## LA REGIÓN MINERA DE TRINIDAD Y ANEXAS.

por Alberto Carranco.

La región minera "Trinidad y Anexas" está ubicada en la falda oriental de los cerros conocidos con el nombre de "Sierra de Cañada Blanca," Partido de Mazapil, Estado de Zacatecas, hacia el intermedio de la distancia que separa el rancho de Cañada Blanca de la Estación de Camacho del F. C. Central Mexicano que dista seis kilómetros al E. del mineral aludido.

La formación de estos pequeños cerros consiste principalmente en pizarras arcillosas de color amarillento desprovistas de fósiles. Dichas pizarras con inclinación muy constante de 45° al S., se apoyan sobre rocas granitoides: syenitas eleolíticas y monzonitas, según la clasificación que el Sr. Ing. Ezequiel Ordóñez, se ha servido hacer de algunos ejemplares de estas rocas.

En las cimas de dichos cerros Se observan girones de una formación delgada de areniscas cuarzosas algo metamorfizadas orientadas de E. á W. con un echado al Sur de 10°, como se indica en el plano y perfil adjuntos, de las vetas de esta región y el espesor de las areniscas no excede de cuarenta metros, y á medida que se desciende, se nota el adelgazamiento de estos depósitos sedimentarios hasta faltar totalmente en los flancos de los cerros donde sólo se ven fragmentos rodados.

Hacia la base se encuentran aglomerados de las mismas areniscas mezclados con pedazos de pizarra cementados y endurecidos por carbonato de cal.

El estado anguloso de los fragmentos parece indicar que estos depósitos fueron originados por corrientes de agua que descendían con fuerte velocidad, cuando estos cerros debieron tener una altura mayor que la que tienen actualmente.

Siguiendo las investigaciones hacia el Norte, el Oriente y el Sur, se ven desaparecer los aglomerados ó brechas y se presenta un extenso lomerío formado de piedras calizas de color azul, arredonda das, fosilíferas, de donde he logrado reunir UD -corto número de ejemplares de fósiles que á pesar del mal estado que guardan, pueden, sin embargo, ayudar para determinar la edad de las calizas que los contienen y al efecto, los remití al Instituto Geológico Nacional, con la esperanza de que el Sr. Ing. José G. Aguilera, Director de dicho 'Establecimiento los encuentre de alguna utilidad y puedan servir para determinar la edad de estas rocas.

La presencia de fósiles en las piedras del lomerío llaman la atención por los fragmentos azules que forman parte de los conglomerados, por ser estos fragmentos del mismo aspecto y naturaleza que las rocas fosilíferas de las lomas, separé varias muestras de la parte caliza azul de los conglomerados en los cuales no se distinguía ningún fósil, sometiéndolas en seguida á la acción disolvente del ácido acético convenientemente diluido. Después de quince días de tratamiento, renovando oportunamente las soluciones saturadas de cal con otras de ácido diluido, obtuve la disolución de cuatrocientos cincuenta gramos de roca y como residuo una pequeña amonita, algo de arena roja y organismos de muy pequeñas dimensiones que logré conservar.

Por el hallazgo de este fósil en los pedazos de calizas de los conglomerados, que es uno de los géneros visibles en las calizas de las lomas;, parece que las dos rocas son de la misma época y que probablemente, sobre las areniscas metamorfizadas que coronan las cimas de los cerros, descansaba la formación caliza constituyendo alturas considerables que una erosión activa y prolongada ha destruido, diseminando los materiales en una grande extensión desde la parte alta de las montañas y poniendo á descubierto las pizarras arcillosas y las rocas intrusivas en que arman las vetas de este mineral.

