

Por el DR. JENARO GONZÁLEZ REYNA

# Posibles Centros Mineros de México

## SEGUNDA Y ULTIMA PARTE

### SIERRA MADRE ORIENTAL

**L**A constitución geológica de esta gran cadena de montañas que en su mayoría quedan integradas por rocas sedimentarias, principalmente calizas, y puesto que las rocas ígneas y fenómenos geológicos propicios a dar origen a criaderos de minerales no son frecuentes, la posibilidad de encontrar yacimientos metalíferos es menor. A través de los siglos, y hasta la fecha, son pocas las regiones donde se han localizado y explotado minas metálicas en la Sierra Madre Oriental. Sin embargo, creemos que en la forma siguiente debe investigarse la posibilidad de encontrar algunos yacimientos de minerales metálicos.

En la porción sur de la Sierra Madre, donde se presentan rocas de composición granítica y andesítica, se deben efectuar exploraciones en busca de oro, ya sea en vetas, o de placer. En Tetela de Ocampo, Pue., y sus alrededores deben efectuarse trabajos en busca de oro, metal que en estado nativo se ha encontrado allá.

En partes de los límites de Oaxaca y Veracruz donde las rocas graníticas quedan en contacto con las sedimentarias deben hacerse investigaciones tendientes al posible descubrimiento de tungsteno.

Existe la posibilidad de llegar a encontrar cuerpos ferri-feros de contacto, precisamente en lugares cuya geología es semejante a la de Zomelahuacán-Las Vigas, donde se vuelve a tener cuerpos intrusivos de rocas granodioríticas, etc., en calizas cretácicas. Las áreas que se semejan a la antes mencionada se localizan en los Municipios de Jalapa y Perote, Ver.

En las montañas de la Sierra Madre, que corresponden a Nuevo León y Coahuila se tienen buenas posibilidades de llegar a localizar criaderos de plomo y cinc, de reemplazamiento o como chimeneas y mantos, alojados en las rocas calizas, en forma análoga a lo que se ha encontrado y explotado en Sierra Mojada, Santa Elena y Municipios de Castaños, Cuatro Ciénegas, Monclova, Arizpe, etc. Se ha visto que invariablemente en esa clase de yacimientos, en las minas explotadas, el mineral plomo-cincífero tiene leyes de plata y algo de cobre.

En la porción NW del Estado de Coahuila, donde aparecen granitos intrusados en calizas, deben estudiarse las zonas de contacto buscando tungsteno.

También en esa parte de Coahuila se tiene la posibilidad de llegar a descubrir nuevos yacimientos de minerales radioactivos en forma de carnotita, contenida como impregnación o

llenando cavidades preexistentes en las formaciones sedimentarias, como los ya conocidos en el NE del Estado de Chihuahua.

Existen probabilidades de llegar a localizar importantes yacimientos de minerales no metálicos en la parte coahuilense en la Sierra Madre Oriental. Esos minerales deben buscarse no únicamente en las montañas, donde sabemos, por estudios de campo recientes, hechos en el Municipio de Múzquiz, de la existencia de yacimientos de barita que guardan toneladas enormes; allí se localizan también criaderos importantes de fluorita. En las regiones desérticas donde antes hubo y donde aún hay lagos salados, se han acumulado, por evaporación solar de las aguas, las sales que tenían en solución y que incluyen principalmente carbonatos, sulfatos y cloruros de sodio, y algo de potasio.

### BAJA CALIFORNIA

Esta larga península está poco poblada y se desconoce en muchos aspectos. Debido a lo anterior, que a su vez es consecuencia de lo inhospitalario de aquella tierra lejana, no se cuenta con las vías de comunicación necesarias. Además, se carece de agua y su superficie, salvo áreas como la Sierra de Juárez en el norte, se presenta desnuda de vegetación. En gran parte está formada por terrenos montañosos bastante quebrados, y con una constitución geológica integrada por rocas ígneas y sedimentarias.

En las zonas donde se encuentran rocas intrusivas, principalmente granitos, granodioritas y en ciertos casos dioritas en conexión con rocas sedimentarias, sobre todo calizas, deben investigarse los contactos buscando minerales de tungsteno. En la Sierra de Juárez, en el norte, hay posibilidades de descubrir esos criaderos, además a lo largo de la costa del Pacífico, desde la frontera hasta los 28° 40' de latitud norte se presenta una larga faja de rocas calizas, y hacia el centro de la península y desarrollándose paralelamente a las formaciones sedimentarias se encuentra parte de la gran batolita de Baja California, integrada por rocas de composición granítica. Los contactos de dichas formaciones deberán estudiarse en busca de criaderos minerales del tipo ya indicado.

