APUNTES

SOBRE

ALGUNOS MINERALES[1] DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Por el Ingeniero Trinidad Paredes

En la primera decena del mes de Julio fuí altamente honrado por el Instituto Geológico Nacional con la comisión de recorrer algunos Minerales del Estado de Chihuahua, para recoger el mayor número de ejemplares de menas que sirvieran para caracterizar las formaciones diferentes, para lo cual se me proveyó de un nombramiento que explicaba esa misión y de algunas cartas de recomendación para varias personas. Todas esas personas me recibieron y me ayudaron con eficacia que les agradezco; pero con gusto hago especial mención del Sr. Ing. Julio Posada y del Sr. Ing. Juan Rivero, *que me ayudaron con decidido empeño* para relacionarme con los propietarios y gerentes de las minas.

Mi misión, que a primera vista era sencilla y fácil, no dejó de presentar algunas dificultades para su perfecto desempeño. Es sabido que algunas Compañías Mineras, algunas Sociedades Anónimas *y aun algunos* Gerentes de minas, tienen a veces ciertas exigencias o necesidades en relación con el mundo de las finanzas y por lo general se oponen a que haya visitas en las minas y más

---

1 El término mineral tiene en nuestro país una triple significación:

1º El lugar geográfico; como el Mineral de Guanajuato. El Mineral del Real del Monte.

2º La especie mineralógica; como el mineral talcoso, el mineral rutilo y

3º La substancia que se extrae de las Minas como el mineral de Dos Estrellas es aurífero y el mineral de San Rafael tiene una ley general media de 1 kilo por ton.

El señor Ingeniero D. José G. Aguilera ha propuesto los siguientes términos: Mineral con mayúscula para el lugar geográfico. Mineral con minúscula para la especie mineralógica, palabra que se usa en francés y en inglés y mena para las substancias tal como se extraen de la mina; es decir, emplear una palabra a la que el diccionario de la lengua castellana le da esa significación.

si las visitas son de nacionales y por lo tanto desprovistas de humos de millonarios o de sabios, y más todavía si esas visitas pueden darse cuenta de la riqueza y del trabajo de sus minas.

También había el precedente de que los periódicos habían dado cuenta de que una Cía. de Pachuca había sido visitada por un Inspector a cuyo informe se debía que la autoridad hubiera mandado suspender los trabajos en una de las minas de esa poderosa compañía.

Yo procuraba desde luego tranquilizarlos y en muchas minas tuve la fortuna de encontrar personas que se dieran cuenta de que el objeto de mi misión era en bien de la Minería en general y de la del Estado en particular, y esas personas me facilitaban inmediatamente los medios de desempeñar mi comisión, por la que con todas veras les expresaba mi agradecimiento personal, procurando que también el Instituto les expresara de una manera oficial su reconocimiento por el apoyo que me proporcionaron.

Visité varios Minerales, todos de mucha importancia por sus riquezas y por el grandísimo interés científico que presentan; en cada uno de ellos tomé algunos apuntes creyendo que así contribuiría al conocimiento de la Geología del país, por más que sé que mi contribución es insignificante, más que por su cantidad, por su calidad. Sin embargo, de algunos minerales mis datos son nuevos, pues no he podido encontrar donde leer algo que no sea valor de acciones, cantidades de toneladas y descripciones de Compañías en que todos, al cabo de muy pocos meses deberían ser multimillonarios.

El Mineral de Santa Eulalia, Municipalidad de Santa Eulalia, Distrito de Iturbide, Chihuahua

HISTORIA.—El Mineral de Santa Eulalia tiene una gran importancia por dos motivos: primero, la gran cantidad de menas que se extrae de sus minas en la actualidad, dando esto motivo a que radiquen Compañías muy poderosas de las que algunas representan 6, 15 y hasta 25 millones de pesos, que ponen de manifiesto la importancia efectiva, actual de este distrito minero.

Segundo, por la cantidad de valores extraídos de allí en épocas anteriores:

De 1703 a 1737.....	55.959,750	pesos
,, 1738 a 1761.....	29.140,361	,,
,, 1762 a 1790.....	16.076,462	,,

De 1791 a 1825.....	11.442,170	pesos
,, 1826 a 1834.....	1.036,314	,,
,, 1835 a 1866[1].....	3.569,526	,,

Cien millones de pesos en el siglo dieciocho que fué el primero de su descubrimiento; debiendo tenerse en cuenta los métodos de explotación y de beneficio tan primitivos y deficientes de la época y que además hay una parte en los valores que seguramente no se registró en los archivos oficiales.

