ALGUNOS DATOS GEOLÓGICOS SOBRE EL MINERAL
“LA CAMPANA,”
Distrito de Altar, Sonora.

Por Y. S. Bonillas.

(Con 3 láminas.)

SUMARIO.

Introducción.

Fisiografía y minería del Distrito de Altar.
Placeres.
Vetas de cuarzo aurífero.

Geología General.

Situación de “La Campana.”
Formaciones de la región.
Clasificación y estructura general de la Veta.

Parte Norte de la Veta.

Rocas adyacentes.
Mineralogía y estructura.

Parte Central ó de “La Campana” misma.

Las rocas de esta sección.
Syenita.
Alaskita.
Aplita.
Andesita.
Estructura y mineralogía de la Veta.
Modo aparente de formación.
Tiro de “La Campana.”
Minerales de la superficie.
,, del nivel de transición.
,, ,, ,, aguas fluctuantes.
,, originales de la Veta.
Efectos sobre las rocas cerca de la Veta y conclusiones respecto al origen y continuidad.

Extremo Sur. Mina "Alejandra."

Cubierta de material volcánico.
Efectos pneumatolíticos en ella.
,, probables sobre la Veta.
3 pozos del Sur.

Mina "La Libertad."

Andesita y Granito.
Resumen Genético-Histórico de la Región.
Trabajos Industriales en "La Campana."

INTRODUCCION.

El distrito de Altar, Sonora, siempre ha sido conocido como productor de oro, primero de placer y después con la exploración más detallada, de los filones y vetas que abundan en las montañas. El aspecto fisiográfico del distrito es el de una región en que la erosión ha avanzado lo suficiente para acabar con casi todas las rocas que por su poca resistencia ó gran fracturamiento eran atacadas con facilidad por los agentes atmosféricos, dejando ahora descubiertos sólo los granitos, las dioritas y cuarcitas y las rocas efusivas más recientes que no han tenido tiempo de ser destruidas. Se ven aquí llanos muy extensos, con ligera inclinación y alargados por lo general de Noroeste á Sureste, dirección que también siguen la mayor parte de las sierras. Los ríos principales, sin embargo, corren de Noroeste á Suroeste, recibiendo como tributarios laterales los arroyos que serpentean por los llanos, y descendiendo entre las sierras, se puede decir, de llano á llano hacia la costa. Las sierras se levantan repentinamente del plano inclinado de los llanos, á veces con un lomerío bajo al pie si están cerca del nacimiento del valle que las limita, ó con una transición repentina de lo horizontal á lo inclinado cuando el llano está ya más lejos de su origen. A veces la erosión sólo ha dejado restos de las elevaciones continuas como islas en la extensión plana de las llanuras. Esta peculiaridad está bien ilustrada en una parte de la sierrita del Tigre entre los valles del Zónic y del Cozón cerca de "La Campana," de lo cual da una idea la fotografía que se acompaña (Lám. XXV).

El acarreo de los llanos casi en todas partes contiene oro y hay pocos lugares en que no pueda uno ver los escarbaderos y montones

de tierra de los prospectadores ó "gambusinos" que han trabajado la superficie de todo el distrito. Los placeres más productivos han sido los de La Ciénega, El Boludo y Santa Rosa en la parte Sureste del distrito, donde tanto el acarreo suelto superficial como el conglomerado y brechas inferiores del mismo origen, pero cementadas con caliza y arcilla, se trabajan ahora con bastante éxito con la quebradora "Quinner" y lavadoras en seco. Hacia el Norte los placeres de la Manteca están en parte en conglomerados que contienen mucho material volcánico, y cerca de San Antonio y Quitovaca las gravas superficiales contienen bastante oro.

En las montañas arriba de todas estas localidades se encuentran filones de cuarzo aurífero, de los que indudablemente procede el oro que se encuentra ahora en los productos de erosión. Esos filones se han trabajado con resultados á veces muy contradictorios, tanto por la variación en el contenido de las vetas como por las dificultades en los métodos de tratamiento de los metales en esta región donde el agua es lo que más escasea y cuesta. La impresión general de los mineros ha sido que las vetas sólo son ricas en la zona superior de oxidación, pero que más abajo se empobrecen mucho, puesto que la parte que queda es solamente la cola ó parte inferior de las vetas, habiendo destruido la erosión lo de más arriba y más rico. Hasta qué punto tengan razón en cada caso, no se puede precisar, pues por lo general los trabajos no alcanzan gran profundidad y muchas veces sólo llegan á la zona de fluctuación del nivel del agua, donde el deslave consiguiente se lleva los valores á la parte húmeda permanente y después de un enriquecimiento allí que da falsas esperanzas, lo de más abajo puede ó no ser valioso y de carácter permanente.

