

BASES CIENTIFICAS DE LA EXPLORACION  
MINERA (\*)

MANUEL ALVAREZ JR. (\*\*)

*CONTENIDO*

I.—LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS COMO BASE  
CIENTIFICA PARA LA EXPLORACION MINERA Y LA  
ESTIMACION DE LOS RECURSOS NO RENOVABLES.

- A) Determinación de la historia geológica de las provincias fisiográficas.
- B) Determinación de las provincias petrográficas.
- C) Determinación de las épocas petrográficas.
- D) Determinación de la tectónica regional.

II.—APLICACION DE LOS RESULTADOS DE LOS  
ESTUDIOS GEOLOGICOS A LA EXPLORACION MI-  
NERA Y A LA ESTIMACION DE LOS RECURSOS NO  
RENOVABLES.

---

(\*) Original recibido en enero de 1956

(\*\*) Presidente de la Sociedad Geológica Mexicana  
Vocal de Recursos Geológicos del I.N.I.C.

- A) Ambiente y relaciones fisiográficas de los depósitos minerales.
- B) Provincias metalogénicas. Minerales asociados a los depósitos minerales.
- C) Sistema de fallas y fracturas, y su relación con los depósitos minerales.
- D) Contactos y edad relativa de las fallas y fracturas en relación con los depósitos minerales.

### III.—METODOS DE EXPLORACION MINERA.

- A) Geológicos
- B) Geofísicos
- C) Geoquímicos
- D) Métodos combinados

### IV.—RELACIONES ENTRE LAS FUNCIONES DEL GEOLOGO, EL INGENIERO MINERO Y EL GAMBUSINO.

- A) El gambusino en la exploración minera.
- B) El ingeniero de minas en la exploración minera
- C) El geólogo en la exploración minera
- D) El geólogo Versus el gambusino.

### RESUMEN

Este artículo tiene por objeto mostrar la necesidad que tiene el país de que se efectúen estudios geológicos de carácter regional, que sirvan de base científica a la exploración de los recursos no renovables y más tarde para la estimación real de los mismos.

Para ello se exponen brevemente los estudios geológicos regionales que deben llevarse a cabo con ese fin, ya que basados

## BASES DE LA EXPLORACION MINERA

en ellos pueden efectuarse otros trabajos de carácter económico, también regionales, pero que sirven para establecer criterios para estimar los recursos no renovables y para efectuar eficazmente exploraciones sistemáticas y específicas para la búsqueda de minerales.

Los estudios de geología general que se consideran necesarios para fundamentar científicamente los de carácter económico, son: la historia geológica de las provincias fisiográficas, las épocas y provincias petrográficas y la tectónica regional.

A continuación se expone brevemente en qué consisten estos conceptos, para luego exponer aquéllos de carácter económico regional basados en los anteriores, como son el ambiente y relaciones fisiográficas de los depósitos minerales, las provincias metalogénicas y minerales asociados con los depósitos minerales, los sistemas de fallas y fracturas y su relación con los depósitos minerales y los contactos y edad relativa de las fallas y fracturas y su relación con la mineralización.

Después se mencionan los métodos empleados para la exploración minera, presentando un ejemplo de uno de ellos y finalmente se comenta el papel que desempeñan el geólogo, el ingeniero minero y el geólogo, en la exploración minera.

### I.—LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS COMO BASE CIENTIFICA PARA LA EXPLORACION MINERA Y LA ESTIMACION DE LOS RECURSOS NO RENOVABLES.

