CRIADEROS AURIFEROS DEL ARCAICO EN OAXACA,

por el Sr. Ing. Alberto Capilla.

Al visitar, para determinar las condiciones de explotabilidad de sus yacimientos auríferos, los Minerales de "El Rosario," "Zimatlán," "San Andrés Nuxino" y otros de la región á que voy á referirme en este reducido memorandum, me sorprendió mucho el carácter excepcional de tales criaderos que bien pudieran considerarse como el tipo especial mexicano que fija las ideas modernas de relación entre las rocas ígneas y los depósitos minerales estudiados por Spurr, Van Hise, Kemp, etc., y por creer interesante el señalarlos á Uds. para su inteligente consideración y estudio me permito distraer la atención de mis estimados consocios con estos breves apuntes que sólo tienen por disculpa lo expresado, y la obligación que voluntariamente nos hemos impuesto de contribuir con nuestras cortas observaciones personales al cultivo de la geología del País, que nos hace conocer cada vez más á fondo los trabajos siempre notables de nuestro Instituto Geológico Nacional, única autoridad en esta materia y que tanto empeño toma por difundir sus útiles enseñanzas, alentando á los aficionados con su benevolencia.

El Mineral de Nuxino, que desde el punto de vista geológico es el más interesante de todos, se halla ubicado en las cercanías del pueblo de San Andrés Nuxino, en el Distrito Nochistlán, Estado de Oaxaca, 20 kilómetros al Poniente del pueblo de Huitzo, estación del F. C. Mexicano del Sur; cuya distancia se recorre en 5 horas de buen camino de herradura á través de un lomerío de poca altura que va creciendo hasta constituir las montañas bien elevadas, de laderas muy pendientes, que forman las vertientes de la Sierra de Las Mixtecas en su prolongación al Sur. Esta Sierra se enlaza con la de Zimatlán que limita el valle de Oaxaca al S. W. y que sirve de unión entre Las Mixtecas y la Sierra Madre del Sur. Las Minas quedan en la margen derecha del arroyo de aguas torrenciales de "Chindidí," en el nacimiento de los primeros afluentes del río de Peñoles, tributario del gran río Verde que desemboca en el Pacífico, encontrándose el Mineral á más de 2000 metros sobre el nivel del mar.

El terreno en que se encuentran los criaderos de oro queda comprendido dentro de la gran zona de Terreno Primitivo ó Arcaico del Sur de la República, que á partir del Estado de Michoacán forma el block montañoso de la Sierra Madre del Sur y se ensancha poco á poco, acabando por penetrar en la cuenca del Balsas así como en una pequeña parte de la vertiente del Golfo de México en los Estados de Puebla y Oaxaca, para angostarse nuevamente, más al Sur, en el Istmo de Tehuantepec y continuarátravés del Estado de Chiapas hasta el mar de las Antillas.

Como sucede en general con todos los terrenos semejantes del mundo, es notable la sencillez de estructura, siempre repetida, de esta extensa formación geológica que al ir al Estado de Oaxaca se encuentra por primera vez en la entrada del famoso cañón del Tomeilín, magistralmente descrito por Ezequiel Ordóñez, para seguir ya constantemente sobre ella en la línea del ferrocarril hasta Huitzo y después en el camino de herradura á Nuxino. En Huitzo, por excepción, se cubre en parte este terreno por una cantera mesocretácica; pero á muy poca distancia del pueblo, desde el primer arroyo que se cruza, vuelve á encontrarse ya la roca característica tipo de las pizarras cristalinas arcaicas; el gneiss, que constituye por sí sólo toda la formación y cuyos esquistos no vuelven ya á ser cubiertos por terrenos más recientes. Así, en la región de que me ocupo la configuración actual y relieve de las montañas han sido debidos casi exclusivamente á la consolidación de esta roca, y posteriormente no ha sido modificada sino por un solo accidente ampliamente repetido; la inyección de rocas graníticas del tipo pegmatoide principalmente, que en diversos períodos ó emisiones se han intercalado por distintos lugares en la roca gneissica, como masas, diques ó filones intrusivos. Precisamente sobre uno de estos diques de pegmatita gneissica se ha labrado sin éxito la mina de "María" en Nuxino, abundando en los terreros, y particularmente en el arroyo, la variedad denominada pegmatita gráfica.

No obstante los movimientos y trastornos que por estas emisiones y la contracción por enfriamiento han sufrido las capas del gneiss y que se acusan por zonas de gran alteración metamórfica, tienen estas en Nuxino un echado casi constante al W. y marcada orientación de Norte á Sur.