Como en la mina "La Campana" el tiro que se ha dado alcanza 600 pies (183 m.) de profundidad y es uno de los más hondos del distrito, es interesante ver aquí las variaciones del contenido de la veta y las relaciones con las rocas de la región, pues casi todos los fenómenos son característicos de las demás minas. Como el tiro se ha dado en el respaldo W. inmediato á la veta, esto también ayuda mucho al estudio pues se puede obtener la roca inmediata y notar los cambios que en ella produjeron las condiciones especiales de la formación del filón.

GEOLOGIA GENERAL.

Está situada "La Campana" en una cañada que corre al SE. entre dos divisiones de la sierrita del mismo nombre, que es el extremo

Sur de las sierritas del Zónic y del Tigre, como á 65 kilómetros al NW. de la villa de Altar, cabecera del distrito. Por el NE. de estas sierras está el valle de los ranchos del Zónic y del Tren, que se une al Sur de la Campana con el llano del Oeste para formar la extensión por donde corre un gran arroyo seco llamado Arroyo del Coyote.

Las rocas que se encuentran en esta región son principalmente graníticas—granito de biotita la roca normal predominante, con diferenciaciones locales de syenita y alaskita é intrusiones de aplita y pegmatita de grano fino. Estas rocas están cortadas por diques irregulares, á veces de gran tamaño, de ortophyra muy cuarzosa, de una dacita de biotita y de andesita verdosa.

Sobre todas estas formaciones se encuentran en lugares conglomerados, brechas y tobas volcánicas de composición basáltica mezcladas con acarreo de las rocas más antiguas.

El granito con los diques de ortophyra y dacita forma los cerros del Tigre y del Zónic, en los cuales generalmente la conservación de las partes más altas se debe á la presencia de un dique de alaskita muy cuarzosa, más resistente que el granito, y que se deshace en trozos de aristas agudas que contrastan con las formas siempre arredondeadas del granito. Más al Sur la parte Este de la sierrita se cubre del conglomerado volcánico reciente, en tanto que al Oeste se encuentra el granito gastado en las formas dadas en la Lám. XXV. Siguiendo hacia la "Campana" aparece el granito otra vez, algo diferenciado y con abundantes diques de aplita, alaskita y una roca que se supone fué andesita.

La veta principal de "La Campana" aparece sobre las faldas al E. de la cañada donde está la mina, corriendo casi exactamente de Norte á Sur, y se han explorado cuatro kilómetros y medio de ella, $2\frac{1}{2}$ hacia el Norte, donde los crestones de afloramiento se encuentran sin interrupción y como 2 kilómetros al Sur, en una gran parte de los cuales la veta desaparece bajo algunas lomas, al W. de la cañada, compuestas enteramente de material volcánico posterior. El echado de la veta varía entre 80° al E. y vertical; el ancho, entre 35 y 175 centímetros en la superficie. Además de esta veta principal hay otras hacia el Este, á menos de medio kilómetro y sobre el flanco contrario del cerro en que está la mina principal. Aquí se han hecho algunos trabajos, que llaman la "Libertad," que cortan varias vetas pequeñas y masas irregulares de cuarzo.

Tanto el contenido como la estructura del filón principal varían

á lo largo y en la profundidad. En todas partes, sin embargo, la veta es una verdadera veta de fractura ("fissure vein") cuyo contenido principal es cuarzo blanco y por lo general sin cristalización aparente. Cualquiera que sea la roca que forma los respaldos, siempre se ve entre ellos y la veta una guarda de arcilla, ya sea roja ó azulada; y la parte inmediata de la roca está también triturada, kaolinizada ó impregnada de sílice, calcita ó pirita.

PARTE NORTE DE LA VETA.

