



FENOMENOS KARSTICOS EN LAS DOLOMIAS DE SIERRAS BAYAS: UN ENFOQUE GEOESPELEOLÓGICO

Silvia Patricia Barredo¹

¹ Grupo Espeleológico Argentino (GEA). Laboratorio de Tectónica Andina. Departamento de Geología Universidad de Buenos Aires. Pabellón II, Ciudad Universitaria, 1428, Argentina. : sbarredo@mail.retina.ar; silvia@gl.fcen.uba.ar

Keywords: dolomías, karst, sistema, aragonita, paleoclima

INTRODUCCION

Las operaciones mineras de la región de Olavarría dejaron al descubierto cavidades de origen kárstico en las rocas carbonáticas que componen la secuencia precámbrica del Grupo Sierras Bayas. Particularmente, en la cantera Mallegni se descubrieron una serie de pequeñas cuevas desarrolladas en las dolomías de la Formación Villa Mónica cuya morfología permitió identificar un sistema cavernario nuevo en el país. Este karst evoluciona controlado fundamentalmente por la estructura de la cubierta sedimentaria que constituye el pasaje principal de las aguas meteóricas al sistema. Actualmente las cavidades están semiactivas y evolucionan en condiciones vadosas. Los espeleotemas hallados son pequeños, compuestos por costras botroidales de aragonita, calcita y en menor proporción dolomita. Esta mineralización secundaria en ambientes kársticos está íntimamente ligada a factores climáticos por lo que en este trabajo se le asignó valor como indicador paleoclimático. Otras evidencias halladas en la sección cuspidal de la secuencia de dolomías sugieren que ya en el Precámbrico tuvieron lugar fenómenos de disolución en la plataforma expuesta durante la regresión marina, los que fueron interpretados como indicadores de un paleokarst incipiente. Estas observaciones se realizaron durante una serie de campañas exploratorias cuyos análisis de gabinete se presentan en este trabajo.

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Las Sierras Bayas se encuentran en las proximidades de la localidad de Olavarría, Provincia de Buenos Aires en la porción noroccidental de las Sierras Septentrionales (Fig. 1). Este cordón orográfico conforma una topografía suave cuyo punto más alto no supera los 500 m.s.n.m. Está compuesto por rocas ígneo-metamórficas y depósitos sedimentarios no metamorfizados de edad precámbrica. La estructura regional corresponde a bloques fallados y rotados sobrepuestos por una cubierta plegada suavemente. En la zona de interés se destaca la presencia de un braquisinclinal truncado hacia el suroeste por una falla inversa y sistemas de fallas directas de rumbo este-noreste y fallas menores de rumbo noroccidental.

El Grupo Sierras Bayas (Poiré, 1993) está compuesto por tres unidades depositacionales que de abajo hacia arriba corresponden a: Formación Villa Mónica (55m), Formación Cerro Largo (75m) y Formación Loma Negra (40m). En la primera unidad dominan dos facies, una inferior caracterizada por conglomerados, areniscas cuarzo-arcósicas y pelitas depositadas en ambientes marinos someros. La litofacies superior de 36 m de potencia está compuesta por pelitas y dolomías estromatolíticas de plataforma. La edad estimada por el método Rb/Sr para esta última es de 793 ± 32 Ma (Cingolani y Bonhomme, 1988). La Formación Cerro Largo corresponde a brechas ftaníticas que pasan a pelitas glauconíticas, areniscas y finalmente a arcilitas, que indican un ascenso relativo del nivel del mar y posterior descenso (Poiré, 1993). La Formación Loma Negra está compuesta por calizas micríticas interpretadas por este autor como características de rampa y plataforma carbonática; serían el resultado de un nuevo ascenso del nivel del mar que

culminó con un nuevo descenso. Barrio, *et al.* (1991) proponen que durante esta fase regresiva y bajo un clima cálido y húmedo se instaló en las zonas expuestas un paisaje kárstico.