## LAS VETAS.

En esta región son angostas, su potencia varía entre uno y treinta centímetros, pudiéndoseles asignar una potencia media de quince centímetros en la extensión hasta hoy explotada. Están orientadas entre 8° y 11° N. E., con echados al E. que varían entre 80° y 87° sobre la horizontal enlazándose entre sí por otras de menor potencia que las cruzan bajo ángulos que no exceden de 40°. Sus afloramientos se observan á una distancia de más de dos kilómetros de Norte á Sur; pero no de una manera continua., sino que se interrumpen en varios lugares y presentan por esto la apariencia de simples

agrietamientos superficiales: pero la explotación del filón No. 1 en el que se han desarrollado preferentemente los trabajos, demuestra que es un verdadero filón como lo es también el No. 2 que se cortó con un crucero de 35 metros que parte del tiro No. 1, como puede verse en los cortes transversales. Las frentes seguidas en estos filones en el sentido de su rumbo han enseñado que las interrupciones en sus afloramientos son puramente locales, y que en la profundidad sólo están rechazados por las fallas que cruzan de E. á W.

La manera de presentarse los filones en sus afloramientos tan limitados, hace suponer á la simple vista que sólo se trata de grietas de muy pequeña profundidad, y al empezar la explotación de este mineral, hace seis años, procedí con las precauciones debidas sin aventurar ninguna obra de preparación, temeroso de la pronta extinción de los filones que juzgué formadas por desecación de la roca esquistosa, y su relleno verificado por descenso resultando de la lixiviación de las pizarras por la acción disolvente de las aguas meteóricas.

Esta opinión formada tan sólo por el reconocimiento superficial del terreno minero que se encomendaba á mi cuidado, me hizo emprender la explotación en el filón No. 1 por medio de pozos y galerías horizontales de cinco en cinco metros de profundidad, por ser éste el método más racional de investigación en yacimientos que, como éste, no afloran de una manera indiscutible.

Al llegar al nivel 35 metros, se estrechó el filón hasta perderse en el plan de la galería, circunstancia que concurrió para afirmar mi opinión y creí terminada la explotación del yacimiento en esta profundidad; pero una indicación importante llamó mi atención observando que en el plan de un pozo, iniciado en el piso de la galería, se arrancaron con la barrenación unos bloks arcillosos muy plásticos, jaspeados en negro, con todos los caracteres de superficies de resbalamiento al mismo tiempo que la toca esquisitosa se presentaba remolida manifestando que debió haberse ejercido en ella una fuerte presión, en virtud de la cual, pudo verificarse el cerramiento de la grieta hasta juntarse los relices alto y bajo, los cuales, á su vez, como queda dicho, por sus caracteres denunciaban un movimiento, y los jaspes negros en la superficie de los espejos parecían resultar del frotamiento de las materias ferruginosas del filón destruído allí á causa del movimiento. Ante esta observación dudé de la conclusión del vacimiento y resolví continuar la investigación á mayor profundidad siguiendo el pozo sin abandonar estos relices espejados

cuya dirección y echado coincidían perfectamente con la posición del plano del filón. La suavidad del terreno fué favorable para avanzar en pocos días 13.<sup>m.</sup>50 en el pozo inclinado según la pendiente de los relices, y á esta profundidad acabó la plasticidad del terreno y se presentó el filón con una potencia de tres centímetros compuesto de óxidos de fierro terrosos, ioduro y clorobromuro de plata, carbonatos de plomo y oro libre, visible por lavado de las tierras en una cápsula.

Animado por esta manifestación de continuidad del filón, seguí con actividad el trabajo del pozo y procedí desde luego á la apertura de nuevas galerías horizontales en el nivel alcanzado, encontrando desde allí una zona de mineral más rico y abundante que el que se explotaba en los niveles superiores, antes de atravesar el tramo estéril de catorce metros de espesor en el sentido de la pendiente del filón, y continuaron los frutos costeables hasta el nivel 87 metros, donde la presencia del agua empezó á entorpecer los trabajos y á influir en perjuicio de la regularidad de las producciones de mineral, debido á las dificultades tan serias que se suscitan en toda mina cuando al llegar al nivel hidrostático se carecen de medios eficaces para el agotamiento del agua. Para atender á esta necesidad la Compañía facilitó un malacate con motor de gasolina de 22 caballos de fuerza, y se procedió á utilizar los labrados de un lugar en que el filón fué vertical hasta treinta y cinco metros, para formar el tiro número 1, lo más pronto posible, á fin de seguir los trabajos de aguas abajo, y se trazaron los tiros números 2, 3 y 4, en los puntos convenientes para preparar una explotación formal.

