



Prefacio

México posee una gran variedad de depósitos minerales generados en diferentes épocas geológicas y ambientes geotectónicos, algunos de ellos considerados como de clase mundial. Entre estos últimos cabe destacar los depósitos epitermales de los distritos de Pachuca – Real del Monte, Fresnillo y Guanajuato, los pórfidos cupríferos de Cananea y La Caridad en Sonora, el *skarn* de San Martín en Zacatecas y el depósito de fluorita de Las Cuevas en San Luis Potosí. No obstante el gran desarrollo histórico de la actividad minera en México, los textos dedicados exclusivamente al estudio de los yacimientos minerales es todavía escaso. Entre los textos disponibles cabe destacar “*La riqueza minera de México*” de Jenaro González Reyna (1ª edición editada por el Banco de México en 1944), la “*Carta y provincias metalogenéticas de la República Mexicana*” de Guillermo P. Salas (editado por el Consejo de Recursos Minerales en 1975), el volumen especial de *Economic Geology* en 1988 (vol. 83), y la *Special Publication 8* de la *Society of Economic Geologists* en 2001. Mediante el presente volumen especial del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana se pretende contribuir a mejorar el conocimiento de los depósitos minerales de México en base a algunas tipologías selectas. Las tipologías contempladas son los depósitos de tipo pórfido cuprífero (Valencia-Moreno *et al.*), los depósitos epitermales (Camprubí y Albinson), los depósitos y manantiales hidrotermales submarinos someros (Canet y Prol-Ledesma), los depósitos de tipo *Mississippi Valley* y similares (Tritlla *et al.*), los yacimientos de carbón (Corona-Esquivel *et al.*) y, por último, los depósitos asociados a complejos máficos y ultramáficos (Ortiz-Hernández *et al.*).

Valencia-Moreno *et al.* presentan una revisión exhaustiva sobre los depósitos mexicanos de Cu-Au-Mo encajados en pórfidos, buena parte de los cuales conforman una amplia provincia metalogenética comprendida entre el Noroeste de México y el Suroeste de los E.U.A. La gran mayoría de los depósitos cupríferos en pórfidos de México se formaron en la porción oriental del cinturón magmático Larámide, entre el Cretácico Superior terminal y el Eoceno Inferior. Sin embargo, en los últimos años se han identificado depósitos de este tipo formados duran-

te el Jurásico Medio (El Arco en Baja California Sur). Igualmente, existen varios depósitos en el Centro y el Sur de México cuya formación corresponde al Oligoceno, y hasta a épocas tan recientes como el Plioceno. La distribución de los diferentes depósitos ricos en Cu, Cu-Au, Cu-Mo, Mo, etc., parece estar asociada al basamento regional, pudiéndose así distinguir tres dominios principales en México: (1) el dominio norte, con un basamento cristalino del Proterozoico, (2) el dominio central, con rocas de cuenca marina profunda del Paleozoico subyacidas por el basamento del Proterozoico, y (3) el dominio sur, con rocas de arcos de islas del Mesozoico.

Camprubí y Albinson presentan una revisión acerca del estado actual sobre el conocimiento de los depósitos epitermales en general y para el caso concreto de México. Este tipo de depósitos es posiblemente el más importante en el país en sentido histórico y económico y, a pesar de que es uno de los más estudiados en México y el mundo, aún persisten problemas en cuanto a la definición y a la génesis de los tres principales subtipos que integran la tipología. En el dicho trabajo se definen tres estilos principales de depósitos epitermales alcalinos/neutros para México, que comprenden (1) depósitos epitermales de sulfuración baja, (2) depósitos epitermales de sulfuración intermedia, y (3) un estilo de depósitos que comprende tanto una parte de mineralización de sulfuración intermedia como una parte de sulfuración baja. Ello contradice la pretendida exclusividad mutua entre los depósitos de sulfuración intermedia y los depósitos de sulfuración baja. Igualmente, se describe la existencia de alteraciones argílicas (característicos de depósitos de sulfuración alta y de porciones someras de cualquier tipo de depósito epitermal) en secciones profundas de algunos depósitos epitermales alcalinos/neutros sin conexión alguna con zonas de alteración someras similares, lo cual se interpreta como la posible incursión de episodios tempranos de alta sulfuración también en depósitos alcalinos/neutros.