#### *PROVINCIAS FISIOGRAFICAS*

Los diferentes procesos geomorfológicos producen diferentes rasgos fisiográficos y por lo tanto las características topográficas deben de reflejar, hasta cierto grado, las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolló la topografía. Así, un régimen climático dado está caracterizado por un conjunto definido de procesos geomórficos, los cuales a su vez tienen su expresión topográfica propia. Si los materiales geológicos sobre los cuales operan fueran los mismos en todas partes, serían más notables

las relaciones entre la topografía y el clima; pero como la estructura geológica y la litología no son iguales en todas partes, ni los procesos han operado sobre el terreno en lapsos iguales, se sigue que para establecer regiones morfológicas en las cuales predominen determinados procesos morfogenéticos que den lugar a determinados rasgos fisiográficos, es necesario que esas regiones no sólo tengan determinado régimen climático, sino que estén constituidas por rocas semejantes y presenten determinados tipos de estructuras también semejantes.

### *PROVINCIAS Y EPOCAS PETROGRAFICAS*

Una provincia petrográfica es la extensión geográfica de un conjunto de rocas comagmáticas; esto es, derivadas de un magma común y generadas durante un determinado período geológico, que están caracterizadas por una cierta comunidad de peculiaridades químicas y mineralógicas que pueden exhibirse en relaciones constantes o en series, y que sirven para distinguirlas de las rocas que perteneciendo al mismo grupo general fueron generadas simultáneamente en otras provincias petrográficas. Algunas provincias ígneas están caracterizadas, por ejemplo, por un alto contenido de sodio en todos sus miembros, o por una anomalía en uno de los constituyentes químicos secundarios, como un alto contenido de selenio o un bajo contenido de fósforo. Los mismos rasgos característicos que aparecen en serie, a menudo se encuentran en gran número de provincias que, aunque geográficamente muy separadas, presentan medios geológicos análogos.

### *TECTONICA REGIONAL*

Se entiende por región o provincia geológica una extensión geográfica que durante un período geológico estuvo sujeta a los mismos o semejantes procesos geológicos y como resultado de los cuales presenta una unidad estructural que gobierna la forma y distribución de las estructuras locales, así como el carácter y distribución de las rocas que la constituyen.

## BASES DE LA EXPLORACION MINERA

De ahí que la tectónica regional se refiera a la deformación dinámica a que ha estado sujeta la región y a los resultados de ese proceso expresados en una estructura denominada, también regional, la cual presta unidad a la región.

Actualmente se reconoce que el ambiente tectónico es un factor activo en la evolución de las provincias petrográficas. Generalmente hablando los grupos de rocas asociadas con fallamiento vertical en áreas no orogénicas son alcalinas, mientras que las rocas intrusionadas en montañas plegadas de regiones orogénicas son cálcicas.

## II.—APLICACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS A LA EXPLORACION MINERA Y A LA ESTIMACION DE LOS RECURSOS NO RENOVABLES.

### *AMBIENTE Y RELACIONES FISIOGRAFICAS*

Los rasgos fisiográficos pueden servir ya sea de indicaciones directas o indirectas de la presencia de yacimientos minerales. Aunque las indicaciones directas son las de más inmediata utilidad, las indirectas pueden ser valiosas; tales rasgos como escarpes de fallas, espinazos, cuestras, etc., pueden servir para señalar la presencia de determinada estructura geológica. Las características relacionadas con la historia fisiográfica de una región pueden indicar las condiciones bajo las cuales se acumuló o enriqueció un depósito mineral y por lo tanto señalar los lugares en los cuales puede encontrarse en la actualidad. Los ambientes fisiográficos pueden reflejar condiciones favorables para la presencia de yacimientos minerales.

### *PROVINCIAS Y EPOCAS METALOGENICAS*

Los magmas tienden a separarse en (1) sulfuros líquidos que forman depósitos de sulfuros magmáticos, (2) cristales de

silicatos y óxidos que forman las rocas ígneas y algunos depósitos minerales, (3) componentes volátiles y gases y (4) líquidos residuales. Estos últimos son de particular interés para la geología económica, ya que son los colectores y transportadores de la mayor parte de los constituyentes de los depósitos minerales, y solos o mezclados con las aguas meteóricas constituyen las soluciones mineralizantes o soluciones hidrotermales a las cuales deben su formación la mayor parte de los depósitos minerales metálicos.

