siguen la dirección del fallamiento andino y sus bifurcaciones menores (galerías y gateras) fueron muchas veces controlados por los sistemas antitéticos de fallas y/o los sistemas de alivio en los ejes de plegamiento (cavernas Cuchillo Curá y León). En particular, las cavernas Salado I y II, Huitrín y Reni, fueron las estructuras de la faja corrida y plegada del Agrio las que condicionaron su inserción y evolución (Gabriele 1990, 1992). Los sistemas de dúplex utilizaron el yeso como medio plástico para facilitar la deformación compresiva. Esta deformación fue asimismo acompañada de deformación frágil, tanto en los yesos como en las calizas, lo que produjo un notable diaclasamiento vertical sobre los que tuvieron lugar los procesos paracársticos (Gabriele 1996).

Desde el punto de vista del proceso cárstico se puede afirmar que ambos tipos de cuevas son de origen freático. Sin embargo, si se analizan las condiciones climáticas actuales, tanto la temperatura como la humedad de la región no son suficientes para desarrollar sistemas freáticos de las dimensiones y de las características que se observan hoy en día. Esto llevó a algunos autores como Elzeard (1987), a estimar

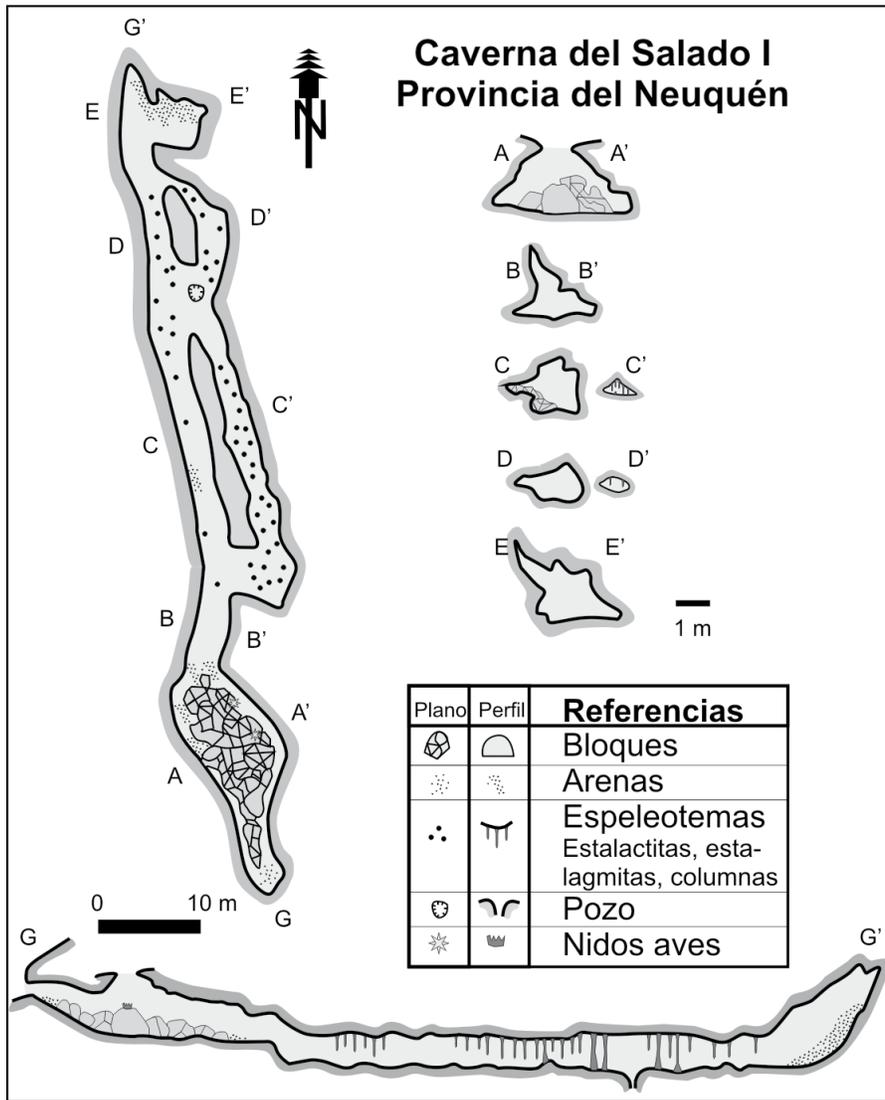


Figura 10: Topografía de la caverna del Salado I. Modificado de GENEU (1988).