El techo de las dolomías de la Formación Villa Mónica presenta también rasgos de disolución escasamente desarrollados (Barredo, 1997). Consisten en pequeñas dolinas de no más de 10 cm de diámetro asociadas a la intersección de grietas y dispuestas tanto en cresta como en los valles de los abultamientos estromatolíticos. Son subcirculares en planta, en sección tiene forma de embudo, algunas coalescieron formando depresiones alargadas similares a uvalas. Todos conservan un relleno de arcillas residuales (*terra rosa*) en la parte inferior.

MARCO ESPELEOLÓGICO

Si bien en la actualidad las cavidades están desconectadas, presentan evidencias que permiten proponer que forman un sistema parcial o totalmente conectado, de desarrollo muy superior al explorado en la cantera. Se encuentran a 250-270 m.s.n.m. en una región caracterizada por un clima templado a moderadamente cálido y húmedo con un promedio de precipitaciones anuales de 850 mm. Las temperaturas oscilan entre 15°C a 30°C en el verano y de 5° a 15°C en el invierno con una media anual de 14° C.

El sistema estaría compuesto en principio por 4 cavidades que fueron identificadas como Matilde Catriel, Santa Lucía, Mallegni y La Nueva. Se localizan en el cierre este del pliegue, paralelas a la dirección de inclinación de los bancos (S40°O). Su inserción estuvo fuertemente controlada por las fallas normales de dirección este-noreste, y por juegos de diaclasas secundarios de orientación norte-sur (Fig.1). Son pequeñas, la topografía de detalle (grado 4D) indica un desarrollo horizontal no superior a los 83,27 m y un desnivel de 7 m (Martínez y Redonte, 2000). Se trata de cavidades prácticamente secas, no hay corrientes internas permanentes. El agua percola a través de las fracturas y microfracturas