Canet y Prol-Ledesma describen una tipología de depósitos y sistemas activos hidrotermales submarinos cuya importancia económica y geotérmica han sido tradicionalmente infravaloradas. Éstos son los depósitos

minerales y manantiales termales submarinos someros, a profundidades inferiores a ~200 m, en ambientes de arco de islas y en márgenes continentales afectados por extensión tectónica. Estos últimos son especialmente importantes en ambas costas del Golfo de California. El límite de 200 m de profundidad, que separa esta tipología de los depósitos hidrotermales submarinos profundos, no es arbitrario, pues marca un cambio brusco en los parámetros ambientales y ecológicos para estos ambientes, y coincide con un cambio en la pendiente de la curva de ebullición bajo presiones hidrostáticas. Los manantiales termales submarinos de este tipo constituyen los análogos actuales de algunos depósitos metalíferos de interés económico, como posible fuente potencial de óxidos, sulfuros y metales preciosos. También soportan ecosistemas especializados, caracterizados por la coexistencia y competencia de organismos quimiosintéticos y fotosintéticos, semejantes sólo de forma parcial a ambientes oceánicos de chimeneas mineralizantes (los famosos *black smokers*) y de infiltraciones frías de hidrocarburos (*cold seeps*). Por ello, constituyen ambientes cuyas características son útiles para la larga discusión sobre el origen de la vida.

Tritlla *et al.* realizaron una revisión tanto a nivel general como circunscrito al ámbito geológico mexicano sobre los depósitos epigenéticos estratoligados tipo *Mississippi Valley (MVT)* y similares. En México, tales depósitos han sido adscritos tradicionalmente a tipologías diversas, a menudo en relación con procesos magmáticos, sin que, salvo contadas excepciones, se hayan identificado debidamente los rasgos geológicos que determinan su filiación. Estos depósitos se caracterizan por contener sustancias diversas de importancia económica, como sulfatos, carbonatos, fluoruros, sulfuros y sulfosales. Los depósitos *MVT* se forman a partir del reemplazamiento generalmente de rocas carbonatadas por medio de salmueras hidrotermales de cuenca, altamente modificadas por reacciones agua-roca, a temperaturas relativamente bajas y en ausencia de magmatismo. En muchos casos, la circulación de fluidos está asociada a las etapas compresivas y distensivas de

una orogenia que, en el caso de los depósitos mexicanos, corresponde a la Larámide. La identificación de esta tipología en contraposición con otras asociadas a procesos y fluidos magmáticos (*skarns* y/o reemplazamientos a alta temperatura de carbonatos) es crucial en la definición de las estrategias de exploración más adecuadas para cada caso.

Corona-Esquivel *et al.* efectúan una revisión general sobre los procesos sedimentarios que llevan a la formación de los yacimientos de carbón en México, ubicados mayoritariamente en la Región Carbonífera de Coahuila. Así, se definen los elementos sedimentarios y geológicos que controlan su distribución, y se describe su explotación y utilización para la generación de energía eléctrica. Además, se menciona la presencia de metano asociado al carbón, los problemas que ésta ocasiona, y su posible explotación local.

Por último, Ortiz-Hernández *et al.* describen la geología y evalúan el potencial metalogenético de los complejos máficos y ultramáficos conocidos en México. Tal potencial consiste básicamente en cromititas podiformes, diseminaciones de Cu, Ni, Co y elementos del grupo del platino, y minerales industriales metamórficos o de alteración como talco, asbestos y magnesita.

Otras tipologías importantes en la economía del país y para su estudio metalogenético no están contempladas en este volumen. Tal es el caso de los *skarns* y los depósitos vulcanogénicos de sulfuros masivos (*VMS*), y de tipologías de las que se ha generado escasa literatura en México, como son los depósitos sedimentario-exhalativos de sulfuros masivos (*sedex*), los depósitos de óxidos de hierro relacionados con vulcanismo (o *IOCG* y similares), los depósitos de Cu y U en capas rojas, las pegmatitas graníticas, los depósitos de Sn en vetas asociadas a domos riolíticos, o los depósitos debidos a oxidación supergénica o *gossan*. De la mayoría de estos depósitos no se dispone aún de información general conjuntada, y es más que deseable que ésta sea generada más temprano que tarde pero, por lo pronto, esperamos que el presente volumen del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana constituya un buen inicio.

Juriquilla, Querétaro 1 de agosto de 2006

Antoni Camprubi
Jordi Tritlla
Editores