En los pozos pequeños dados en los afloramientos de más al Norte, la veta presenta bastante estratificación y un contenido de calcita mayor que en otras partes. Los respaldos son aquí granito ó syenita de ambos lados con sólo muy pequeños diques de aplita y andesita. Contra el respaldo E. la veta es como más al Sur, de cuarzo macizo con vetillas irregulares de galenita, pirita y chalcocita ó los productos de oxidación de estos minerales. Al lado W. parece que una separación segunda de la fractura ha dado lugar á depósito de más cuarzo, esta vez en forma de cristales largos y delgados sobre las paredes, entre los cuales se ha depositado después una calcita negra ó café cristalina pero no de formas idiomórficas como el cuarzo. Si un pedazo de esta parte de la veta se ataca con HCl diluido, la calcita se disuelve dejando libres el cuarzo, claro y en formas perfectas cristalinas, y un residuo negro con algunos cristales delgados tabulares amarillos de wulfenita (Pb MO_4) y otras barritas hexagonales más pequeñas, amarillas también, de vanadinita ($\text{Pb Cl Pb}_4 (\text{VO}_4)_3$). El residuo negro mismo debe su color á la presencia de manganeso, en forma de pyrolusita probablemente, por su color negro, aunque éste varía á veces á rojizo cuando hay algún óxido de fierro.

PARTE CENTRAL.

Más al Sur la veta es uniforme de lado á lado, pues la parte occidental, que antes tenía estructura especial, se pierde en una ramificación de vetillas en la masa principal y la calcita termina por aparecer solamente en manchones y bolas irregulares. Queda sin embargo una estratificación, aparente sólo por las fracturas paralelas, como se ve en las fotografías de la veta (Láms. XXVI y XXVII) tomadas cerca del tiro principal de "La Campana."

La veta está limitada en un gran trecho cerca de "La Campana" por syenita al E. y dique de alaskita al W., quedando las dos rocas cortadas por la andesita metamorfoseada. La syenita es aquí una roca gris oscura de grano bastante grueso y algo porfirítica, con indicaciones de metamorfismo dinámico y termal. Indica el primero una estructura gneisoide incipiente que ha quebrado y alargado los feldespatos y ha separado los minerales ferromagnesianos en capas alrededor de cuarzos y feldespatos. El efecto químico se nota en el ejemplar de mano en lo untuoso de la roca debido a formación de sericita y en la epidotización parcial de los feldespatos. La desintegración superficial de esta roca da una arcilla rojiza micácea. Bajo el microscopio en lámina delgada se ve una roca bastante silicificada cuyos componentes originales, bastante alterados, están rodeados siempre por un mosaico fino de granos de cuarzo, como si se tratara de una roca porfiroide, pero que en realidad debe su cuarzo a la silificación, pues los granos de cuarzo invaden los otros minerales y forman vetillas muy largas y delgadas. Los feldespatos, que son bastante grandes, son albitas y oligoclasas kaolinizadas, de formas originalmente hipidiomórficas; los ferromagnesianos son principalmente biotita, quebrantada y acumulada alrededor de los feldespatos por el metamorfismo dinámico y hornblenda a veces cloritizada ó quebrantada en granos finos. Por la syenita se encuentran también diseminados algunos granos de titanita y magnetita y algunas vetillas de sericita.

La alaskita está menos alterada que la syenita y la roca fresca más lejana de la veta es de un color rosado claro, compuesta de feldespatos y cuarzo con raras veces un grano de biotita. El examen microscópico indica con más claridad la composición y estructura de la roca. Consiste de granos de microclina (como 40%), ortoclasa (como 20%) y cuarzo (como 30%) y albita (como 10%). La microclina es de estructura típica y asimismo de última cristalización entre los otros minerales. El cuarzo está en granos grandes y la albita y la ortoclasa están más alteradas, como es de esperarse, que la microclina. Los feldespatos de potasa en la alaskita explican la presencia de la gran cantidad de sericita en la veta.