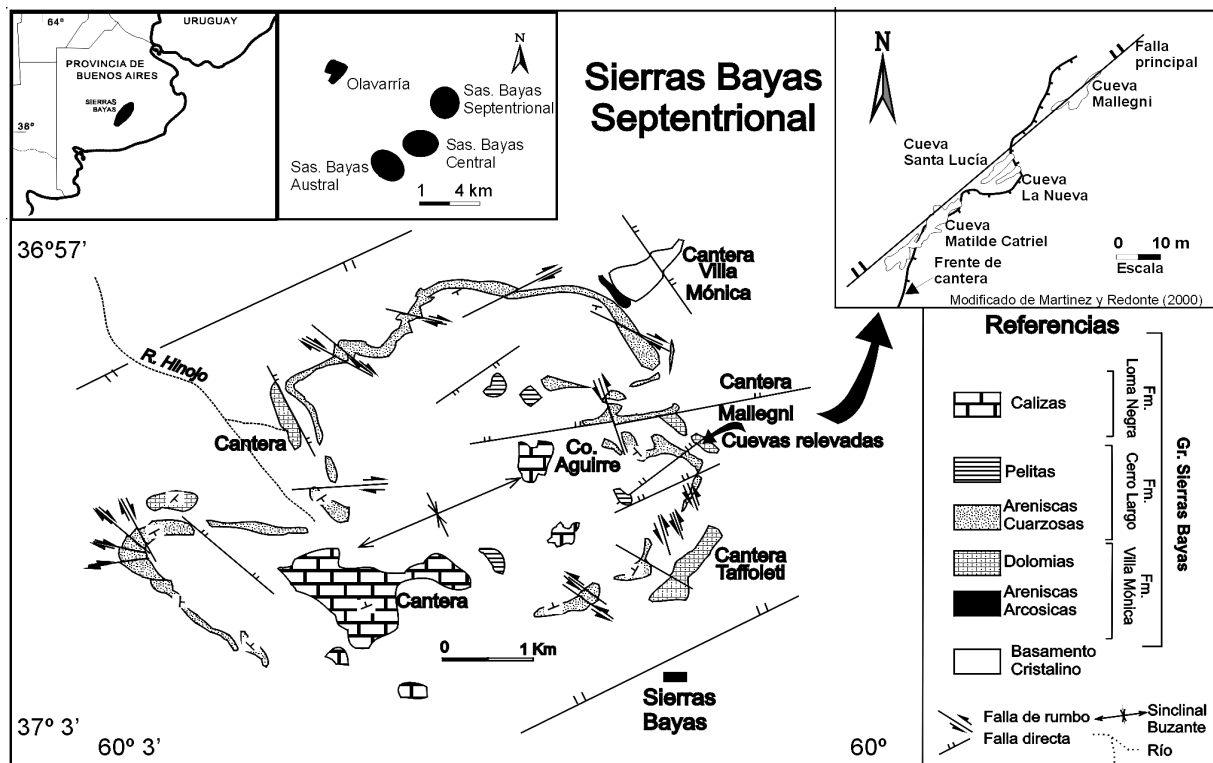


Figura 1: Mapa geológico de la zona con los cavernamientos de interés. En el extremo superior derecho se muestra su desarrollo en planta.

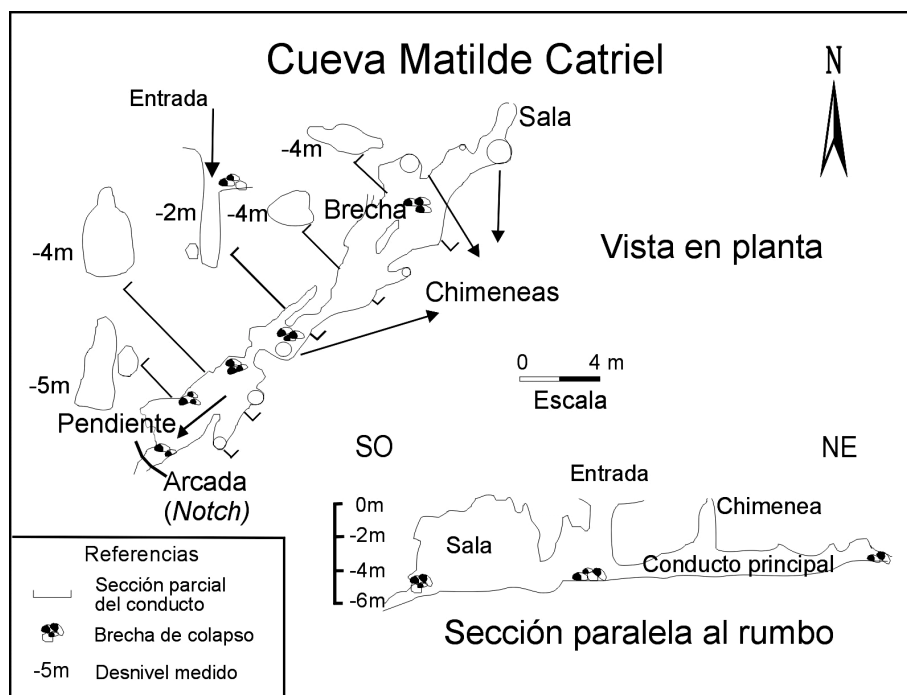


Figura 2. Esquema detallado de la cueva Matilde Catriel con sus elementos principales

produciendo en las estaciones secas un goteo lento: 1 gota cada hora o cada hora y media, en tanto que en el periodo de lluvias aumenta registrándose hasta 3 gotas por hora. La temperatura interna muestra una media de 17°C, la humedad alcanza la saturación en las partes internas de los conductos mientras que desciende al 80% próximo a las bocas.