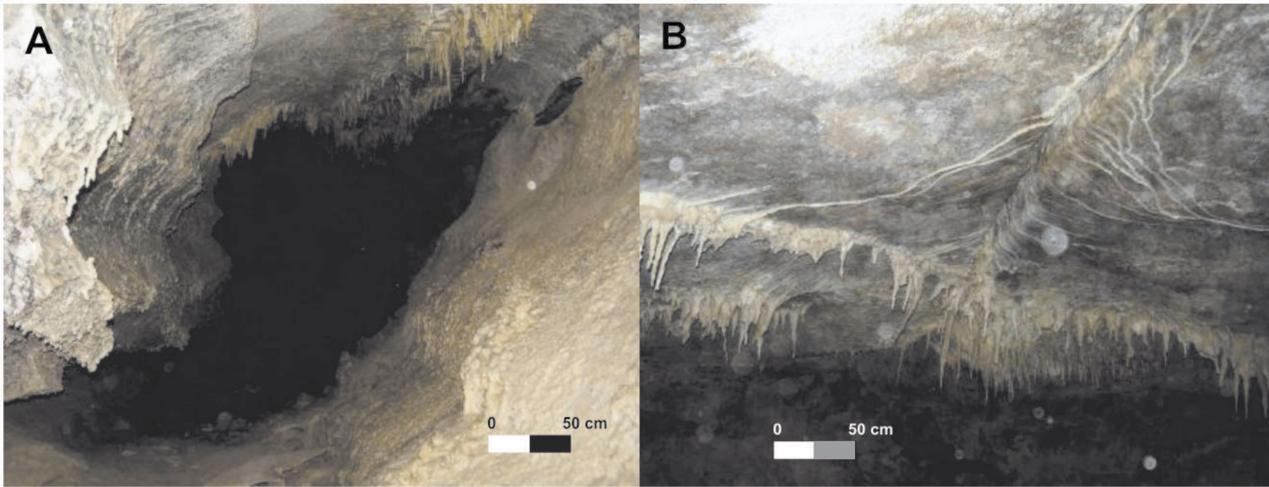
una edad pleistocena para el sistema Cuchillo Curá. En efecto, durante dicho período las variaciones climáticas marcadas por los periodos glaciales e interglaciares, conjuntamente con el ritmo de alzamiento de los Andes y de subsidencia de la cuenca Neuquina, dieron lugar a importantes variaciones del nivel de base estratigráfico regional y con ello, al desarrollo de ciclos de tercer y cuarto orden (*sensu* Catuneanu *et al.* 2009). En particular y según Hofreiter *et al.* (2003), las condiciones climáticas durante la última glaciación fueron similares a las que se registran en la actualidad (clima frío y seco), por lo que se podría presuponer que la edad del cavernamiento es anterior a la última glaciación, situándose

al menos en el Pleistoceno medio. Otros autores, como Rahmstorf (2003) sostienen que el enfriamiento de dicha glaciación no fue constante, alternando períodos fríos (estadales) con otros más cálidos (interestadales) en ciclos de (1500 años) (quinto orden). Tomado como válida esta ciclicidad de alta frecuencia, se podría considerar una edad aún más joven, probablemente entre el Pleistoceno y el Holoceno.