La mayor parte de los depósitos minerales relacionados con estos procesos ígneos no representan sino un suceso dentro de un período de actividad ígnea. Se forman en regiones y períodos de intrusiones ígneas, y éstas a su vez están generalmente asociadas con períodos de perturbación cortical y revoluciones orogénicas. Consecuentemente tales depósitos minerales están relacionados en el tiempo y en el espacio a las actividades ígneas y de la corteza que han tenido lugar en períodos definidos en la historia de la tierra, los cuales constituyen épocas metalogénicas o mineralogénicas. Las regiones o áreas dentro de las cuales tipos específicos de depósitos minerales han sido concentrados constituyen las provincias metalogénicas. Los otros tipos de depósitos minerales no asociados con actividades ígneas, tales como los relacionados con procesos de sedimentación, tienen lugar en períodos y lugares de sedimentación tranquila, y éstos constituyen, igualmente, épocas y provincias metalogénicas. El intemperismo, operando en todo tiempo y lugar, permite formar concentraciones superficiales de minerales de importancia económica por procesos mecánicos, residuales y químicos, y los depósitos resultantes no caen dentro de épocas o provincias metalogénicas definitivamente reconocidas, excepto en el caso de la bauxita, por las condiciones peculiares necesarias para su formación. Dado el interés y singularidad de este mineral, se exponen a continuación esas peculiaridades:

Las condiciones necesarias para la formación de los depósitos de bauxita son: 1) un clima húmedo tropical o subtropical; 2) rocas susceptibles de proporcionar bauxita bajo condiciones

## BASES DE LA EXPLORACION MINERA

adecuadas de intemperismo; 3) presencia de reactivos para descomponer los silicatos y las soluciones de sílice; 4) superficies que permitan una filtración lenta hacia abajo de las aguas meteóricas; 5) condiciones del subsuelo que permitan la remoción de los productos de desecho, disueltos; 6) intervalo de tiempo, y 7) condiciones favorables para su conservación.

Estas condiciones obligan a los depósitos de bauxita a situarse en regiones geológicas definidas y a formarse en un intervalo de tiempo determinado, por ejemplo, los depósitos de los Estados del sur de los Estados Unidos se formaron en el intervalo entre el Paleoceno y el Eoceno, durante una transgresión y peneplaneación, derivados de ciertas rocas cristalinas de las provincias Blue Ridge y Piamontes, y se localizaron en el contacto Wilcox no marino-Midway de la provincia de la Llanura Costera Oriental del Golfo y en los sumideros y bajos de la provincia de Colinas y Valles de la Cordillera Appalachiana. Esta situación tan definida tanto en el tiempo como en el espacio, es característica de los depósitos de bauxita, e indica hasta qué grado su presencia está controlada por factores fisiográficos y geológicos regionales característicos.

### *SISTEMAS DE FALLAS Y FRACTURAS*

La localización de los yacimientos minerales es la resultante de dos sistemas de factores. Un sistema puede denominarse factores fisico-químicos y el otro rasgos estructurales.

Los factores fisico-químicos incluyen las soluciones mineralizantes, su origen, concentración, temperatura, presión, velocidad de flujo y posiblemente otras variantes. Los otros factores que intervienen en la localización del yacimiento incluyen la zona, falla, fractura u horizonte y otros rasgos estructurales en los cuales se han depositado los yacimientos minerales. Estos depósitos se presentan en rupturas por cizalleo, o sea aquéllas formadas a gran profundidad; o en brechas, o sean aquéllas formadas cerca de la superficie, y en todos los tipos de ruptura intermedios.

Los depósitos en ruptura de cizalleo son generalmente en

masas de minerales de veta, en tanto que los depósitos en brecha contienen mucha roca no reemplazada y los minerales de veta forman una pequeña parte del cuerpo. En los primeros la zonificación no es tan definida; están más lejos de las intrusiones y tienen mayor distribución vertical que los segundos.