Esos $ 100.000,000 lo colocan entre los Minerales históricos más importantes del país y quizá entre los primeros del mundo en el siglo antepasado.

Las riquezas de Santa Eulalia motivaron la fundación de Chihuahua por el año de 1710 a unos 40 kilómetros de distancia, pues allí existía el agua y los metales vinieron a beneficiarse allá donde no escaseaba el líquido de la vida.

Hoy Santa Eulalia y Chihuahua tienen vida propia, han dejado de depender una de otra, ya no necesitan unirse ni para rechazar las irrupciones de indios bárbaros, y se han convertido: Santa Eulalia en un centro de producción y de enseñanza por sus instalaciones y por el conocimiento que proporciona en los complicados fenómenos subterráneos en esa clase de criaderos minerales, y Chihuahua en un gran centro de donde se desparrama en una gran extensión el capital, la actividad y el trabajo, en suma: el progreso en su forma más bella.

Hubiera deseado dar una descripción completa de las instalaciones, de las minas, y de todas las mejoras importantes de este Mineral, pero como he dicho, la comisión absorbía mi tiempo y no todas las Compañías quisieron facilitarme los medios de conocer sus trabajos.

GEOLOGÍA.—La Sierra de Santa Eulalia se compone de rocas sedimentarias y eruptivas, el orden según su edad es el siguiente: Calizas compactas en bancos gruesos, cavernosas, contiene fósiles y pedernal; son las rocas dominantes en esta parte de la Sierra y son las que contienen los minerales; pertenecen al cretácico medio. Viene después una serie de margas arcillosas del cretácico superior, discordantes con las calizas, con una dirección general de 30° NW y 10° de echado al SW, las inferiores contienen fósiles principalmente.

A esta serie de margas se sobrepone una toba de roca eruptiva concordante con las margas, vienen después más margas

1 Minero Mexicano. Tomo XXVIII, núm. 18. México 1896.

arcillosas y sobre éstas la roca eruptiva terciaria que hacia el NE de la Sierra es la roca dominante.

Sólo en la llanura existen formaciones lacustres más modernas que las rocas eruptivas.

En este Mineral, los metales aprovechables son principalmente plomo, plata y zinc. Las leyes o valores en lo general son pobres, en las más minas no alcanza 1 kg de plata por ton. y por estos bajos valores las minas necesitan para su mejor éxito una extracción abundante y para satisfacer esta condición poseen buenas instalaciones de maquinaria, vías y demás requisitos, todo conforme con los adelantos modernos.

Existen dos cables aereos, dos vías de ferrocarril, una que conecta las minas principales con la fundición de Chihuahua y la otra que une al mineral con la fundición y con Chihuahua.

Las más minas cuentan con agua que por tubería traen y elevan desde Tabalopa, distante como unos 30 o 35 kilómetros.

La mina Buena Tierra es un buen tipo que estudiar para conocer el criadero; por un tiro vertical se desciende a 450 pies donde está el primer nivel, hasta este nivel las paredes del tiro son de roca eruptiva que yo no pude aclarar si proviene de la proximidad de algún dique o forma parte de él, o si sólo es el llenamiento de una hondonada preexistente en la caliza erosionada antes de ser derramada esa roca eruptiva.

Por el primer nivel con dirección al E del tiro, como a 10 metros se entra a la caliza compacta: como a 25 m del tiro se llega a los metales que están pegados a la caliza directamente, destacándose claramente la línea de separación.

Las menas del criadero más comunes son hematitas, limonitas, cerussitas, minio, calaminas, smithsonitas, galenas y blendas, estas especies son las más frecuentes, las que forman el conjunto de minerales aprovechables; como mineralizantes existen calcita, cuarzo, fluorita, baritina, etc.; existen también anglesita, wulfenita, mimetita, pyrolusita, wad, vanadinita, yeso, carphosiderita, malaquita, azurita, pyrita y chalcopyrita.

Un autor señala embolita, bromirita, plata nativa y argentita.