En cualquiera de los casos considerados, las calizas de la Formación La Manga y el yeso de las Formaciones Auquileo y Huitrín (Miembro Troncoso) fueron afectados por el nivel freático regional durante los eventos de nivel de base alto y/o de

subsidencia tectónica, que en el caso de las calizas fue favorecido por el clima frío, ya que la absorción de CO<sub>2</sub> es máxima en esas condiciones (Yuan y Back 1991). Las discontinuidades estratales, así como las fallas y microfisuras producidas por la evolución de la faja corrida y plegada del Agrio, facilitaron el ingreso de agua a la roca con la consiguiente disolución. Zavala (2005), describe la existencia de superficies paleocársticas para esta unidad en Sierra de la Vaca Muerta, por lo que no se descarta que dichos rasgos heredados hayan colaborado en el desarrollo de una porosidad secundaria que facilitaría el ingreso de las aguas freáticas pleistocénicas. El agua juvenil adquirió la capacidad de fluir a medida que estos conductos se ensanchaban, facilitando la circulación lenta (forzada) por los conductos embrionarios. En el caso particular del yeso-anhidrita, y a diferencia del carbonato de calcio, se estima que la disolución en condiciones de circulación forzada fue baja. Esto es así porque la alta solubilidad del yeso-anhidrita da lugar a un rápido saturamiento de la solución que pierde así sus propiedades disolutivas (Ford y Williams 1989, Klimchouk *et al.* 2000, Klimchouk 2002, Klimchouk 1996b, Palmer 1984, Palmer 1991, entre otros). En consecuencia se propone que fue la mezcla de aguas, por recarga o a través de infiltración, la que debió haber permitido que dicho fluido conserve sus propiedades corrosivas.

El mayor ingreso de agua en fase líquida y/o de vapor se produjo en una etapa avanzada, a medida que aumentaba el basculamiento y la fracturación del paquete sedimentario. Las fracturas de alivio se convirtieron en vías de acceso tanto para el agua como para las raíces y suelos por *piping* lo que localmente acentuó la acidez del medio. El carbono biogénico además mantiene baja la presión parcial del CO<sub>2</sub> asegurando la disolución (Jennings 1971, Ford 1988, Ford y Williams 1989). Esto último fue importante en Cuchillo Curá, debido a que la corrosión reogénica de la caliza (calcita) en agua levemente ácida es baja y son los ácidos orgánicos los que aumentan efectivamente su solubilidad (Bögli 1980, Borsato 1997). Adicional-



**Figura 11:** Caverna del Salado I. a) Perfil arrosariado en la galería principal, con guirnalda de estalactitas de yeso en fisura meridiana ( $350^\circ$ ), chorreaduras en la pared. b) Guirnalda de estalactitas de yeso en fisuras de orientación meridiana ( $350^\circ$ ) y oblicua ( $N20^\circ E$ ) que las interceptan.

mente, la mezcla de agua juvenil y connata con las aguas superficiales le permitió alcanzar las condiciones de infrasaturación para dar lugar a una disolución aún más vigorosa, que en los períodos fríos y húmedos acentuó la solubilidad de la calcita. En el caso de los yesos, las condiciones químicas fueron distintas ya que éstos presentan una tasa de disolución solamente controlada por la difusión, siendo su solubilidad en agua pura a  $20^\circ C$  (temperatura promedio de muchas de las cavidades) de 2,531 gramos por litro, lo que es hasta 2 órdenes de magnitud mayor a la de la calcita. Por otro lado, la presencia de NaCl aumenta notablemente su solubilidad (Klimchouk 1996a), y dado que en varios tramos del Grupo Rayoso hay espesos bancos salinos (Uliana *et al.* 1975, Legarreta 1985, Gabriele 1992) se estima que fue importante en el proceso cárstico. Las oscilaciones climáticas del Pleistoceno-Holoceno de menor jerarquía, como ya se discutió anteriormente, habrían propiciado la alternancia de intervalos de total inundación de las cavidades (etapa freática) a etapas con circulación libre y sectores sometidos a condiciones vadosas. Estas últimas, quedan reflejadas por la presencia de conductos verticales (chimeneas) o *shafts*, galerías con pendiente alta, la presencia de terrazas, marcas de inundación en las paredes (caverna del Gendarme en el sistema Cuchillo Cura) y acumulaciones

de brechas por desplome en las cavernas El León, El Salado, Churriaca, Reni y Sima de Huitrín.