De lo expuesto se vé la importancia de conocer las tendencias, configuración y distribución de las fracturas o fallas, las cuales dependen de los esfuerzos regionales y locales, los primeros de los cuales están expresados en la estructura regional.

### *CONTACTOS Y EDAD RELATIVA DE FALLAS Y FRACTURAS*

Los contactos son lugares favorecidos por los depósitos minerales, no sólo porque representan superficies de debilidad, sino por las posibles reacciones que pueda haber entre las soluciones hidrotermales y la roca encajonante.

En algunas áreas de rocas plegadas los yacimientos minerales se encuentran en partes características de los pliegues: en las crestas de los anticlinales, en las simas de los sinclinales o en los flancos intermedios. Cuál de estas posiciones es la favorable depende de diversas circunstancias; pero un factor determinante es la edad del plegamiento con respecto al yacimiento mineral; esto es, se trata de un yacimiento mineral plegado o de un yacimiento que ha sido depositado en rocas plegadas. La edad relativa de las fracturas con respecto al plegamiento es también importante, ya que si las fracturas anteceden al plegamiento, son deformadas por éste y a veces cicatrizadas por cristalización si son contemporáneas al plegamiento ocupan posiciones características en los pliegues, y si son posteriores al plegamiento, pero con diferente orientación que éste, adoptan posiciones especiales.



### III.—METODOS DE EXPLORACION MINERA

#### A) METODOS GEOLOGICOS

Los métodos geológicos directos, no sistemáticos, de exploración minera, son de sobra conocidos, ya que son los que comúnmente se emplean en la búsqueda de minerales; pero los sistemáticos son menos conocidos y apreciados, no obstante que, bien fundamentados, pueden llevar al descubrimiento de importantes depósitos minerales.

Desde luego, los fundamentos científicos de tales exploraciones sistemáticas son las provincias metalogénicas y la tectónica regional, ya que sería absurdo por antieconómico efectuar exploraciones sistemáticas en áreas cuyas posibilidades metalogénicas se desconocen.

Un ejemplo de exploración sistemática es la llevada a cabo en el norte de Rodesia. De una concesión original de 4660 Km<sup>2</sup> había que seleccionar 600 Km<sup>2</sup>; esto es, había que eliminar el 87% del área en dos temporadas de exploración geológica, en una región en la cual el mineral como tal no aflora sino que sólo se encuentra perforando bajo la zona de oxidación, y aún los afloramientos oxidados son escasos, pues el terreno está cubierto por monte bajo bastante denso, excepto en alguno que otro lugar abierto y plano en el que sólo crece pasto.

La exploración se proyectó en la forma en que pudiera hacerse el uso más eficaz de los campamentos base, los cuales se establecieron en los centros de áreas circulares de un promedio de 16 Kmts. de diámetro, espaciados en toda la concesión, sin traslapes ni cubriendo los espacios intermedios, excepto cuando había una razón especial para ello.

Para llevar a cabo este trabajo se emplearon dos brigadas consistentes de un geólogo, un explorador y nativos que operaban desde los campamentos. Cada brigada salía del campamento en la mañana para recorrer un radio de círculo hasta alcanzar la circunferencia de allí avanzaba por una cuerda de 1600 metros de longitud hasta tocar de nuevo la circunferencia y regresaba por otro radio al punto de partida, al final del día. Ambas briga-

das trabajaban en direcciones opuestas desde el campamento, pero para reducir la ecuación personal al mínimo, las brigadas alternaban la dirección una con la otra en los días sucesivos. Los levantamientos se hacían con pasos y brújula y los nativos buscaban afloramientos dentro de los 90 a 180 metros de la línea, y todos los afloramientos, así como el color de los suelos y la naturaleza de la vegetación, se trazaban en su mapa. Antes de iniciar los recorridos radiales se examinaron los lechos de los ríos y los valles y de hecho en ellos fue donde se encontraron la mayor parte de los afloramientos.