El criadero es una verdadera caverna entre la caliza; tiene sus salones, a veces de muy grandes dimensiones unidos por conductos estrechos que afectan la forma de vetas o simplemente de canales de comunicación entre las partes amplias de la caverna. En la parte superior del criadero está el "despegue" o sea el hueco existente entre la bóveda de caliza de la caverna y

la masa de menas, o el relleno de la cavidad caliza. El despegue tiene desde unos pocos centímetros hasta varios metros; a veces se encuentra vacío o sembrado de cristalizaciones de calcita; en la mina Buena Tierra ví un hueco como de un metro lleno de un verdadero bosque de estalactitas y estalagmitas con el lustre *y la brillantez del cristal más reluciente, un pequeño palacio con* innumerables arabescos del más puro cristal. El piso del despegue es las más veces una costra calcárea que cubre minerales pulverulentos o granulosos que contiene principalmente cerussitas y óxidos de fierro y plomo; en lo general estos minerales en esta parte han sufrido una concentración, pues el agua y el viento han ejercido su poder descomponente y han lavado y arrastrado *las partes solubles y las ligeras y han dejado las cerussitas inso-*lubles con los valores de plata.

El despegue tiene una gran importancia en la explotación de las minas, pues al principiar una explotación es muy conveniente hacer el primer nivel cerca del despegue para que a medida que va descendiendo el cuerpo de las menas, se pueda ir amacizando la bóveda de roca caliza; esta bóveda alcanza dimensio*nes algunas veces colosales*, su enorme resistencia se ha visto que es suficiente para mantener los trabajos inferiores sin peligros, siempre que se haya tenido el cuidado de ir quitando las partes que puedan aflojarse y que después puedan convertirse en pegaduras, que varias veces han ocasionado catástrofes terribles, llenando de luto a la comarca entera. No obstante que en todo el Mineral se tiene conocimiento de esta gran necesidad, no siempre se ejecutan esas obras, porque originan gastos que al momento no se traducen en utilidades efectivas, que al fin y al cabo quienes peligran son los barreteros o sea la gente que no tiene quien vigile por sus intereses y sus vidas.

Las dimensiones de las bolsas llenadas con minerales utilizables aún no se les conoce sus leyes. Buena Tierra explota una bolsa que hace más de 200 años explotó también la mina Santo Domingo [1] a niveles de 400 y 1200 pies; sin conocer según dicen, su término, ni aun el nivel hidrostático que pudiera entorpecer la explotación.

El carácter de los minerales en toda la parte conocida es uniforme: la alteración de los minerales primarios es muy avanzada, desde la parte superior del criadero hasta las profundidades mayores conocidas: Oxidos de fierro y plomo con núcleos nume-

1 Conocida mejor por "Gasolina."

rosos de galenas alteradas o cerussitas en su periferia, existen también núcleos de blendas y carbonatos y silicatos de zinc y multitud de geodas con algunos de los otros minerales dichos anteriormente.

Existen zonas de minerales en que la alteración es incompleta, casi no la hay, como en la Mina Potosí, donde, de los niveles medios se extraen pyritas, blendas (marmatitas), galenas, sulfuros y sulfoantimoniuros de plata inalterados; esto debe ser ocasionado a que esas zonas fueron rodeadas por rocas impermeables y que después la circulación de las aguas y del aire se ha verificado con facilidad por conductos distantes, por lo que esas zonas han podido permanecer aisladas de esa circulación.

La falta de alteración la encontramos por las mismas causas muy cerca de la superficie. En la Mina Santo Domingo, cuando mi estancia en el Mineral, se hacía un pequeño rebaje sobre la roca eruptiva superior para construir habitaciones para los empleados y hasta ese lugar llegaban vetillas como de dos centímetros de espesor de galena inalterada; esas vetillas habían sido grietas pequeñas en la roca cuando la circulación de las aguas ascendentes y como la roca eruptiva es prácticamente impermeable y sobre todo en comparación con la caliza inferior que ofrecía conductos de muy fácil circulación para los agentes oxidantes; esas vetillas abrigadas por esa roca impermeable, han permanecido aisladas de los agentes oxidantes y así encontramos casi en la superficie los minerales primarios sin la menor alteración y a más de 400 metros abajo, esos mismos minerales en casi completa alteración.