Matilde Catriel (253 m.s.n.m.), es la cavidad más grande con un desarrollo horizontal de 45,37 m y un desnivel de 6 m (Fig. 2). La entrada consiste en dos chimeneas verticales (*shafts*) de 2 m de altura, descubiertas durante el laboreo. Presenta una galería principal de sección elíptica de 4 m de alto y 6 de ancho y morfología meandriforme, varios conductos secundarios menores, de sección elíptica, le dan en planta un diseño ramificado (*branching*). La cueva Mallegni exhibe un desarrollo horizontal de 19 m, Santa Lucía de 11,9 m y La Nueva, 7 metros. Se desconocen las entradas naturales de estas últimas pero a diferencia de la primera éstas muestran en perfil pendientes superiores y rasgos erosivos y depositacionales poco desarrollados.

Dentro de los espeleotemas se destacan las gruesas costras botroidales (coralinas), que alcanzan espesores del orden de los 6 cm. Están compuestas por nódulos subsféricos de color castaño claro y blanco, acompañadas por manchas de óxidos. Internamente son bandeadas, cada banda corresponde a aragonita acicular dispuesta en agregados radiales con frecuente reemplazos pseudomórficos de calcita y a arcillas, en especial illita y escasos interstratificados montmorillonita/clorita, óxidos como limonita y guetita, calcita microcristalina y materia orgánica. Es frecuente la presencia de esferulitas de calcedonia con remanentes de aragonita y la formación de cristales prismáticos de calcita en los intersticios. Alternando con estos niveles se observan costras formadas únicamente por calcita de hasta 1 cm de espesor. Las bases de algunas de las costras analizadas muestran además de la calcita, cristales ehedrales de dolomita interpretada como secundaria y relacionada al karst. El origen de estos depósitos se debe a la precipitación de carbonatos desde películas de agua adosadas a las paredes provenientes de la condensación de aerosoles o de percolación.

Otro tipo de costras rellenan grietas y sobresalen de las paredes formando delgadas cortinas. Están compuestas por agregados de cristales de calcita con cemento esparítico. En el techo, sobre todo de Matilde Catriel, se observan estructuras tipo *boxwork* (enrejados) caracterizadas por un reticulado de delgadas láminas de calcita fibrosa; resultan de venas de agua que fluyen a lo largo de microfisuras enrejadas. Son escasos los espeleotemas correspondientes a estalactitas, las que no superan 3 cm de largo; compuestas por aragonita radial y calcita. Si bien escasas cabe mencionar también la presencia de excéntricas sobre las costras carbonáticas. Son el resultado de la existencia de corrientes convectivas generadas por diferencia de temperatura entre las paredes y techo de las cavidades, aunque para el caso de las más cercanas a la boca, el intercambio es entre el aire interior y el exterior. En ambos casos el aire en movimiento produce evaporación promoviendo la depositación del mineral en el sentido de movimiento de la masa de aire, muchas veces en contra de la gravedad. Todas las paredes y techos están tapizados por una capa de meteorización dolomítica y calcítica, amarillo oscuro, terrosa, de fracción limo – arcilla con granos aislados de cuarzo que resulta fundamentalmente de disolución por la imbibición de los carbonatos de las dolomías. Finalmente, es importante mencionar los óxidos que tiñen las concreciones o que forman parte de la costra terrosa entre los que se destacan óxidos de manganeso (dentritas) y de hierro (mayormente limonita y guetita) hallados también en la arcilla residual.

Los rasgos de disolución están muy bien preservados. De todos, los más importantes son los *pockets*, siempre asociados a fracturas, que presentan diferentes tamaños y formas. Son mayormente independientes y simples con sección semicircular. Los localizados en el techo son grandes, hasta 90 cm de diámetro, el fondo es circular y el eje vertical. Unos pocos son compuestos, de hasta tres en grupo, lateralmente conectados y de diámetros inferiores a los 10 cm. Solo se observó un *pocket* en niveles o escalonados, el externo es de 30 cm de ancho mientras que los dos internos de 15 y 10 cm. También se observaron nichos de pared (*wall nitches*) con forma de casco de caballo de hasta 50 cm, abundantes en la porción sur de la galería principal de Matilde Catriel. Se identificaron *scallops* (formas erosivas similares a turboglifos) en las paredes que, aunque mal preservados, conservan una ligera asimetría. Esto último permitió estimar estadísticamente una dirección de paleoflujo para algunos conductos: S35°O. En la pared sur de esta misma cavidad y cerca de la cubierta de suelo, se observaron arcadas (*notches*), semicirculares que indican claramente la existencia de galerías en niveles inferiores, actualmente obstruidos.