El desagüe se practicó por medio de toneles elevados por los malacates de gasolina instalados en los tiros 1 y 4, pudiendo así llevar los trabajos hasta la profundidad de 107 metros, en cuyo nivel abrí una galería horizontal hacia el Norte llevando en disfrute la veta que arma allí en una cuarcita azul impregnada de pyritas de fierro, esperando que concluyera la veta en el contacto de la cuarcita con la syenita, porque en la superficie del suelo no se observa el afloramiento del filón en esta última roca y en las frentes que se habían seguido al mismo rumbo hacia arriba del nivel 87 metros siempre se había presentado la syenita sin contener al filón, por cuya razón suponía que la syenita se presentaba en forma de un dique potente sirviendo de límite al extremo Norte del filón núm. 1; pero al terminar la cuarcita en la galería horizontal del nivel 107 metros,

pasó el filón á la syenita sin sufrir dislocación ni diferencia de rumbo ni de echado, con todos sus elementos metalíferos al estado de sulfuros; y una ley en plata un poco mayor que el que tenía en las partes abrigadas por cuarcita: 2,800 gramos plata y 22 gr. oro por tonelada métrica, 6'08% Pb., 27'85% Fe., 12'19%Zn; 0'78% Cn.

Desde entonces tuve más deseos; de estudiar esta región minera, porque no se trata de simples grietas superficiales como lo creí al principio, sino de verdaderos filones que creo de alguna importancia científica, y probablemente industrial á mayor profundidad.

Describiré brevemente las observaciones y experiencias que he verificado desde que la syenita se manifestó como roca empotrante del filón núm. 1 al nivel 107.

Destruída mi primera opinión por los datos adquiridos por medio de los trabajos de explotación, me precisaba buscar más puntos de referencia en qué basar justificadamente mi cambio de ideas para proporcionarme una explicación racional del yacimiento, y empecé por tomar muestras de pizarras en varios lugares próximos á la superficie del suelo y a varias distancias de los respaldos del filón para sujetarlos á un ensaye minucioso, resultando que al E. del respaldo del alto y á distancias que no exceden de un metro, las pizarras acusan siempre pequeñísimas cantidades de plata y vestigios de oro, y sus soluciones nítricas tratadas por amoníaco dan ligeras coloraciones cobrizas; pero á mayores distancias perpendicularmente al plano del filón resultan estériles completamente. Hacia el bajo del filón las distancias á las cuales las pizarras contienen oro y plata son mucho menores.

Seguí tomando muestras en distintos lugares más y más profundos, obteniendo casi los mismos resultados en las pizarras, y en una galería en que el respaldo del bajo estaba formado por una salbanda arcillosa impermeable, quité una parte de ésta para descubrir la roca esquistosa, tomé muestras de ella y la encontré sin ninguna cantidad de oro ni de plata á pesar de que esta galería había sido una de las que produjeron magnífico mineral; repetí la operación en otros lugares del filón en que había salbandas de misma especie con objeto de tomar un buen número de muestras de las pizarras y reunir el mayor número de comprobaciones posibles para asegurarme del hecho que venía observando, y en efecto, ninguna muestra dió al análisis ninguno de los metales contenidos en el filón.