La inyección de esta roca en la syenita ha tenido lugar bajo gran presión cuando no se formaban grietas regulares, sino que el magma más ácido, al abrirse paso por la formación más antigua, se solidificaba en diques regulares donde el enfriamiento y separación de la syenita daba a ésta ya cierta consistencia, pero la dejaba

permeable lo suficiente para que el límite de los diques no quedara bien marcado, sino que se encuentre allí un cambio recíproco de minerales entre las dos rocas. Cuando el magma alaskítico encontraba syenita en un estado incompleto de solidificación, parece haber habido una mezcla completa de los magmas, encontrándose al fin de un dique de alaskita una transición lenta á una masa irregular de roca que sola se tomaría como un granito cuarzoso con estructura porfírica, debido á ortoclasa grandes de primera consolidación. Todos estos fenómenos de la segregación y mezcla indudable de un magma tienen bastante importancia en la explicación del origen de las vetas minerales.

La aplita, que se encuentra algo más al SE. del Tiro de "La Campana," y al E. de la veta, es del mismo origen y de la misma composición que la alaskita y presenta los mismos fenómenos que ésta, con adición de uno más. En efecto, al hablar anteriormente de la alaskita, quedan incluidos también los diques que por su cristalización más fina se deben clasificar como aplita. El característico adicional de las aplitas del Sur es una segregación de los minerales componentes, especialmente magnetita, en bandas delgadas, rectas y paralelas que le dan toda la apariencia de una cuarcita, por la que ha sido tomada no sólo aquí sino en otras regiones de Sonora donde se encuentra. Aumenta esta impresión la ocurrencia de la roca en áreas de bastante tamaño que terminan engañosamente cubiertas por el material de desintegración de granito ó syenita más susceptibles de alteración atmosférica. Hasta las fracturas y cruceros de la roca se conservan aquí como en la cuarcita típica, dejando blocks de aristas agudas. Pero el examen microscópico indica el origen ígneo de la roca, pues aunque los feldespatos estén bastante alterados, y todos los granos tienen una apariencia arredondeada, se encuentran formas de entrecrecimiento mutuo entre feldespatos y cuarzos en figuras tan delicadas y típicas de las rocas ígneas, que no pueden ser de otras. No hay tampoco indicios de presión ó movimiento, pues la extinción de los cuarzos es muy regular y las pocas barritas de biotita que hay no están comprimidas de ningún modo.

La separación en líneas en que predomina el cuarzo, ó en las que hay mayor contenido de magnetita, se pueden observar también fácilmente al microscopio. La acción sobre los feldespatos es debida á aguas alcalinas carbonosas, pues la alteración es no sólo á sericita y kaolín, sino que hay substitución en poca cantidad por calcita, no

en vetillas sino uniformemente en la roca. El examen cuidadoso en el campo delata el origen intrusivo de la aplita también por los apófisis cortos que parten de ella y penetran la syenita.

La otra roca que se encuentra en esta parte de la veta, la andesita, es de un color gris verdoso y siempre se encuentra muy alterada. Es de grano uniforme, muy fino, y sólo está dura donde hay silicificación parcial. Tanto en la superficie como en el interior de la mina se ve que esta roca ha hecho intrusión por zonas de menor resistencia y que los movimientos posteriores han seguido por las mismas líneas fracturando los diques y dando paso á las soluciones mineralizadoras primero y después á las aguas vadosas que han continuado la destrucción de la andesita. En lámina delgada la determinación de la roca de las cercanías de la veta se puede hacer sólo por analogía, pues presenta sólo una masa de material alterado, con una silicificación que ha substituido 40% de la roca con cuarzo y la ha llenado de vetillas de gruesos que varían entre un quinto de milímetro y tres centímetros de ancho. La carbonatación también ha tenido el efecto de dejar la roca saturada en partes de calcita, y de la formación de siderita en granos de bastante tamaño. Los únicos minerales que quedan algo frescos son algunos feldespatos que parecen ser andesinas ó labradoritas. Hay algo de clorita y magnetita también y en el cuarzo secundario hay muchas barritas muy delgadas y finas de un mineral que parece ser hornblenda secundaria. Lejos de la veta hay unos diques de andesita de hornblenda que es probable sean de la misma roca que hay aquí.