A más de la pegmatita se presentan también, como elementos intrusivos, reventones de granito hornbléndico y de granulita; caracterizándose la región por la abundancia de sílice en todas las ro-

cas, la que se individualizó, como extrema diferenciación ácida de las pegmatitas, en diques de cuarzo de aspecto y estructura muy diferentes al de las venas auríferas, particularmente en sus crestones desbordantes y salientes que no tienen, como los de las venas, los óxidos ú ocrees ferruginosos superficiales que descienden á veces en éstas á profundidades apreciables, marcando la zona de los colorados ricos en oro libre.

En esta región, el oro se presenta en tres tipos de criaderos de origen idéntico pero de importancia y valor industrial muy diferentes como yacimientos minerales: Primero, oro en la roca misma del terreno más ó menos alterada. Segundo, oro en venas de cuarzo aurífero de diferente espesor y tercero, oro en lentes de cuarzo quebrado, aisladas y limitadas en pequeñas dimensiones, intercalándose en la roca como fragmentos de un filón.

Los dos primeros tipos se encuentran en la misma formación geológica, en todos los Minerales escalonados de N. á S. dentro de una zona de terrenos auríferos marcados por las minas de Santa Catarina, Parián, etc., sobre la línea del F. C. del Sur y "Sosolo," Nuxino, El Rosario, Zimatlán, etc., al W. del ferrocarril. Las lentes ó *nidos* del tercer tipo son peculiares de Nuxino y por su mayor ley de oro son interesantísimas desde los puntos de vista geológico y minero.

El oro en las rocas se presenta en fajas poco gruesas, con echado casi horizontal ó bien concordando con el echado y rumbo general de los esquistos del terreno, marcándose por una coloración diferente de la de los respaldos en 30 á 50 centímetros de espesor. El rumbo general de estas fajas es el de 40°00' N.W.-S.E., con echado al Poniente. El mineral está construído por fragmentos brechiformes, de color pardo rojizo generalmente, que provienen de la misma roca de los respaldos alterada por compresión en los movimientos generales del terreno, ó modificada por el metamorfismo que produjo en ella la intrusión del granito que la hizo cargarse de arcilla y ocrees ferruginosos volviéndola porosa. El oro se ha depositado allí de preferencia al separarse de la roca madre, siendo indudable que este oro proviene del granito como un elemento constitutivo del mismo que se aisló por segregación magmática durante la emisión, ó posteriormente por procedimientos hidratogénicos, impregnando también al gneiss en lugares en que no está alterado, pues que en algunos puntos la faja mineral se marca por el cambio de color; pero sin variación sensible en la estructura de la roca.

El oro en la roca gneissica se encuentra principalmente en el Mineral de Zimatlán, Jefatura política del Distrito del mismo nombre al S. W. de la Capital del Estado, en la montaña denominada "Picacho del Vigallo" que toma su nombre de la *ranchería* situada en su falda N.E. Esta montaña forma el primer contrafuerte de la Sierra de Zimatlán, al Sur de la población de ese nombre, que elevándose bruscamente sin gradaciones escalonadas cierra el valle de Oaxaca á ese rumbo.

En Zimatlán, en la mina de la Fortuna, muy lejos de todo dique granítico se encuentran leyes notables de oro en el gneiss mismo, que han motivado exploraciones mineras numerosas; rompiendo obras caprichosas en los puntos de la superficie en que se presentan los llamados *boleos* que no son sino fragmentos de gneiss cargado de arcilla por su mayor alteración, y en los que se ha verificado una concentración excepcional de oro por el deslave de la masa arcillosa. Las capas del gneiss tienen también en este lugar, no obstante los movimientos y compresiones que acusan las zonas de gran alteración metamórfica, un echado regular al Oriente y marcada dirección de Norte á Sur formando un sinclinal regular, sin pliegues ni cortaduras notables, lo que determina una pendiente aunque muy grande bastante uniforme del terreno. En los pequeños socavones dados, se marcan por un cambio de coloración las partes más ricas que forman capas horizontales de corto espesor, ó bien se presentan los *boleos* de roca alterada cargada de cuarzo amorfo.