Deben buscarse en esa misma región yacimientos ferri-feros parecidos a los hasta ahora allí localizados, como los de El Tepustete, Mpio. de Ensenada. No lejos del yacimiento de fierro de Guadalupe, cercano al de El Tepustete, se ha encontrado un criadero cuprífero de contacto. Es probable que al estudiarse mejor la geología de la península y buscar nuevos criaderos minerales, se encuentren algunos de cobre, como el que se acaba de mencionar.

En varios lugares de Baja California se han localizado y explotado vetas auríferas y oro de placer. La porción central del Territorio, desde los 26° a los 29° 30' de latitud norte, donde afloran en abundancia rocas riolíticas y grandes macizos de rocas graníticas, sería, de acuerdo con la experiencia obtenida y por los descubrimientos efectuados, donde se tienen las mejores probabilidades de llegar a localizar yacimientos auríferos: regiones de Santo Domingo, Calmahí y Nuevo Santa Clara. Hacia el extremo SE de la Baja California, Mpio. de La Paz, también se han encontrado vetas cuarzosas con oro libre; esos criaderos se asocian con rocas graníticas. Es poco lo que se sabe de las regiones auríferas de Baja California, puesto que no se han estudiado. Debe explorarse preferentemente por oro la zona comprendida entre La Paz y San José del Cabo, incluyendo San Antonio.

Entre el paralelo 31° de latitud N y la frontera se ha encontrado oro en vetas y placeres en numerosos lugares, pero nunca se han estudiado cuidadosamente ni tampoco se les ha explorado, desconociéndose en realidad la zona aurífera comprendida entre Real del Castillo por el NW y La Viznaga y El Alamo en la dirección opuesta. El área mineralizada conteniendo vetas de cuarzo aurífero es grande y presenta mucho mejores facilidades para ser explorada que las del centro y sur de la Baja California, pues en ella se dispone de mejores comunicaciones y más centros poblados.

En la porción central de Baja California, a la altura de la Bahía de Sebastián Vizcaíno afloran rocas ultrabásicas que sería bueno explorar en busca de criaderos de platino, pues hace pocos años algunos gambusinos que lavaban oro en uno de los arroyos, estuvieron sacando pequeñas cantidades de platino que encontraron asociado al oro de placer.

Las rocas de composición ultrabásica en la costa del Pacífico, aflorando desde Isla Margarita por el sureste, hasta Punta Eugenia e Isla de Cedros por el noroeste, son de importancia económica muy especial por las probabilidades de encontrar en ellas reservas de magnesita de gran pureza, como se tiene en los yacimientos de Isla Margarita. Además, existe la posibilidad de descubrir yacimientos de cromita.

Sobre la vertiente y costa del Golfo de California desde el paralelo 26° al paralelo 28° debe investigarse la probabilidad de llegar a encontrar nuevos yacimientos de manganeso, semejantes a los conocidos hasta ahora: Guadalupe, El Gavilán y Lucifer.

Por lo que respecta a no metálicos existe un amplio campo de investigación para buscarlos y para aprovecharlos. Por ejemplo: los grandes depósitos de yeso a lo largo de la costa por el lado del Golfo de California. De igual suerte acontece con las salinas tanto por el lado del Golfo como en algunos lugares de la costa del Pacífico, en las tierras que bordean en gran parte la Bahía de Sebastián Vizcaíno, donde existen sales de sodio: cloruro, carbonato y sulfato.

Al desarrollarse la Baja California, poblándose y teniendo mejores comunicaciones, se llegarán a encontrar numerosos depósitos de minerales metálicos y no metálicos. La prueba ya se tiene: a medida que el hombre ha logrado ir penetrando se han encontrado yacimientos metalíferos, algunos muy valiosos, pero inaprovechables aún porque todavía quedan aislados o porque su lejanía los hace incosteables para su explotación económica.

## SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Esta parte de México es de gran interés económico al ser considerada desde el punto de vista de sus posibilidades potenciales por sus yacimientos minerales tanto de metálicos como de no metálicos, distribuidos en una amplia área.

La Sierra Madre Occidental se desarrolla paralela al Océano Pacífico desde el límite internacional del norte hasta el Río Balsas, con una extensión de algo más de 1,800 kilómetros.

Los fenómenos geológicos propicios para la formación de yacimientos metalíferos se desarrollaron aquí en grande escala.