El ensanchamiento de los conductos por colapso fue un fenómeno importante en la evolución del proceso cárstico de las cavernas de calizas llegando a ser fundamental para los yesos ya que, según Klimchouk (2002) y Palmer (1991), la solubilidad de este mineral es directamente proporcional a la velocidad del fluido. La transformación de anhidrita a yeso, trae aparejado un aumento de volumen, lo que propició una rápida pérdida de coherencia de la roca.

En el sistema Cuchillo Cura, el agua circulante con el bicarbonato en solución fue sometida a cambios de temperatura y de la presión parcial de  $CO_2$  que propiciaron la depositación de carbonato de calcio en la forma de concreciones o espeleotemas. Fue durante los intervalos cálidos (véase) que este concrecionamiento tuvo su mayor expresión, ya que el bicarbonato en solución es muy soluble en agua caliente lo que favorece la precipitación de calcita en la forma de vistosas concreciones a través de goteo en las fisuras (estalactitas, estalagmitas y velos). La presencia además de películas (*films*) de agua permitió la formación de costras en las paredes por condensación. En el caso particular de las helictitas y heligmitas, se estima que su origen estaría asociado a los fenómenos

de infiltración (*seepage*).

En las cavernas de yeso la formación de las concreciones sólo se debieron a la sobresaturación de la solución por evaporación del agua (Fernández *et al.* 1995). Es notable la decoración de la caverna de El Salado I compuesta por estalactitas, estalagmitas, macarrones, cortezas, cascadas, velos y cristales y agregados cristalinos muy bien preservados.

Los efectos de la última glaciación sumados al constante alzamiento regional, llevaron el clima de la región a las características semiáridas y secas que se mantienen hasta la actualidad. Los vientos moderados a fuertes, aumentan aún más la evaporación lo que constituye un factor adicional de aridez (Hofreiter *et al.* 2003). Debido a ello, se considera que tanto el sistema Cuchillo Curá como los cavernamientos en yeso, se encuentran actualmente en una etapa de mínima actividad y muy lenta evolución que progresa a través de procesos gravitatorios, como el colapso de bloques a lo largo del rumbo de las fallas principales, como así también procesos disolutivos generados durante los períodos de mayor humedad con el nivel de base local alto.

El ingreso de humedad al sistema Cuchillo Cura es bajo, pero no nulo, ya que la fauna hipógea que posee corresponde a especies endémicas restringidas y totalmente especializadas (despigmentación, apteris-

mos, anofthalmia, etc.) al medio cavernario (Quaglia y Anghilante 1992). Estos organismos tienen su principal fuente de alimento en las raíces de arbustos xerófilos las cuales penetran hasta las cavidades a través de fisuras y microfisuras (Mauri 1983). Las raíces logran aportar ácidos orgánicos agresivos debido a que la capa de suelo es delgada (Liu *et al.* 1997, Barredo 2000) y además aportan carbono biogénico de manera que la presión parcial del CO<sub>2</sub> se mantiene en valores suficientes como para que el proceso cárstico siga activo, aún a tasas extremadamente bajas. De esta manera, el sistema cavernario continuaría desarrollándose muy lentamente desde el punto de vista geológico, aunque es considerado inactivo espeleológicamente ya que la caverna no está sometida a la acción mecánica de aguas circulantes. En las cavernas de yeso los procesos cársticos consisten en el colapso de bloques, desmoronamiento de techo, caída de sedimentos (con formación de conos de deyección) en la acción disolutiva, fundamentalmente por condensación y subordinadamente por *seepage*, a lo largo de las diaclasas principales donde ingresa agua infrasaturada. En la zona de la caverna del León, los ciclos de ascenso relativos de nivel de base de mayor frecuencia interpretados como de quinto orden (*sensu* Catuneanu *et al.* 2009), logran inundar periódicamente algunos conductos, con formación de *flowstones*; mientras que durante las caídas, la surgencia del Mallín de la Cueva, mantiene la circulación libre de las aguas favoreciendo la disolución, aún bajo condiciones climáticas semiáridas.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los organizadores del XVIII° Congreso Geológico Argentino y a su Comité Científico por habernos invitado a realizar la presente contribución, pudiendo acercarnos de esta manera la espeleología a la comunidad geológica. Asimismo quieren hacer extensivo su agradecimiento a la Unión Argentina de Espeleología (UAE) por su apoyo para la realización de este trabajo, como así también a los miembros de las