Toda el área se exploró en una temporada de campo y el mapa resultante mostró la estructura general. La segunda parte del trabajo consistió en el levantamiento preciso de las partes del área bajo la cual se encontraba el horizonte productor, sin tomar en cuenta las áreas ocupadas por rocas más antiguas que este horizonte. En el levantamiento detallado se fijaron líneas de base paralelas al rumbo del horizonte productor y se levantaron perpendiculares a ellas, espaciadas a 400 o cuando mucho a 800 metros una de la otra. Donde los afloramientos eran escasos se cavaban fosas para determinar el carácter y estructura de las formaciones.

Como resultado de este trabajo se seleccionaron eficazmente 600 Km<sup>2</sup> que cubrían todos los posibles horizontes mineralizados hasta profundidades de 1300 a 2000 metros y, aunque en esta área se desarrollaron tres grandes minas de cobre, con reservas probadas de 4% de cobre, no se han encontrado depósitos comerciales en las áreas descartadas.

Es indudable que sin el conocimiento de la posibilidad de determinado horizonte de ser productor de cobre, y de la posición en la columna geológica del citado horizonte, la exploración no habría podido llevarse a cabo con éxito.

## B) METODOS GEOFISICOS.

Los métodos geofísicos, métodos indirectos, han probado ampliamente sus posibilidades como métodos de exploración petrolera, pero aunque menos desarrollados para la exploración mi-

nera, no dejan de ser un poderoso auxiliar para la misma, cuando se emplean para la búsqueda de determinados minerales depositados en condiciones adecuadas, o bien cuando se emplean para determinar características litológicas o estructurales a las cuales están asociados determinados depósitos minerales.

Los principales métodos geofísicos de exploración son: magnéticos, eléctricos, sismológicos, y gravimétricos. De ellos los métodos eléctricos y magnéticos son los que han encontrado mayor aplicación en conexión con la minería.

Los minerales de hierro han sido explorados por métodos magnéticos desde el siglo XVII, pero su empleo no está limitado a los minerales magnéticos, ya que éstos pueden presentarse como minerales accesorios asociados a minerales no magnéticos de importancia comercial. Los métodos magnéticos se han usado con ventaja para trazar contactos geológicos cubiertos y son también aplicables para detectar cuerpos ígneos básicos que contrastan físicamente con los sedimentos que los rodean; igualmente se han empleado para delimitar canales de depósitos de placer que se encuentran cubiertos. Finalmente, se ha desarrollado en los últimos tiempos el aereomagnetómetro, que permite cubrir grandes áreas en períodos muy cortos de tiempo.

Los métodos eléctricos dependen para su aplicación del contraste entre las propiedades eléctricas del yacimiento y las de las rocas encajonantes. Si se usan para decifrar la estructura en vez de para la búsqueda del yacimiento mismo, dependen del contraste en las propiedades eléctricas en las diferentes rocas. La principal propiedad eléctrica es la conductibilidad, pero pueden medirse otras propiedades, tales como la capacidad electrostática, la inductancia y la permeabilidad magnética. Debido a la alta conductibilidad de los sulfuros, la cual es muy superior a la de la mayoría de las rocas, se han obtenido con estos métodos los éxitos más espectaculares.

Los métodos sismológicos además de ser muy costosos sólo son aplicables a la determinación de rasgos estructurales menos complejos y de mayores dimensiones que aquéllos con los

que suelen estar asociados los depósitos minerales; sin embargo su uso puede ser indicado para la determinación de rasgos estructurales regionales que puedan estar relacionados con los depósitos.

Debido a la importancia que han adquirido recientemente los minerales radioactivos y a esta característica especial que los singulariza, se han desarrollado métodos específicos para su exploración, basados precisamente en sus propiedades radioactivas; pero su uso para detectar los depósitos cubiertos está limitado por el efecto aislante de las rocas que los cubre, pues aún la radiación natural más penetrante, es absorbida por unos cuantos metros de suelo.