Si bien es verdad que muchas minas se han descubierto y explotado en la zona que nos ocupa, también resulta muy fácil, para quien haya viajado un poco por el occidente de México y conozca algo sobre la industria minera que le es característica, darse cuenta de que en realidad es sólo una parte lo que hasta la fecha puede considerarse conocido y disfrutado, ya que aún falta mucho por conocer, cosa que se

realizará en el futuro, al llegar a disponerse de mejores medios de comunicación que penetren a esta tan accidentada región.

Dada la gran variedad de rocas que constituyen la sierra y que los depósitos minerales se encuentran por su génesis íntimamente ligados a las diversas provincias petrológicas, es natural que al buscarlos se proceda de acuerdo con la geología propia de cada lugar, estimando que tales trabajos deben efectuarse para mejor éxito, en los siguientes lugares:

En la Sierra Madre Occidental se considera que en el futuro se llegarán a encontrar nuevos e importantes criaderos de oro, plata, tungsteno, cobre, fierro, níquel, cobalto, molibdeno, plomo, cinc, carbón mineral, grafito, posiblemente antimonio y mercurio así como yacimientos de minerales no metálicos.

Como consecuencia de trabajos de campo recientes, creemos que es indispensable investigar con mayor cuidado la cuenca carbonífera del Río Yaquí en busca de nuevos depósitos de antracita y semi-antracita.

En el mismo Estado de Sonora falta hacerse un estudio sistemático de la geología económica de las regiones de Moradillas, La Colorada y sus vecinas, para investigar debidamente los yacimientos de grafito y explorar aquellos terrenos en busca de nuevos depósitos, ya que en varios lugares se han encontrado afloramientos de formaciones que prometen guardar en el subsuelo otros criaderos.

La investigación de las rocas graníticas, pegmatíticas y dioríticas de Sonora y Sinaloa es de interés particular en la búsqueda de yacimientos de molibdeno, y de tungsteno en los contactos entre las rocas antes mencionadas con calizas y lutitas del Mesozoico. Tanto en Sonora como en Sinaloa se tienen muchos lugares donde se ha encontrado molibdeno, pero nunca se han desarrollado sus depósitos y ni siquiera se saben sus posibilidades económicas. Todos esos yacimientos aparecen en la vertiente del Pacífico de la Sierra.

En varios lugares de Sinaloa y Chihuahua donde la erosión de las aguas ha labrado enormes barrancas con profundidades de más de 1,500 metros, se han observado en pequeñas áreas rocas antiguas de composición ultra-básica, parecidas a las encontradas en Baja California: costa del Pacífico entre Bahía Sebastián Vizcaíno e Isla Margarita, que muestran una diferenciación magmática notable. Del Estado de Sinaloa, al parecer procedentes de esta clase de formaciones encontradas en el fondo de las grandes barrancas, se han traído para su identificación minerales que han resultado ricos en níquel y con altas leyes de oro.

Por lo que toca a mercurio, los yacimientos de dicho metal encontrados hasta ahora en la Sierra Madre Occidental no han revestido importancia económica digna de ser considerada. Se les ha encontrado asociados con rocas riolíticas y calizas en el Estado de Jalisco. Estimamos que las zonas de Chiquilixtlán y Sierra de Tapalpa, Jal., merecen estudiarse buscando mercurio.

Por lo que toca a depósitos de cinc y plomo, creemos que no será posible localizar criaderos semejantes a los del centro de México, donde como chimeneas y mantos o rellenando grandes huecos en rocas calizas, se han disfrutado en abundancia. Los descubrimientos que se hagan en la Sierra Madre Occidental serán según ha sido la experiencia, en forma de vetas y vetillas que raras veces son muy potentes. Sin embargo, guardan minerales con altos porcentajes de plomo y cinc, con cobre y leyes de oro y plata, que serían de mucha utilidad para beneficiarse en la costa del Pacífico. Los yacimientos generalmente se han notado asociados a rocas andesíticas y rara vez con riolitas. En algunos casos aparecen como vetas alojadas en rocas sedimentarias. Las áreas por explorar se localizan preferentemente en lo alto de la Sierra y sus barrancas, donde se han encontrado esa clase de minerales que nunca han sido exclusivamente plomosos ni cincíferos, ya que sus criaderos están integrados por sulfuros complejos. Se estima que el descubrimiento futuro de yacimientos de plomo y cinc será eventual, al explorarse el terreno por otros minerales.

A lo largo de la Sierra se han descubierto en distintas épocas varios yacimientos ferríferos del tipo pirometasomático. Faltan muchas áreas por estudiarse buscando estos minerales que en el porvenir serán de gran valor, al agotarse los criaderos de que hoy se dispone. Desde Sonora hasta Michoacán se tienen en abundancia las rocas donde se han descubierto los depósitos conocidos: rocas ígneas de composición granítica o diorítica, etc. etc., alojadas en formaciones sedimentarias.