Las leyes varían en los puntos auríferos de 1 á 80 gramos de oro por tonelada; pero ello, no obstante, no pueden considerarse estos criaderos como explotables. En efecto, tanto en La Fortuna, como en San José, San Ignacio, La Mojada, la mina del Sr. King y todos los demás lugares de la montaña que me fueron mostrados no hay ningún criadero regular ó irregular, filón ó veta, capa ó manto, aluvión ó placer, etc, puesto que cualquiera de estas denominaciones se aplica sólo á una formación que conteniendo oro ú otro metal en cantidad variable es distinta del terreno en el que se presenta y por lo tanto puede localizarse y definirse en sus tres dimensiones al ser explorada por obras que sigan esa formación. En este caso no hay nada de eso; el oro se presenta sin matriz alguna disseminado en la misma roca del terreno en toda la extensión de la montaña, concentrándose en lugares aislados sin conexión posible entre sí que permita relacionarlos y buscarlos. Son simplemente puntos con oro en mayor cantidad que el de otros lugares *adyacentes*

acumulado allí por la misma razón que el cuarzo, el feldespato, ó cualquiera otro elemento de la roca; se aisló en otros puntos, si no al acaso sí en virtud de un fenómeno general á toda la formación y que por lo mismo no estuvo sujeto á regla alguna especial en relación con el oro. El criadero es aquí toda la montaña y las bonanzas ó partes ricas de él los lugares descubiertos, sólo que estas bonanzas son de dimensiones completamente indeterminables, pues aunque parecen localizarse en capas ó mantos, estos se han acabado ó se acabarán al seguirlos y el oro pasará á encontrarse en rocas de igual ó muy distinto aspecto, sin que pueda decirse si estará arriba ó abajo, al frente ó á qué lado, del último ejemplar que ensayó ley costeable.

La exploración es pues muy eventual, pues no hay criadero regular que seguir, algo que contenga el oro y que esté individualizado de tal manera, que pobre ó rico, ya se sepa que el oro únicamente se hallará dentro de él limitando así enormemente el camino que deberá seguirse para encontrarlo. Aquí no solamente no se sabe por donde deba buscarse sino que los ensayos mismos de los puntos definidos como ricos nada atestiguan respecto de la cantidad y ley de lo que va quedando en las obras, es decir que no puede ubicarse ni medirse el mineral sino después de extraído, siendo por su origen enteramente independiente la ley de cada piedra, digamos, por falta de homogeneidad en la distribución del oro que permita contar, como en las vetas, con una ley semejante en la proximidad del lugar ensayado. Podría suponerse para justificar el hacer más exploraciones que por la misma razón cabría llegar á encontrar zonas riquísimas en las que el oro estuviera más concentrado aún, presentándose con leyes más altas todavía que las anotadas; pero esto no puede ser porque aquí, como en todos los criaderos auríferos, las concentraciones más ricas son forzosamente las superficiales y por lo tanto no debe vacilarse en concluir que por desgracia, estos criaderos de oro libre en la roca no pueden ser objeto de explotaciones serias y racionales.

El segundo tipo de criaderos auríferos en *venas*, de la región de que me ocupo, se presenta bien caracterizado y con importancia excepcional en la mina de "El Rosario" ubicada en el pueblo de Peñoles, Municipalidad del mismo nombre, Distrito de Etla, á 50 kilómetros de distancia y al N.W. de la capital del Estado.

Las mismas rocas, el gneiss gris y verde, se encuentran aquí, con la variante de que las venas de cuarzo aurífero no arman direc-

tamente en el gneiss sino que están comprendidas dentro de capas de mayor potencia formadas por una roca verde intercalada entre el gneiss, y que ha sido considerada como pizarra amfibólica muy cargada de sílice; pero cuya especial esquistosidad y demás caracteres acusan evidentemente un producto de descomposición del gneiss por metamorfismo y silicificación debidos á los movimientos generales del terreno y á la intrusión repetida de diques de granito gneissico y de pegmatita muy abundante en toda esta zona del Rosario y que en esta mina, así como en la cañada del arroyo de Manzanitas al E., es la gráfica ó hebraica de cuyos guijarros está sembrado todo el camino. La sílice se ha individualizado en numerosos y continuados diques de cuarzo estéril que han sido tomados impropriamente como vetas poderosas, cuando en realidad sólo tienen unos cuantos centímetros de espesor y es sólo su crestón el que ha desbordado ó ensanchado en la superficie como un derrame que se marca en ella por enormes cuartones salientes.