### C) METODOS GEOQUIMICOS.

La proximidad de un depósito mineral está indicada en algunos casos por la presencia de iones metálicos en las rocas, los suelos o las aguas subterráneas. Aún cuando el elemento en cuestión sólo se encuentre en trazas tan pequeñas que sólo puedan ser detectadas por métodos químicos muy delicados, un mapa que muestre su distribución puede revelar aureolas rodeando el depósito.

La posibilidad de usar la vegetación en la exploración minera depende primero de la hipótesis de que los metales y otros elementos pueden modificar la apariencia del follaje; segundo, del hecho de que ciertos elementos juegan un papel determinante en la posibilidad de que ciertas especies puedan o no crecer en determinado lugar; y tercero, de la observación bien establecida de que ciertas plantas pueden tomar y concentrar selectivamente elementos de las soluciones de los suelos.

Estos métodos, que podrían denominarse "geobotánicos", fueron sugeridos hace exactamente 400 años por Agrícola en su famosa obra "De re Metallica" y últimamente se han empleado con éxito en la exploración minera de diversos elementos, tales como níquel, zinc, cobre y uranio.

IV.—RELACIONES ENTRE LAS FUNCIONES DEL GEOLOGO, EL INGENIERO MINERO Y EL GAMBUSINO.

EL GAMBUSINO EN LA EXPLORACION MINERA

Las actividades del gambusino medio están claramente limitadas si se supone que no posee ninguna preparación geológica y que por lo tanto, no puede servirse sino de conocimientos empíricos, derivados principalmente de su experiencia personal, para la exploración minera. De aquí se sigue que sólo podrá utilizar algunos rasgos fisiográficos locales que den una indicación directa de la presencia de un depósito, tales como una colina escarpada o una depresión alargada; o bien servirse de la presencia de ciertos minerales asociados directamente con el mineral buscado y que son fácilmente determinables; o, finalmente, se valdrá de la presencia misma del mineral buscado y de sus productos oxidados, en los afloramientos. Rara vez asociará con claridad y precisión la relación que pueda tener el mineral que busca con un tipo determinado de roca o de estructura, y menos aún con determinado proceso geológico.

EL INGENIERO DE MINAS EN LA EXPLORACION MINERA.

Las limitaciones del ingeniero son, desde luego, mucho menores que las del gambusino, debido a su muy superior preparación técnica; pero en cambio no tendrá la paciencia y el poder de observación que adquiere el gambusino en su constante vagar y que lo familiariza con cada palmo de terreno de las áreas por él recorridas. Desde luego podrá hacer un uso más racional y efectivo de los rasgos fisiográficos locales; reconocerá claramente los rasgos estructurales locales, así como las rocas y minerales asociados a los depósitos minerales y los empleará eficazmente para su exploración, puesto que sabe la relación que guardan con el mineral que busca. Finalmente el conocimiento

MANUEL ALVAREZ JR.

del origen probable de los yacimientos que busca normará su criterio para interpretar las observaciones de campo y tendrá una idea empírica y poco precisa de algunas provincias metalogénicas. Su deficiente preparación geológica no le permitirá emplear ni menos establecer provincias y épocas petrográficas, la historia geológica de las provincias fisiográficas, provincias metalogénicas, ni tectónica regional.

Los ingenieros mineros sólo estudian un curso de mineralogía, otro de geología general y otro más de geología aplicada a los yacimientos minerales, lo cual es a todas luces inadecuado para la exploración geológica y más aún para la exploración geológica regional.

## EL GEOLOGO EN LA EXPLORACION MINERA

Las limitaciones del geólogo son semejantes a las del ingeniero minero, en comparación con las del gambusino; pero en cambio sus ventajas son mucho mayores.