En Mina Vieja existen algunas formaciones de gran interés: en el nivel 380 pies, se encuentra una roca muy alterada que tiene un espesor de tres metros, de una naturaleza distinta a la caliza vecina y que allí llaman un dique, cosa que yo no pude comprobar. En el nivel 1000 pies entre el tiro y el cuerpo de minerales existe un hueco vertical en la caliza como de un metro de diámetro, con sus paredes lisas acusando una activa circulación de aguas y que afecta la forma de un "tornillo" como se les llama en la comarca a las cavidades semejantes. Otro punto de gran importancia es una caliza impregnada con pyrolusita; la impregnación es muy variada, en algunos lugares sólo se ven dendritas de manganeso o como si esa substancia hubiera penetrado con dificultad por algunos de los relices existentes en la roca, en otras se ven manchas más abundantes hasta que se nota una verdadera substitución en formas de cordones lineales y

en donde parece ser mayor la cantidad de pyrolusita que de caliza. Esta caliza no es exclusiva de Mina Vieja, pero aquí, según dicen, tiene relativamente su ley más alta en plata y forma una de las menas más preciadas del Mineral. Esta caliza indudablemente que representa una de las reacciones muy importantes en la génesis del criadero y también el tornillo hueco y hasta la roca alterada representan sucesos geológicos de interés para la formación de este rico Mineral.

GÉNESIS.—Yo creo que en tesis general los sucesos que se han verificado y entre ellos los que dieron nacimiento al criadero metalífero guardan el siguiente orden: En el cretácico medio los mares profundos cubrían a esta parte del país; después se verificó un levantamiento orogénico de la mayor importancia que plegó a las calizas formadas en estos mares; después, en el cretácico superior en un mar mucho menos profundo, se depositaron las margas en discordancia con las calizas arcillosas que son fosilíferas en algunos lugares. Vino después otra serie de levantamientos y de plegamientos y a principios del terciario varias grietas dieron paso a las corrientes de rocas eruptivas, muy probablemente andesitas y después a todos los fenómenos subsecuentes del vulcanismo, entre ellos, el de la invasión de aguas ascendentes: aguas cargadas de substancias minerales, que sólo podían mantenerse en disolución por la gran cantidad de ácidos, por la presión y por la elevada temperatura que tenían esas aguas venidas de grandes profundidades. Esos líquidos ácidos, bajo presión y sobrecalentados circularon por las fracturas de las rocas y por las líneas de menor resistencia y a la caliza especialmente la corroyeron, agrandaron sus grietas y fabricaron cavernas hasta neutralizar sus ácidos y perder su presión y entonces se verificó el depósito de los minerales primarios, verificándose también multitud de reacciones en ese enorme laboratorio de la naturaleza.

Los sulfuros de fierro, de plomo, de zinc y todos los sulfuarseniuros y sulfoantimoniuros quedaron llenando las cavernas sinuosas, pero siguiendo la dirección de las líneas de menor resistencia y de más fácil ataque por los ácidos.

Después de agotada la energía interna, el nivel hidrostático empieza a descender y el poder de los agentes atmosféricos vuelve a predominar y el agua y el aire llenan, invaden y agrandan los intersticios de las rocas; alcanzan hasta los minerales mismos y en ellos ejecutan su poder de descomposición y de transformación desde las partes más elevadas hasta un poco abajo del nivel hidrostático; por eso encontramos los minerales tan alte-

rados y convertidos en óxidos, carbonatos y todos transformados en minerales distintos de los primarios con excepciones de las zonas y núcleos de que ya hemos hablado; y debido a la circulación de esas aguas meteóricas descendentes por todas las épocas y períodos posteriores, encontramos las cristalizaciones de calcitas y de yesos en huecos y grietas de menor edad que el llenamiento de los criaderos.