En cuanto á la estructura de la veta en las inmediaciones del tiro de "La Campana," se puede decir que todo el grueso de la veta no se formó de una sola separación de los respaldos, sino de varias, y no siempre lo separado con anterioridad se quedaba de un lado, pues las partes del filón formadas primero se encuentran cruzadas por las más recientes. Esto se puede ver por inclusiones y guardas de arcilla que no parecen ser productos de acarreo de aguas posteriores circulando por fracturas, pues contienen granos de pirita oxidados y cristalitos de wulfenita. También hay en las partes que se tomaron por más antiguas, vetillas que, aunque conservan estructura de calcita, están completamente silicificadas ó cruzadas por vetillas más chicas de cuarzo.

Los minerales que se encuentran en la superficie y que continúan sin variación hasta el 5º nivel de los 8 que tiene el tiro son galenita en pequeña cantidad, azurita, malaquita, poca chalcocita,

calcita con pyrolusita, wulfenita, vanadinita, limonita y, por supuesto, cuarzo. En las guardas arcillosas hay pyritas que han sido protegidas de oxidación por lo impermeable de la arcilla. Esta consiste principalmente de kaolín, sericita, cuarzo, y muy pequeña cantidad de clorita y talco ó haloysita. Los minerales en esta zona superior están bastante bien distribuidos en el cuarzo y sólo hay acumulaciones en los huecos dejados por la destrucción y disolución de bolsas de pyrita y calcita. (1)

En el 5º nivel, que tiene una profundidad de 115m. desde la boca, empieza una variación en el contenido de la veta. Este es el nivel superior de las fluctuaciones del agua y el empobrecimiento por deslave es muy aparente. No quedan ningunos de los minerales oxidados y sólo algunos de los sulfuros que por estar más protegidos en el cuarzo no han sido atacados por las aguas oxidantes. Hay en el lado E. de la veta una salbanda de arcilla y roca triturada más ancha que el filón de cuarzo mismo, por las hendiduras de la cual circula bastante agua que oxida el fierro contenido en la arcilla y le da un color rojo subido, muy diferente al gris azulado de las partes impermeables. El cuarzo de la veta está también muy manchado de limonita, pero sin valores de consideración.

En el 6º nivel las condiciones son casi las mismas del anterior. La veta alcanza aquí un ancho de 4 metros y tiene algunas fallas que la dislocan lateralmente menos de la tercera parte de su espesor. La guarda arcillosa lateral se reduce mucho, pero hay bandas de arcilla muy sericítica en el cuarzo, que están muy comprimidas é indican deslizamiento por sus superficies. Aparece algo de calcita en este nivel, pero parece más bien ser secundaria que depositada con ó inmediatamente después del cuarzo.

El 7º nivel es bastante húmedo y descubre un estado de transición de la veta. Aunque hay pocos minerales en el cuarzo, pues continúa todavía la zona de oxidación y deslave, los que se encuentran no son los productos de completa oxidación ó carbonatación superficial, sino los sulfuros enriquecidos. La chalcocita predomina llenando fracturas secundarias, como producto del acarreo de las

(1) La falta de tiempo impidió que se tomaran muestras para ensaye de las diversas localidades, lo que hace incompleto este trabajo bajo el punto de vista económico y del científico por la distribución variable del oro. Sin embargo, se puede decir que éste acompaña con gran regularidad los sulfuros ó sus productos de oxidación.

zonas empobrecidas totalmente más arriba. También la hay distribuida en el cuarzo, por alteración directa de los sulfuros originales y acompañada de galena que es menos susceptible de oxidación, y de pirita que lo es más y está convertida en hematita ó limonita. La calcita aparece en bolsas en el cuarzo con bastantes cristales diseminados de wulfenita. Se encuentran también huecos ocupados antes por calcita, que se han disuelto por haber contenido también bastante pirita, cuyo efecto de expansión y alteración rápida bajo los agentes oxidantes tiende á fracturar lo que se encuentra más inmediato y á dejarlo en estado de ser atacado con más facilidad. Este fenómeno se observa en este nivel en varios estados del progreso de la oxidación y desintegración, quedando al fin sólo las cavidades con revestimientos y plaquitas y barras sueltas de wulfenita y vanadinita amarillas y algunas veces algo de pyrolusita y galena.