Las superficies espejadas y cargadas de grafito en que se divide la esquista verde del respaldo de las venas, especialmente en la mina de La Magdalena, enseña cuán movida ha sido esta roca por esfuerzos orogénicos repetidos, que han producido deslizamientos parciales muy diferentes de los saltos de un filón verdadero, con cuyo fenómeno han sido confundidos indebidamente citándose como indicio capaz de caracterizar la formación filoniana de cuarzo aurífero que se ha creído explotar. En realidad no hay aquí tales filones ó vetas cuya formación supondría la existencia de fracturas en el terreno, las verdaderas vetas, los "true fissure veins" de los ingleses, tienen rumbo y echado bien definidos y no siguen en ningún caso como estas venas los movimientos del terreno adyacente, puesto que por serle netamente posteriores han estado á cubierto de las mil vicisitudes que contribuyeron á formar el relieve del suelo. La silicificación de la roca en los respaldos es un hecho también muy elocuente para no considerar estos yacimientos sino como *venas* que forman parte de la estructura general ó formación geológica, al mismo título que los diques cuyo nombre sería el apropiado para ellas si la cantidad de piritas auríferas y oro libre que contienen no les diesen un carácter especial de mineralización impropia de un dique estéril para el cual ha sido reservada especialmente esta designación. Este paso gradual del cuarzo á la roca cuarcífera, este desvanecimiento de la vena en el terreno adyacente no se presenta aquí como un caso aislado sino que es un fenómeno general

propio del Arcaico en la región de que tratamos y se nota también en todos los diques de pegmatitas y de granito gnéissico que en sus bordes se redisuelven en el gneiss pudiendo citarse á este respecto casos emejantes repetidos en todo este gran macizo gneissico-granítico que forma la gran banda cristalina del Sur del País.

Estas venas metalíferas de cuarzo aurífero deben ser consideradas como originadas también por segregación magmática en relación directa con las intrusiones de las pegmatitas y granitos. Simultáneamente la pyrita aurífera, especialmente la arseno-pyrita ó mispickel que es la más rica, se ha acumulado en estas venas, y al oxidarse en la zona superficial ha dejado libre el oro que, concentrado parcialmente por los agentes externos, ha venido á producir puntos de riqueza excepcionales en la zona de los colorados.

Por esto se observa que aun en puntos como la frente del socavón de Aida, sobre la llamada veta del medio, en la frente de Mina Vieja y en otros lugares donde no se encuentra oxidación alguna hay siempre oro libre, aunque en menor cantidad que en los colorados, acompañando á la pyrita aurífera puesto que, como llevo indicado, el oro existe y se ha depositado en las venas tanto al estado libre como incluído independientemente en las pyritas que mineralizaron estas venas, y salvo el empobrecimiento gradual general á todos los yacimientos de oro puede esperarse por ello una ley media y constante en las venas tanto á la profundidad como al rumbo, dependiendo sólo de la anchura de los hilos y de su proximidad las variaciones de riqueza; caso distinto de las vetas pyritosas en las que la ley de oro baja considerablemente y casi desaparece á corta profundidad, siendo tan sólo apreciable su riqueza en los crestones y zona de los colorados.

En el Rosario no existe pues un *campo de fracturas* como en otros Minerales, sino un *campo de venas* á una dirección con potencia de dos á treinta centímetros y más ó menos próximas entre sí, de tal manera que lo que en el lugar se señala por los mineros como una veta de dos ó tres metros de ancho no es más que un conjunto de 4 ó 5 ramales de estas venas dentro de esa anchura y la misma razón hay para decir que en el socavón de Aida, por ejemplo, se tienen las tres vetas del alto del medio y del bajo, como decir que es una sola veta de 15 metros de espesor puesto que, salvo la distancia de uno á otro es la misma la situación relativa de estas venas ó hilos de cuarzo separados por la esquista verde. Como esta roca del respaldo ha sido impregnada también á favor de su esquistosidad

por la pyrita aurífera y el oro libre, acusando leyes de 5 y 6 gramos de oro por tonelada, se comprende bien la confusión que esto ha originado haciendo creer en vetas potentes que no existen en la localidad.

En la explotación es indiferente seguir sobre uno ú otro ramal puesto que todos son iguales en su formación y se acercarán entre sí ó se alejarán accidentalmente dando lugar á puntos más ricos ó más pobres según el ancho que aisladamente y en conjunto presenten estos hilos y por lo tanto no hay distinción específica que hacer para resolver si es preferible explotar la llamada veta de La Magdalena ó las de San Enrique, Peñola, Cuña, Aida, etc., siendo lo indicado el concentrar los trabajos donde por el momento hay más facilidades de explotación y extenderse á rumbo más que á profundidad.