Apreciando en su positivo valor estos datos obtenidos de la ob

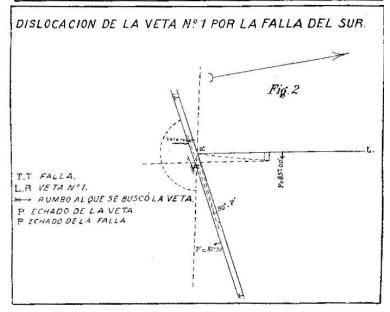
servación y de la experiencia, sólo me faltaba como complemento de de investigación de la riqueza de las rocas empotrantes, tratar las rocas duras, syenita y cuarcita de los respaldos en los planes de la mina, y tomé de allí repetidas muestras procurando que fueran de los lugares que produjeron mejor mineral; pero no obtuve de ellas ninguna ley de plata ni de oro, sólo cantidades variables de fierro á causa de la impregnación pyritosa que tienen estas rocas á uno y otro lado de los respaldos del filón.

Reuniendo todos estos resultados no es ya posible admitir que el relleno de las vetas de esta región se haya verificado por infiltración lateral de las aguas meteóricas que, en condiciones capaces para disolver, se hayan saturado de sales metálicas quitadas á las rocas, antes es preciso aceptar que en parte esta agua descendentes cargadas de ácido carbónico y otros elementos que dan al agua un poder disolvente, han disuelto una parte de los minerales del filón en la zona oxidada y de allí la resulta impregnación auro-argentífera y cuprífera de las pizarras de los respaldos, en los lugares no protegidos por salbandas arcillosas impermeables, Tampoco es admisible el relleno por inyección directa de la masa metalífera fundida, porque la estructura de las vetas rechaza este modo de formación.

La posibilidad de un origen termal parece estar justificado ante las siguientes consideraciones:

He dicho ya que los filones afloran en una extensión poco más ó menos de dos kilómetros sin poder asegurar que esa sea la extensión límite de las fracturas que dieron lugar á su formación, porque hacia los dos extremos Norte y Sur del campo de afloramientos, se ven depósitos de acarreo que cubren los esquistos é impiden la observación. Además, las interrupciones anteriormente descritas de un mismo filón, en la superficie, no significan de ninguna manera la falta de continuidad de la fractura en la profundidad, puesto que los trabajos interiores han demostrado que el filón existe perfectamente definido debajo de los lugares de la superficie del suelo en que no aflora, y que sólo está rechazado por fallas posteriores á la solidificación de sus elementos, las cuales están marcadas en el plano de las vetas y designadas por las letras A, B, y C; y que estos rechazamientos están ya reconocidos á 107 metros de profundidad, pudiendo establecer que los filones continúan del otro lado de las fallas y que deben buscarse en el sentido del ángulo obtuso que forma la falla cruzadora con la línea de cruzamiento, como lo indica la flecha en

## DISLOCACION DE LA VETA Nº1 POR LA FALLA DEL NORTE EN EL NIVEL 107 MTRS Pig. 1 D.Q. FALLA F. VETA Nº 1. P' ECHADO DE LA FALLA P' ECHADO DE LA FALLA P. ECHADO DE LA VETA.



las figuras 1 y 2, que enseñan la manera como se procedió para buscar el filón núm. 1, rechazado por las fallas A, B y C, en la galería del nivel 107 metros habiéndolo encontrado como se ve en las expresadas figuras, al lado del ángulo obtuso formado, al otro lado de la falla, por ella misma y su línea de cruzamiento, lo cual manifiesta que las fracturas que dieron lugar á estos filones fueron continuas y extensas antes de haberse producido el movimiento que dió origen á las fallas rechazadoras.

Ahora bien, la experiencia ha enseñado en varias regiones filonianas que, en general, los filones que ofrecen gran longitud en su dirección alcanzan también grandes profundidades. Además, la posición paralela de los filones y la naturaleza idéntica de sus rellenos, en los cuatro conocidos hasta hoy, son circunstancias que concurren para apoyar la suposición de que este sistema de fracturas fué formado por efecto de un accidente tectónico y que puesto en conexión con las porciones calientes del interior de la tierra, de donde las aguas termales mineralizadas por emanaciones gaseosas metalíferas procedentes de yacimientos metálicos preexistentes más profundos, ascendieron por estas grietas en virtud de la presión que se ejercía sobre ellas hasta llenarlas.