En el 8º nivel se encuentran ya minerales que indudablemente son los primarios, aunque por estar todavía esto en el nivel de la circulación de las aguas superficiales hay también algo de oxidación y enriquecimiento de los sulfuros. Indudablemente primaria aquí, é indicadora de la profundidad en que se formó la veta, es la combinación de los siguientes minerales: pirita, galenita, chalcopirita, tetrahedrita, pyrolusita, vanadinita y wulfenita. La chalcopirita y la tetrahedrita aparecen por primera vez aquí en pequeña cantidad y casi siempre rodeadas de chalcocita, ó en masas de calcita con algo de óxido de manganeso. Son minerales que se forman, especialmente el primero, sólo bajo condiciones de temperatura y presión que se obtienen únicamente en las vetas más profundas. Los fenómenos que presenta la syenita y la guarda arcillosa son también indicadores de gran profundidad de formación. Todos los minerales de la roca parecen haber sido inestables bajo las condiciones en que se depositó el cuarzo y demás minerales de la veta. Cerca de ella la alteración de los feldespatos es á sericita con algo de substitución por calcita; hay una silicificación parcial, así como una separación de calcita; los ferromagnesianos han sido primero cloritizados y después, en las inmediaciones del cuarzo ha habido una descomposición en parte de la clorita, pues disminuye ésta en cantidad relativa y hay más cuarzo, sericita y kaolín. En las zonas de fractura laterales donde la roca está muy molida aparece algo de serpentina y talco, y cuando la trituración es completa hay granos de pirita diseminados en la masa de arcilla resultante. En resumen, es imposible suponerse, atendiendo á lo que se ve en el tiro, que la veta

tenga su origen en la zona aún más profunda de la circulación de aguas vadosas, sino que hay que suponer la presión, temperatura y efectos mineralizadores de las soluciones que resultan en la última fase de la consolidación de una roca plutónica.

Respecto á lo que haya de la veta todavía abajo, es muy probable que después de pasada la zona de enriquecimiento por la precipitación de los minerales deslavados más arriba, se encuentre á bastante profundidad la zona de los minerales originales solamente, que necesariamente tiene que ser algo más pobre que la del 8º nivel, pero no absolutamente improductiva. Dada la gran constancia y regularidad de la veta, sin bifurcación ni separación de ninguna especie, no parece tampoco que se aproximen todavía los trabajos al término inferior de ella.

REGION DEL SUR. "MINA ALEJANDRA."

Como á 200 mts. al S. del Tiro de "La Campana," la veta baja al arroyo y se pierde al otro lado bajo una capa de conglomerado y brechas volcánicas cuyos fragmentos principales son de basalto vesicular, pero que también contienen acarreo de todas las formaciones anteriores. No tiene este conglomerado capas muy continuas, pues seguramente se depositó sobre una topografía accidentada; en partes, donde el material es más fino, se han formado barrancas que en sus lados verticales descubren la estructura típica de las acumulaciones violentas que siguen á las erupciones volcánicas. Hay en estas formaciones algún efecto pneumatolítico, pues además de una circulación de aguas que dejó vetas angostas de calcita, hay vetas y bolsas de hematita cristalina.

El efecto de esta capa volcánica sobre la veta no se puede determinar, pues no se han dado aquí trabajos algunos, pero es indudablemente muy ligero, porque á ninguna de las otras rocas que están abajo las ha afectado apreciablemente, é indudablemente estuvo también la capa sobre lo que está hoy descubierto de la veta sin haber dejado huellas algunas después de su destrucción por erosión.

En el extremo Sur aparece otra vez la veta entre las mismas rocas que antes, y hay 3 pozos de 30 metros cada uno, dados sobre el filón, que es aquí vertical y, á juzgar por las muestras, del mismo carácter mineralógico y estructural que más al Norte.

Los pozos estos llevan el nombre de "Mina Alejandra."

MINA "LA LIBERTAD."

Hacia el E. del Tiro de La Campana se encuentran los trabajos de "La Libertad," dados sobre un afloramiento de cuarzo en el contacto de un dique muy ancho de la roca verde andesítica y del granito que aquí se presenta en su composición normal. Parece que aquí el cuarzo está en bolsas y masas irregulares, con las partes mineralizadas asimismo sin orden alguno. El contenido es el mismo de el del cuarzo de la veta principal. La roca andesítica está aquí silicificada y alterada como la que se ha descrito antes, con adición de algo de mineralización por pyrita que le ha dado, según dicen, un contenido apreciable de oro. El granito aquí es rosado claro, algo irregular de grano y sin mucha silicificación; contiene feldespatos de primera consolidación bastante grandes, que son ortoclasa y albitas. Entre los demás cristales hay microclina, cuarzo, biotita, hornblenda y una cantidad sorprendente de titanita en formas idiomórficas de tamaño bastante grande. La alteración es á sericita y kaolín en los feldespatos y á clorita los ferromagnesianos, con algo de substitución por calcita en toda la roca. Se ve claramente que la diferenciación magmática del granito antes de su consolidación produciría las dos rocas que tenemos alrededor de la veta principal, pues contiene la roca normal todos los componentes de la syenita y la alaskita.