asociaciones espeleológicas GEA, CAE, Karst y GAEMN, cuyos aportes han que enriquecido el contenido de esta presentación.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Agüero R. y Tedesco, E. 1988. Buceo en la Caverna del León. *Revista Salamanca* (4): 17-23.
- Barredo, S.P. 2000. Phénomènes de karstification observés dans une cavité artificielle du "Rincón Blanco". *Argentine. Karstologia* 36: 17-22.
- Barredo, S.P., Balbi, A. y Re, G. 2002. Paleomagnetic study in the Cuchillo Curá system, Neuquen province Argentina. En Doaxian, D. y Cheng, Z. (eds.) *Karst Processes and the Carbon Cycle. Final Report of the IGCP 379: 173-178. Geological Publishing House, Beijing.*
- Barredo, S.P. 2004. Análisis estructural y tectosedimentario de la subcuenca de Rincón Blanco, Precordillera Occidental, provincia de San Juan. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, (inédita), 325 p., Buenos Aires.
- Bögli, A. 1980. *Karst hydrology and Physical Speleology.* Springer-Verlag, 284 p., Berlin
- Borsato, A. 1997. Drip water monitoring at Grotta di Ernesto (NE, Italy). A contribution to the understanding of karst hydrology and the kinetics of carbonate dissolution. 6° Conference on limestone Hydrology and Fissured Media: 57-60, Ginebra.
- Calzato, W. 1989. Arte rupestre del Neuquén: Nociones Generales y un nuevo hallazgo en Cuchillo Curá, Grupo Espeleológico Argentino. *Revista Salamanca* 5: 29-36.
- Catuneanu, O., Abreu, V., Bhattacharya, J.P., Blum, M.D., Dalrymple, R.W., Eriksson, P.G., Fielding, C.R., Fisher, W.L., Galloway, W.E., Gibling, M.R., Giles, K.A., Holbrook, J.M., Jordan, R., Kendall, C.G.St.C., Macurda, B., Martinsen, O.J., Miall, A.D., Neal, J.D., Nummendal, D., Pomar, L., Posamentier, H.W., Pratt, B.R., Sarg, J.F., Shanley, J.W., Steel, R.J., Strasser, A., Tucker, M.E. y Winker, C. 2009. Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Science Reviews* 92: 1-33.
- Cigna, A.A. 1978. A Classification of karstic Phenomena. *International Journal of Speleology* 10: 3-9.
- Elzeard, L.R. 1987. Geología del sistema de cavernas del Cordón Cuchillo Curá. Grupo Espeleológico Argentino. *Revista Salamanca* 3: 3-11.
- Fernández, E., Herrero, N., Lario, J., Ortiz, I., Peiro, R. y Rossi, C. 1995. Introducción a la Geología Kárstica. Federación Española de Espeleología, 222 p., Barcelona.
- Ford, D. 1988. Characteristics of dissolutional cave systems in carbonate rocks. En Paleokarst, James, N.P. y Choquette, P.W. (eds.) *Paleokarst* 25-57, New York.
- Ford, D. C. y Williamns, P.W. 1989. *Karst Geomorphology and hidrology.* Unwin Hyman, 601 p., London.
- Forti, P., Costa, G., Oute, V., Re, G.H. y Barredo, S. 1993. Two peculiar karst forms of the gypsum outcrop between Zapala and Las Lajas (Neuquén, Argentina). 11° International Congress of Speleology, Actas: 54-56, Beijing.
- Gabriele, N.A. 1989a. Geología de la Caverna de Reni, Provincia del Neuquén. Grupo Espeleológico Argentino. *Revista Salamanca* 5: 21-27.
- Gabriele, N.A. 1989b. Geología de la Caverna de Churriaca. GAEMN (inédito), 4 p. Neuquén.
- Gabriele, N.A. 1990. Estado Actual del Conocimiento Geoespeleológico en la República Argentina. *Speleion* 1: 41-46.
- Gabriele, N.A. 1991a. Geoespeleología de la Caverna del Salado I, Dpto. Loncopué, Provincia del Neuquén. Un Paracarst (en yeso) de Montaña. *Anuario Speleion* 2: 21-31.
- Gabriele, N.A. 1991b. Caverna del Salado II, Dpto. Loncopué, Provincia del Neuquén. Espeleogénesis Preliminar. *Anuario Speleion* 2: 33-39.
- Gabriele, N.A. 1992. Espeleogénesis de cavernas en anhidrita en la Provincia del Neuquén, República Argentina. 2° Congreso Espeleológico de Latinoamérica y del Caribe. Actas: 69-70. Viñales.
- Gabriele, N.A. 1993. Sales de potasio de la Formación Huitrín (Cretácico inferior). Provincias de Mendoza y Neuquén, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47: 305-316.
- Gabriele, N.A. 1996. Geoespeleología de la Sima de Huitrín, Dpto. de Loncopue, Neuquén, Argentina. *Anuario Speleion* 5: 3-10.
- GENEU 1988. Plano Topográfico de la Caverna del Salado I, (inédito), 5 p., Cutral Co.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. I Hoja Chos Malal.