Los depósitos de relleno son de naturaleza alóctona y autóctona. Los primeros comprenden clastos de basamento retrabajados e introducidos al sistema por corrientes o por caída, los segundos consisten en minerales de arcilla provenientes de la descalcificación de los carbonatos, cuarzo subredondeado, litoclastos y clastos de dolomía, estos últimos de fracción limo hasta bloques de 1 m de largo. Conforman en general depósitos masivos y si bien el piso de las cuevas está muy alterado por la circulación de gente, en algunos conductos de Mallegni y Matilde Catriel pudo observarse cierta orientación de clastos prolados, probablemente transportados por corrientes internas del sistema que están parcialmente encauzadas en canales someros. Son comunes los depósitos de brechas de colapso asociados a las fracturas y diaclasas que forman pilas caóticas y hasta pequeños abanicos compuesto por gravas y bloques angulosos.

INTERPRETACION

Estas cavidades son el resultado de procesos de disolución kárstica ocurridos durante el Cuaternario y si bien están aisladas, forman parte de un sistema con conductos total o parcialmente comunicados. A esta conclusión se arribó luego de analizar los rasgos morfológicos de las mismas y del testimonio de los habitantes que pudieron visitarlas varias décadas atrás. Matilde Catriel fue obstruida por laboreos anteriores lo que condujo a la pérdida de un importante número de ramas laterales. Se deduce por la presencia de una arcada que emerge del piso, que la porción sur esta obliterada y como se explicó sugiere la existencia de al menos un nivel inferior. Una perforación reciente llevada a cabo a unos



metros más al sur atravesó un hueco cuyo piso se localizó a 30 m de profundidad, convalidando esta hipótesis. Otra prueba de valor es la existencia de surgencias en el mismo rumbo que las cuevas, las que se activan notablemente después de lluvias intensas. Hacia el norte, pudo constatarse que Santa Lucía está separada de esta cavidad por solo 5m (Fig. 1) y que la terminación de ambas es notablemente similar, una pequeña cámara de 3 m de diámetro, con hoyos de disolución de igual tamaño en paredes y *scallops* indicando una dirección de paleoflujo (oeste-suroeste). Mallegni, topográficamente más elevada (263 m.s.n.m.), se encuentra 15 m al norte, relacionada a la misma falla. Labores vecinas han descubierto otras cavidades tanto en esta dirección de fallamiento como en las fallas transversales las que no fueron integradas a este estudio porque no pudieron ser exploradas.

Sobre la base de la morfología de los conductos se propone que las cuevas son poligenéticas. La galería principal de Matilde Catriel es subhorizontal con una sección elíptica a veces subcircular (Fig. 2), el relieve de la cavidad muestra rasgos que indican un origen freático como grandes *pockes* y *scallops* en el techo. Sin embargo, actualmente evoluciona bajo condiciones vadosas, con ingreso constante de agua a través de fracturas por goteo y de esporádicas cortinas de agua por las chimeneas durante lluvias intensas.

Si bien las cuevas están secas, mientras se realizaba este trabajo de investigación se comprobó que bajo lluvias abundantes parte de la sección sur de Matilde Catriel experimenta una inundación parcial y efímera. Esto se pudo deducir a partir de la formación posterior de una línea de inundación máxima localizada a 30 cm del suelo y de la presencia de un canal pequeño, meandriforme, de apenas unos centímetros de profundidad labrado durante el escurrimiento. Se cree que siendo la dolomita de solo 35 m de potencia, la capa infrayacente impermeable y con el nivel freático a 15-20 m de profundidad (menos de 8 m del piso de este sector) en condiciones de lluvias intensas el sistema no puede drenar el caudal recibido, inundando por corto tiempo parte de las galerías más superficiales. Así, se propone que el sistema es semiactivo y que de existir niveles inferiores éstos estarían parcial o totalmente inundados.