Puesto que la mayoría de los criaderos ferríferos ya descubiertos se conocen mal y en muchos casos no se han apreciado sus posibilidades económicas, valdría la pena hacer los estudios geológicos necesarios en cada caso en beneficio de la industria siderúrgica de México.

En muchas partes de la Sierra Madre Occidental, se han localizado depósitos cupríferos, y existe la posibilidad de encontrar otros, en forma de vetas y como cuerpos irregulares o lenticulares de contacto, según ha sido la experiencia hasta ahora. El descubrimiento de esta clase de criaderos es de gran importancia, pues ya se ha comenzado a hacer sentir el agotamiento notable de los que por largos años se han venido disfrutando.

Las exploraciones en busca de yacimientos cupríferos deben hacerse en lo alto de la Sierra o sierras secundarias que la forman, como en las de Cananea y Nacozari, y en el Río Yaqui, donde se le junta el Río Moctezuma y en la región del Cobre, no lejos del Río de Cedros, en el sureste del Estado de Sonora. También en los Municipios de Urique, Batopilas y Guadalupe y Calvo, Chih.; Choiz, El Fuerte y Cosalá, Sin.; Tamazula y Copala, Dgo., y costa de Michoacán en la región de San Telmo y San Juan de Lima. En todas estas zonas deben investigarse las posibilidades que en ellas se tenga, de encontrar nuevos criaderos cupríferos, teniendo como guía los descubrimientos ya logrados en Cibuta, Cananea, Nacozari y El Cobre, Son.; La Bufa y Piedras Verdes, Chih.; Choiz, Sin.; Cofradía, Dgo.; Cucharas, Nay., y San Juan de Lima, Mich.

La gran mayoría de los yacimientos metalíferos conocidos en la Sierra Madre Occidental, o que en el futuro se descubran y que constituyen parte de la riqueza potencial de esa cadena montañosa y de la planicie costera del Pacífico desde Sonora hasta el Río Balsas, está constituida por yacimientos auríferos, argentíferos, auro-argentíferos, o bien argento-auríferos.

Los depósitos minerales conteniendo plata, que por lo regular aparecen con leyes de oro, toman la forma de vetas. En la Sierra Madre Occidental quedan aún grandes áreas donde dados los hallazgos logrados y su geología económica, deben existir yacimientos que se irán descubriendo a medida que avancen las investigaciones que se emprendan en busca de recursos minerales.

Las áreas que de preferencia necesitan estudiarse, se pueden dividir en tres grupos, como sigue: primero, las ya conocidas y que se explotan pero que nunca han sido objeto de estudios geológico-mineros para ser debidamente estimadas sus posibilidades. Dentro de este grupo deben ser investigadas zonas mineras como las de los Municipios de la Sierra Tarahumara en Chihuahua. En Sinaloa: las zonas mineralizadas donde quedan localizadas las minas de La Estaca, San Gabriel y Nuestra Señora, en el Municipio de Cosalá. En el Estado de Durango: zona mineralizada de Guanaceví. En Nayarit, la región minera del Municipio de Compostela.

El segundo grupo que debe investigarse comprende minas abandonadas. Hay conocimiento de que muchas de ellas dejaron de trabajar como consecuencia de problemas de índole económica, pero se sabe que guardan carga beneficiable con ventaja, usando los modernos métodos metalúrgicos. Se estima que en no pocos casos, y después de hacerse los trabajos geológico-mineros necesarios se llegaría a la conclusión de que deben abrirse nuevamente esas fuentes de trabajo para la explotación de sus minerales argentíferos. Se recomienda, como regiones que de preferencia deben ocupar la atención de los geólogos, ingenieros e inversionistas para su estudio, los siguientes antiguos centros mineros o zonas mineralizadas: Urique, Batopilas, Moris, Ocampo y Guadalupe y Calvo, en el Estado de Chihuahua. Tamazula, Otaez y Huasamota, en el Estado de Durango. En el de Sinaloa, Municipio de Concordia, las minas de El Tajito y El Refugio, así como las áreas cercanas a ellas. En Jalisco, según ha sido nuestra experiencia en el campo, creemos que en el Municipio de Talpa y zona de las sierras paralelas a la costa existen buenas probabilidades de llegar a localizar nuevos yacimientos de plata; en el pasado allí se trabajaron las minas de Navidad, Bramador, Aranjuez, Desmoronado, Autlán, etc., de las que sabemos poco o nada, pues nunca, que se tenga conocimiento, fueron debidamente estudiadas.