- Revista Sociedad Geológica Argentina 1: 177-208.
- GEA 1987. Hoja Q-3 Cueva de Los Cabritos, a escala 1:100, Buenos Aires.
- GEA 1990. Evaluación de impacto ambiental, Sistema de Cuchillo Curá. Revista Salamanca 6: 7-46.
- GEA 1992. Propuesta de Área de Reserva Natural para el Sistema Cavernario de Cuchillo Curá. 3° Encuentro Argentino de Espeleología, Actas: 71-86, Buenos Aires.
- Gulisano, C.A. y Gutiérrez Pleimling, A.R. 1994. Field Guide: The Jurassic of the Neuquén Basin. Asociación Geológica Argentina Serie E(2): 1-111, Buenos Aires.
- Hofreiter, M., Betancourt, J.L., Pelliza Sbriller, A., Markgraf, V. y McDonald, G. 2003. Phylogeny, diet and habitat of an extinct ground sloth from Cuchillo Curá, Neuquen Province, southwest Argentina. Quaternary Research 59: 364-378.
- Holmberg, E., 1976. Descripción Geológica de la Hoja 32c, Buta Ranquil, Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, Boletín 152: 1-98, Buenos Aires.
- Iancowski, H. 1988. Plano Topográfico de la Siema de Huitrín. Grupo Azul de Espeleología y Montañismo del Neuquén, (inédito), 2 p., Neuquén.
- Jennings, J.N. 1971. Karst. The Massachusetts Institute of Technology Press: 252 p., Cambridge.
- Klimchouk, A.B. 1992. Large gypsum caves in the Western Ukraine and their genesis. Cave Science 19: 3-11.
- Klimchouk, A. 1996a. The dissolution and conversion of gypsum and anhydrite. International Journal of Speleology 25: 21-36.
- Klimchouk, A. 1996b. Speleogenesis in gypsum. International Journal of Speleology 25: 61-82.
- Klimchouk, A.B. 2002. Evolution of karst evaporites. En Gabrovsek, F. (ed.) Evolution of karst: From Prekarst to Cessation, 61-96, Postojna-Ljubljana, Založba.
- Klimchouk, A.B., Ford, D.C., Palmer, A.N. y Dreybrodt, W. 2000. Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Nacional Speleological Society, 527 p. Huntsville.
- Lambert, L.R. 1956. Descripción geológica de la Hoja 35 b, Zapala, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 83: 1-93, Buenos Aires.
- Leanza, H.A., Hugo C.A. y D. Repol. 2001. Hoja Geológica 3969-I Zapala. Provincia del Neuquén. Boletín Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 275: 1-128, Buenos Aires.
- Legarreta, L. 1985. Análisis estratigráfico de la Formación Huitrín (Cretácico Inferior), Provincia de Mendoza. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires, (inédita), 197 p., Buenos Aires.
- Legarreta, L. y Gulisano, C.A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior - Terciario inferior). En Chebli, G. y L.A., Spalletti (eds.) 10° Congreso Geológico Argentino, Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie Correlación Geológica 6: 221-243, Buenos Aires.