Una vez establecida la circulación de las soluciones metálicas hidrotermales, deben haber cristalizado sus minerales de una manera muy lenta, ya haya sido por diminución de presión, por enfriamiento, por desprendimiento de algún principio disolvente, por acciones químicas ó termoeléctricas de las rocas, ó por efectos combinados de estas causas como parece indicarlo la estructura concrecionada de los filones en los lugares no diferenciados todavía como lo muestra el dibujo de una parte del filón tomado de la frente Norte de la galería del nivel 107.



(a) galena, (b) pyritas de fierro y marcasita y chalcopyrita, (c) caballo de calcita y dragonita.

La galena se presenta en tramos acompañada de blenda negra ferruginosa y cristales de chalcopyrita irizada, y ninguna de las capas de concreción deja de ser aurífera; las capas más pobres en oro son las de galena cuando contienen blenda, y las de pyrita, cuando abunda la marcasita; pero los cristales aislados de blenda y marcasita tienen siempre de 3 á 4 de oro por tonelada.

En cuanto la repartición de la riqueza en el filón núm. 1, es muy irregular en la zona de oxidación, no habiendo podido hasta ahora determinar nada que indique la proximidad de un clavo rico; sólo puede decirse que, en general, en toda la zona oxidada se han encontrado tramos de buena ley en los sitios donde la pizarra es menos permeable, presentándose entonces el mineral en una forma terrosa de color rojo de óxido de hierro con el clorobromuro de plata, carbonato de plomo con cristales de melinosa de color anaranjado y oro libre, pareciendo resultar este último de una concentración natural ejecutada por la aguas de infiltración que arrastran las partículas de metal que ha quedado libre por descomposición de las pyritas y los demás sulfuros que contienen, para depositarlos en los lugares que más favorecen la concentración.

Otros tramos ricos en plata carecen totalmente de oro ó lo contienen en muy pequeña cantidad, y entonces el mineral consta de un silicato de fierro de estructura cavernosa que en sí mismo es sumamente pobre de plata y oro, y la riqueza de estos pequeños tramos es sólo porque en los huecos hay agrupamientos de cristales de cerargyrita que los llenan casi enteramente, pero sin adherirse á las paredes de la cavidad; sino que están sueltos dentro y se pueden extraer sin romperse.

En la región no alterada del filón los tramos más ricos se han encontrado en las cuarcitas que están muy próximas a las syenitas; siendo igualmente ricos al pasar estas últimas rocas, donde sólo empobrecen al aparecer la blenda negra que viene en columnas diagonales con pendiente al Sur, según se ha observado en la galería horizontal de los planes al Norte del tiro núm. 1, la cual mide actualmente 105 metros de longitud.

Es de notar que en varios lugares de la galería aludida, se han presentado en ambos respaldos del filón, monzonitas asociadas á las syenitas con venas delgadas de cuarzo impregnado de chalcopyrita bastante ricas en oro, pues aislándolas de la roca han dado al ensaye estos cuarzos pyritosos, hasta 160 gramos de oro, 20 gramos de plata por tonelada y de 8 10% de cobre.

Cuando la syenita de los respaldos ofrece una impregnación cobriza, la parte del filón empotrada en estos tramos se encuentra com pletamente desprovista de blenda; la galena es de un azul claro y contiene núcleos de chalcopyrita irizada, la pyrita es uniformemente amarilla, desaparece la marcasita, y la ley en metales, en estos tramos aumenta hasta 4,500 gramos de plata, de 22 á 30 gramos oro por tonelada, 12 á 16% de plomo y 4% de cobre.

Estas son las observaciones que he logrado hacer hasta la profundidad de 124 metros á que llegan los labrados de estas minas en el filón núm. 1, y con gusto las trasmito á esa Sociedad por medio de esta descripción, con la cual deseo dar una ligera idea del yacimiento aurífero de esta región.