En el tercer grupo de investigaciones buscando yacimientos de plata quedan comprendidas todas las zonas desconoci-

das, localizadas en terrenos que se sabe están mineralizados o que geológicamente indican ser áreas que deban explorarse en busca de criaderos minerales. En general debe estudiarse con esa mira toda la Sierra Madre Occidental en lo que de ella no se conoce, y de preferencia nos permitiríamos señalar para su estudio La Alta y la Baja Sierra Tarahumara en Chihuahua, muy particularmente entre Batopilas y Guadalupe y Calvo. Allí, en los profundos cañones se han encontrado en forma de placeres, concentraciones de plata nativa. La continuación sur oriental de la Sierra Tarahumara, que forma parte de los Estados de Sinaloa y Durango debe llamar la atención, particularmente la porción sur occidental de Durango, donde se han localizado ya algunos criaderos que guardan minerales con altas leyes de plata y oro, como nos consta por las muestras que hemos examinado. Existe una tercera región que es indispensable explorar en busca de criaderos conteniendo minerales de plata: la de Jesús María, entre Nayarit y Jalisco, y su continuación al sur oriente hasta Ayutla y Autlán, Jal.

Los trabajos en busca de yacimientos auríferos deben ser, como ya se indicó en el caso de la plata, hechos en aquellos lugares donde ya se han trabajado minas de oro con anterioridad, y en zonas nuevas. Se estima que dentro de esta categoría deben mencionarse y recomendar sean estudiadas entre otras, las regiones de Pinos Altos, Maguarichic, Lluvia de Oro, Morelos y Guadalupe y Calvo, Chih.; El Indio y El Tigre, Nay.; Guadalupe de los Reyes, San José de Gracia y El Tambor, Sin.; Cuale, Jal; Los Pozos, Mich.

Por las muestras que se han obtenido sabemos que existen zonas donde hay buenos yacimientos auríferos, pero de ellos se sabe poco o nada, y sería de gran valor disponer de los conocimientos necesarios para apreciar sus posibilidades mineras. En ese caso se encuentran las zonas auríferas de las sierras que forman parte de las cuencas de los Ríos Sonora y Moctezuma, en Sonora. También en el mismo Estado sería conveniente explorar por oro la región comprendida desde Sahuariapa por el norte, y entre el Río Yaqui y el límite con Chihuahua. En el NW de Sonora deben buscarse yacimientos de oro en las sierras de El Rajón, El Garambullo, El Cajón, Sierra Pinta, etc.; en Durango, en los Municipios de Tamazula, Otaez y San Dimas. En Nayarit, en la Sierra del Nayar; en Jalisco, en Cuale y El Tajalín; en Michoacán, en el Municipio de Arteaga.

Además, creemos que como parte muy importante de las investigaciones que deben hacerse en busca de oro en la Región de la Sierra Madre Occidental, es muy importante estudiar los placeres auríferos que se han explotado sin seguir ningún sistema y sin haber hecho estudios previos, recogiendo casi única y exclusivamente "oro grueso" o en partículas de cierto tamaño, que hacen fácil su pepena. Es preciso estudiar esos placeres para hacer el muestreo y estimación del tonelaje de material disponible conteniendo valores en oro, así como la cantidad de oro por metro cúbico a fin de apreciar debidamente su riqueza y planear su explotación mediante los métodos modernos. Lo anterior debe hacerse en los placeres conocidos en Sonora: Quitovac, Sierra de El Alamo, Placeres cerca de Ciénega (Sierra de Jojoba), placeres al NE de La Dura y las cercanías de Tónichi, al sur del paralelo 29° de latitud N, ya cerca del límite con Chihuahua. En Sinaloa: placeres de la zona de El Tambor, y los de Bacubirito. Además, existe la probabilidad de encontrar depósitos auríferos de placer que hasta ahora son desconocidos, muy principalmente en la parte desértica de Sonora.

Las operaciones minero-metalúrgicas modernas, con su fantástico ritmo de producción, y operándose en minas que se explotan desde hace muchísimos años y cuyos frutos son cada vez más pobres y escasos, hace sentir, de manera muy urgente, la necesidad de localizar nuevas fuentes de extracción, nuevos criaderos capaces de satisfacer las necesidades, cada vez mayores.

Es absolutamente indispensable, como base esencial para el éxito de lo antes indicado, tener el mejor conocimiento posible de la geología general, estructural y económica de México, no sólo en lo general, sino en particular y detalladamente, de los diversos distritos ya trabajados o en explotación a fin de aplicar esos conocimientos en los estudios que se refieren a nuevas áreas.

La industria minera sigue siendo, y será por muchos años, uno de los principales factores de nuestra economía nacional.