- Lipps, E.F. 1986. "Cueva del León", Cavernamiento en yeso de la república Argentina. 9° Congreso Internacional de Espeleología, Actas: 20-22, Barcelona.
- Liu, Z.H., Yuan, D.X. y Zhao, J.B. 1997. Carbon dioxide in soil and its drive to karst processes: A case study in transitional zone between North and South China. 12° International Congress of Speleology, Proceedings 1: 300, Valais.
- Llopis Lladó, N. 1970. Fundamento de Hidrogeología Cárstica (Introducción a la Geoespeleología), 269 p., Madrid.
- Martinsen, O.J., Ryseth, A., Helland-Hansen, W., Flesche, H., Torkildsen, G y Idil, S. 1999. Stratigraphic base level and fluvial architecture: Ericson Sandstone (Campanian), Rock Springs Uplift, SW Wyoming, USA. Sedimentology 46: 235-259.
- Matheos, S. 1988. El estroncio como indicador paleoambiental de las calizas de la Formación La Manga (Jurásico), provincia del Neuquén, Argentina. 5° Congreso Geológico Chileno, Actas 2:17- 30, Santiago de Chile.
- Maury, E.A. 1983. Triaconychidae Sudamericanos V. Un nuevo género de opiliones cavernícolas de la Patagonia. (Opiliones, Laniatores), Memoires de Bioespeologie, Tome 15:117-131.
- Palmer, A.N. 1984. Geomorphic interpretation of karst features. En LaFleur, R.G. (ed.). Groundwater as a geomorphic agent, 222-229, Allen y Unwin, London.
- Palmer, A.N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. Geological Society of America Bulletin 103: 1-21.
- Quaglia, P. y Anguilante, C.D. 1992. Materia y Energía en el Ecosistema Subterráneo de Cuchillo Curá. 3° Encuentro Argentino de Espeleología, Actas: 3-6, Buenos Aires.
- Rahmstorf, S. 2003. Timing of abrupt climate change. Geophysical Research Letters 30: 10-17.
- Redonte, G. 1997. El sistema cavernario de Cuchillo Curá, un proyecto de investigación en la Provincia del Neuquén, República Argentina. 12° International Congress of Speleology, Actas 4: 99-102, La Chau-de-Fonds.
- Redonte, G. 2010. Comisión Nacional de Catastro. Boletín EspeleoAr 2: 7-8. Unión Argentina de Espeleología, Buenos Aires.
- Uliana, M.A., Dellape, D.A. y Pando G.A. 1975. Distribución y génesis de las Sedimentitas Rayosianas (Cretácico inferior de las Provincias de Neuquén y Mendoza, República Argentina). 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 1:151-176.
- Yuan, D. y Back, W. 1991. IGCP project 299. Geology, Climate, Hydrology and Karst Formation. Episodes 14: 80-81.
- Zavala, C. 2005. Tracking sea bed topography in the Jurassic. The Lotena Group in Sierra de la Vaca Muerta (Neuquén Basin, Argentina). Geologica Acta 3: 107-118.

Recibido: 9 de agosto, 2011.

Aceptado: 16 de octubre, 2012.