La localización del cuarzo de "La Libertad" en el contacto del granito y la roca verde, no se debe á la acción de esta última, sino á la facilidad mayor con que las soluciones podían circular y depositar su contenido en la zona de mayor debilidad.

RESUMEN GENÉTICO HISTÓRICO.

En la región del Mineral de "La Campana," en una época geológica hasta ahora desconocida, y en rocas que han desaparecido por erosión, tuvo lugar la intrusión batolítica de un magma cuya consolidación normal dió un granito cuyos minerales eran microclina, ortoclasa, albita, hornblenda, biotita, titanita y cuarzo. La diferenciación de ese magma determinó localmente la formación de una syenita con albita, oligoclasa, biotita y algo de hornblenda, en la cual penetró en forma de diques de alaskita y aplita el resto

más ácido del magma. En estas rocas ya consolidadas hizo intrusión una roca andesítica también en forma de diques, después de lo cual siguió un fracturamiento que dió paso por una fractura principal y muchas otras pequeñas á soluciones alcalinas carbónicas que traían gran cantidad de sílice y algunos sulfuros de fierro, antimonio, cobre y plomo con vanadio, molybdeno, manganeso y algo de oro. El depósito de la sílice se hizo en donde la presión y temperatura impedían que siguiera en estado líquido todo el contenido de la solución, pero en una región profunda donde los feldespatos de potasa se alteraban á sericita y la sílice y la calcita penetraban é impregnaban la roca en una zona de bastante extensión. Bajo estas condiciones los minerales que en la veta se depositaron fueron pirita, chalcopirita, tetrahedrita, galenita, pyrolusita, wulfenita y vanadinita, además del cuarzo y la calcita. La presencia de cloro como mineralizador está indicada en la vanadinita, y la falta de ácido carbónico, en la incompleta alteración de las rocas adyacentes y la formación de pyrolusita en vez de rhodocrosita, y la formación de siderita sólo en la andesita.

Después de la formación de la veta la erosión la ha descubierto y puesto al alcance de los agentes atmosféricos, que han dado los productos ordinarios de oxidación de los minerales nombrados como originales. Descubierto el granito, hubo después un depósito de acarreo volcánico, que ha sido á su vez removido para dejar cubiertos el granito y la veta sólo en cortos trechos.

TRABAJOS INDUSTRIALES EN "LA CAMPANA."

Los trabajos de descubrimiento de la veta han sido ya dados y sólo queda decir que hay establecido un molino de 10 mazos completo, una compresora de aire para las barrenas en la mina y una planta de cianuración de capacidad de 10 toneladas diarias de metal con tratamiento de 20 días.

La mina se surte de agua por una cañería que viene desde el Zónie como á 10 kilómetros al Norte, donde hay una bomba de vapor y un pozo con abundante agua permanente. Como la mina está bastante más baja que el pozo, basta que la bomba haga subir el agua al puerto bajo que hay entre los dos lugares para que el agua corra por el sifón formado por los tubos.

Según informes recogidos en la mina, el metal ha dado de $7\frac{1}{2}$ á 8 dólares de oro por tonelada (2,000 lbs.); pero como no se recogie-

ron muestras para ensaye, no se puede dar aquí la ~~variación de los~~ valores en los diferentes niveles y localidades.

Debo dar las gracias aquí al Sr. W. Taylor, encargado ~~de la mi-~~na, quien tuvo la bondad de enseñarme personalmente ~~todos los~~ puntos en el interior de las labores, así como las localidades ~~de in-~~terés de la superficie.

México, Octubre de 1910.

Formas de erosión cerca de "La Campana."

Veta de "La Campana."