El goteo observado en la actualidad, con variaciones estacionales, tiene asociado espeleotemas más calcíticos (goteo intenso) o aragoníticos (escaso). Las costras a su vez presentan niveles alternantes de aragonita y de calcita que pueden ser correlacionados en todas las cavidades. De este modo se estima que esta mineralización puede ser usada como un buen indicador paleoclimático. Para ello hay que tener en cuenta que la porosidad primaria de estas dolomías es suficiente como para acumular agua durante los periodos de lluvias y actuar como reservorios cuando, bajo condiciones de climas cálidos y secos, la tasa de evaporación supera a la percolación. El agua en estas condiciones permanece prácticamente estática y el goteo dentro de la cavidad se torna lento. Ambos hechos favorecen la concentración de magnesio proveniente de la roca de caja en la solución y, frente a altas concentraciones, precipita aragonita en lugar de calcita mientras que si existe exceso de magnesio lo hará como dolomita (Frisia *et al.*, 1997; Niggemann, comunicación verbal). Cuando el clima es más húmedo este proceso se revierte y se deposita calcita en detrimento de la aragonita.

CONCLUSIONES

Las cuevas estudiadas son parte de un sistema semiactivo.

Las denuncias de otras cavidades tanto en las dolomías como en las calizas suprayacentes sugieren que éste sistema puede alcanzar un desarrollo de mas de 4 km solo en la estructura sinclinal (Fig. 1).

Las evidencias halladas son suficientes para proponer la existencia de conductos más profundos que en función del nivel freático actual, pueden estar totalmente o parcialmente inundados. Los pequeños espeleotemas y costras delgadas indicarían que solo recientemente estas cuevas abandonaron su situación de inundación total. La presencia de niveles aragoníticos alternando con otros de calcita indicarían periodos de aridez y humedad



por lo que el análisis detallado de estas costras conjuntamente con la datación de las mismas podrían arrojar importantes datos paleoclimáticos.

AGRADECIMIENTOS

La autora quiere agradecer a Gustavo Lentijo, Eduardo Tedesco y Aldo Filliponi quienes ayudaron en los trabajos de campo y a la agrupación GEA por el soporte logístico.

REFERENCIAS

- Barredo, S.P., 1997. Estudio Espeleológico Preliminar en Sierras Bayas, un paleokarst?. XII International Congress of Speleology. La Chaux-de-Fonds (Neuchâtel). Suiza. VI: 1-4
- Barrio, C.A., Poiré, D.G. y Iñiguez, A.M., 1991. El contacto entre la Formación Loma Negra (Grupo Sierras Bayas) y la Formación Cerro Negro, un ejemplo de paleokarst, Olavarría, provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Buenos Aires, XLVI (1-2): 69-76.
- Cingolani, C.A. y Bonhomme, M., 1988. Resultados geocronológicos en niveles pelíticos intercalados en las dolomías de Sierras bays (Grupo La Tinta), provincia de Buenos Aires. Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas.283-289.
- Frisia, S., Borsato, A., Fairchild, I.J. y Longinelli, A., 1997. Aragonite precipitation at Grotte de Clamouse (Herault, France): role of magnesium and drip rate. XII International Congress of Speleology. La Chaux-de-Fonds (Neuchâtel). Suiza. VI:247-250
- Martinez. O. y Redonte, G., 2000. Topografía grado 4D, Sierras Bayas, Buenos Aires, Argentina. GEA. Inédito. Buenos Aires.
- Poiré, D.G, 1993. Estratigrafía del Precámbrico de Olavarría, Sierras Bayas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas I: 1-11.