Por su naturaleza no puede esperarse en estas venas llegar á alcanzar puntos excepcionalmente ricos ó *bonanzas* como en vetas de otra formación en las que de pronto la veta se ensancha y mineraliza en todo su espesor. Por el contrario, según indiqué antes, la ley y el espesor deben de ser bastante constantes, salvo el empobrecimiento gradual á la profundidad. No cabe esperar tampoco el que los hilos de cuarzo se junten al echado y que, como se supone, sean todos estos hilos ramales de una sola veta profunda. Los hilos pueden llegar á estar tan próximos uno al otro que se toquen, y accidentalmente presentar en un punto dado el aspecto de una veta ancha; pero volverán á separarse para seguir su camino cada uno aisladamente. El no haber tomado en cuenta esto y aplicar reglas propias de vetas en otras formaciones á la del Rosario, ha hecho contar también con llamadas chimeneas de riqueza en las venas. No hay ni puede haber distribución en chimeneas, bonanzas, ojos, ú otra designación que suponga orientación regular en la ley del mineral aprovechable y es inútil buscar la continuación ó prolongación de una buena zona por otro medio que por el de seguir sobre el metal en mano sin dejarlo, por más irregulares y sinuosas que las obras resulten; debiendo invertirse aquí el orden de los trabajos: primero se debe encontrar el metal y seguirlo, y después deben de hacerse las galerías, pozos y caminos regulares que faciliten la extracción, el desagüe y la ventilación.

Por este tenor se podrían seguir señalando las conclusiones que como consecuencias obligadas se desprenden del conocimiento, de la índole y naturaleza de estos criaderos y que, como se ve, tanta luz dan al minero para guiarse en la elección de obras apropiadas que suponen enorme economía de dinero inútilmente empleado en obras

sin objeto. Como se ve, por la ley media de 15 gramos oro que se ha obtenido en promedio para la riqueza de estas venas, cabe una explotación en pequeña escala, productiva si sabe aprovecharse la buena suerte; pero esta explotación será siempre de resultados muy eventuales.

Pasando á considerar el tercer tipo de criaderos auríferos, que señalé en su lugar, diré que en Nuxino hay varios casos de lentes de cuarzo aurífero sumamente quebrado; acusando con esto la gran presión á que ha sido sometido en los numerosos accidentes tectónicos. Quizás se explicaría por ello el origen de estas lentes como fragmentos de venas dislocadas, cuyos restos transportados en un movimiento de pliegue se encuentran fuera del lugar de su formación, por deslizamientos parciales muy diferentes de los saltos de un filón verdadero. No es necesaria por lo demás esta explicación para justificar su presencia puesto que, haciendo abstracción del oro que contienen, nada tiene de excepcional la existencia de lentes cuarzosas intercaladas en pizarras cristalinas cuya formación se encuentra en muchos terrenos semejantes; pero la idea de relacionar siempre los metales á vetas ó yacimientos posteriores á la constitución del terreno es una obsesión en el minero y aquí sugeriría esta explicación para el caso de no admitir el que estas lentes sean contemporáneas del gneiss en que arman, como yo lo creo.

En el socavón de San Andrés, en Nuxino, una de las lentes tiene un espesor de 50 centímetros que ya en el punto llamado "Pozo colorado" se ensancha á 1.50 m. y ensaya 18 gramos oro por tonelada. Su dirección es de 60°00' N.E. S.W. y recorriéndola se encuentra enteramente limitada en su extensión terminando á ambos lados en forma de cuña.

No puede ser motivo de explotación estas lentes si no es accidentalmente, y por ello es inútil hacer consideraciones de carácter minero acerca de ellas.

Para terminar haré notar que en el artículo titulado: "The Gold Production of North America" publicado por el Instituto Americano de Ingenieros de Minas, en su vol. XXXIII, al referirse á México, se cita la división hecha por nuestros distinguidos geólogos los Sres. Aguilera y Ordóñez como sigue. Primer grupo: depósitos asociados con minerales de cobre en la zona de metamorfismo de contacto entre la diorita y la caliza. Segundo grupo: vetas en rocas antiguas conteniendo minerales de oro con muy poca plata. Tercer grupo: Vetas auro-argentíferas en andesitas y traquitas. Debería

pues agregarse á esta división, previa comprobación de mi aserto, el tipo de Zimatlán con oro libre en el gneiss mismo, si en trabajos posteriores de nuestro Instituto no ha sido ya anotado este interesante caso sobre el cual he querido llamar la atención de nuestros geólogos.

México, Diciembre de 1900.