El geólogo puede planear sus exploraciones de antemano escogiendo las regiones en que debe efectuar sus exploraciones sistemáticas de acuerdo con el mineral que busca, la historia de la provincia petrográfica donde se encuentra la provincia metalogénica de dicho mineral, y la tectónica regional que gobierna la estructura local que rige a los depósitos de este mineral.

Una vez escogida el área dentro de la región que considera favorable, escoge el método o métodos apropiados para buscar ese determinado mineral. Si escoge el geológico, cualquier indicación directa o indirecta de la posible presencia del mineral buscado es interpretada de acuerdo con la litología y la estructura local y los procesos geológicos que en el área han tenido lugar y su secuencia, entre los cuales el más importante des-

## BASES DE LA EXPLORACION MINERA

de luego es el de la mineralización. Si logra encontrar el mineral que busca, la tectónica regional le servirá para extender sus exploraciones, basándose en la configuración y tendencia de las estructuras que gobiernan la acumulación. Finalmente el conocimiento geológico regional y local del área le permitirá juzgar de la posible importancia de los yacimientos.

En el caso de estar cubiertas las indicaciones directas de la presencia del mineral buscado, el conocimiento geológico que tiene del área en exploración le proporciona un criterio para señalar aquellos lugares en que fosas, trincheras o perforaciones puedan suministrar la información deseada, o bien escoger el método o métodos geofísicos y/o geoquímicos que le permitan obtener esa información a través de la cubierta superficial.

En fin, el geólogo dispone de un gran número de recursos científicos y técnicos para que su labor exploratoria sea más eficaz, y por lo tanto puede competir favorablemente con el gambusino y el ingeniero minero, especialmente en aquellos casos en los que no aflora el mineral buscado o los minerales íntimamente asociados con él, o en los que el mismo mineral buscado ofrezca dificultades de identificación en el campo, como en el caso de la bauxita, la cual es muy difícil de diferenciar de otras arcillas y lateritas.

### EL GEOLOGO *VERSUS* EL GAMBUSINO

Sin dejar de reconocer la valiosa aportación de los gambusinos al descubrimiento de depósitos minerales, no es lógico, ni por ello recomendable, que se descansen en sus actividades para impulsar la minería y conocer sus reservas. Esto equivaldría a dejar al azar el descubrimiento de nuevos depósitos minerales y a resignarse a no poder estimar realmente sus reservas.

Se ha dicho que los gambusinos han descubierto todos los grandes yacimientos minerales de México y que los geólogos no han descubierto ninguno; pero no se ha tenido en cuenta que los gambusinos llevan 400 años de actuar, en tanto que el primer geólogo recibido en México salió de la Escuela Nacional de

MANUEL ALVAREZ JR.

Ingeniería hace 20 años, y que durante los 10 primeros años todos los geólogos egresados de la Universidad y del Politécnico fueron absorbidos por Petróleos Mexicanos, donde sí han descubierto importantes yacimientos. Por otro lado, el Comité Directivo y ahora Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales (1), apenas data de 1944 y no ha contado ni con los estudios previos que aquí se señalan como antecedentes obligados, ni con los medios económicos necesarios para efectuar exploraciones en un nivel adecuado.

Como el gambusino sólo puede encontrar aquellos minerales fácilmente reconocibles, que afloran en la superficie, a medida que pase el tiempo verá cada día más reducidas sus posibilidades de encontrar nuevos depósitos.

El no reconocer el valor de la geología regional en la exploración minera implica desconocer la relación íntima que guardan los procesos geológicos entre sí.

México, D. F., diciembre de 1955

Ing. Manuel Alvarez Jr

---

(1) Nota del Editor: El Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales desapareció por Decreto Presidencial el 31 de diciembre de 1957 pasando su patrimonio a depender del Consejo de Recursos Naturales No Renovables creado por Decreto Presidencial el 30 de diciembre de 1955.