El Mineral de Naica, Chihuahua

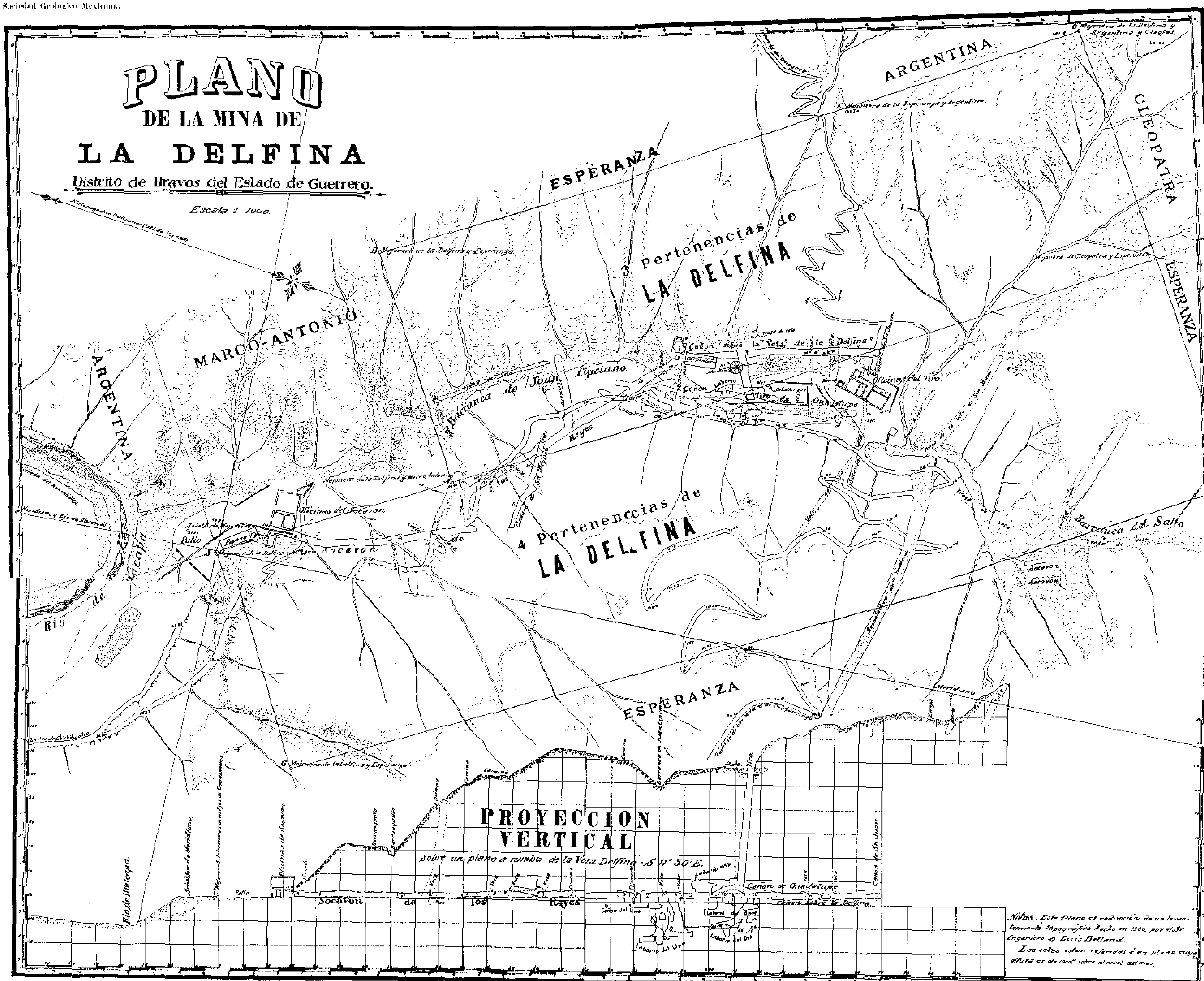
HISTORIA.—La historia de este Mineral principia como la de todos los del país, con su fábula correspondiente, que en el fondo es una misma.

La Sierra de Naica y los llanos inmensos que la circundan no tienen un árbol, no tienen una planta que pueda dar el más ligero abrigo al que se aventura en sus soledades. Entre las quebradas de la Sierra crece la lechuguilla (*Agave hetheracantha Zucc.*) de donde se extrae el sotol, bebida embriagante muy común en los Estados del Norte. Por el año de 1830 [1] se marca el descubrimiento de este Mineral. Los vecinos de Conchos iban de tiempo en tiempo a las sotoleras donde tenían que pasar la noche, prendieron luminarias y a la mañana siguiente vieron el plomo que se había derretido de las piedras con que se había hecho el hogar o el fogón.

Después siguió la explotación clandestina e intermitente, vinieron los gambusinos, vino la labor de esos hombres trabajadores y abnegados que no les arredra ni el peligro, ni el hambre, ni el sacrificio, ni tantas y tantas privaciones y que en México, las más de las veces son soñadores empedernidos que escudriñan los rincones más escabrosos y más inaccesibles, sacrificando bienestar y economías adquiridas a fuerza del trabajo rudo y peligroso de las minas; otras veces los gambusinos son simples aventureros inquietos que no pueden trabajar en un lugar mucho tiempo, y otras veces son hombres que huyen de la justicia por algún crimen cometido en otras comarcas, pero casi siempre los gambusinos desempeñan una labor dura y benéfica que nadie les agradece ni les paga, casi siempre son mártires de su entusiasmo y de su fe.

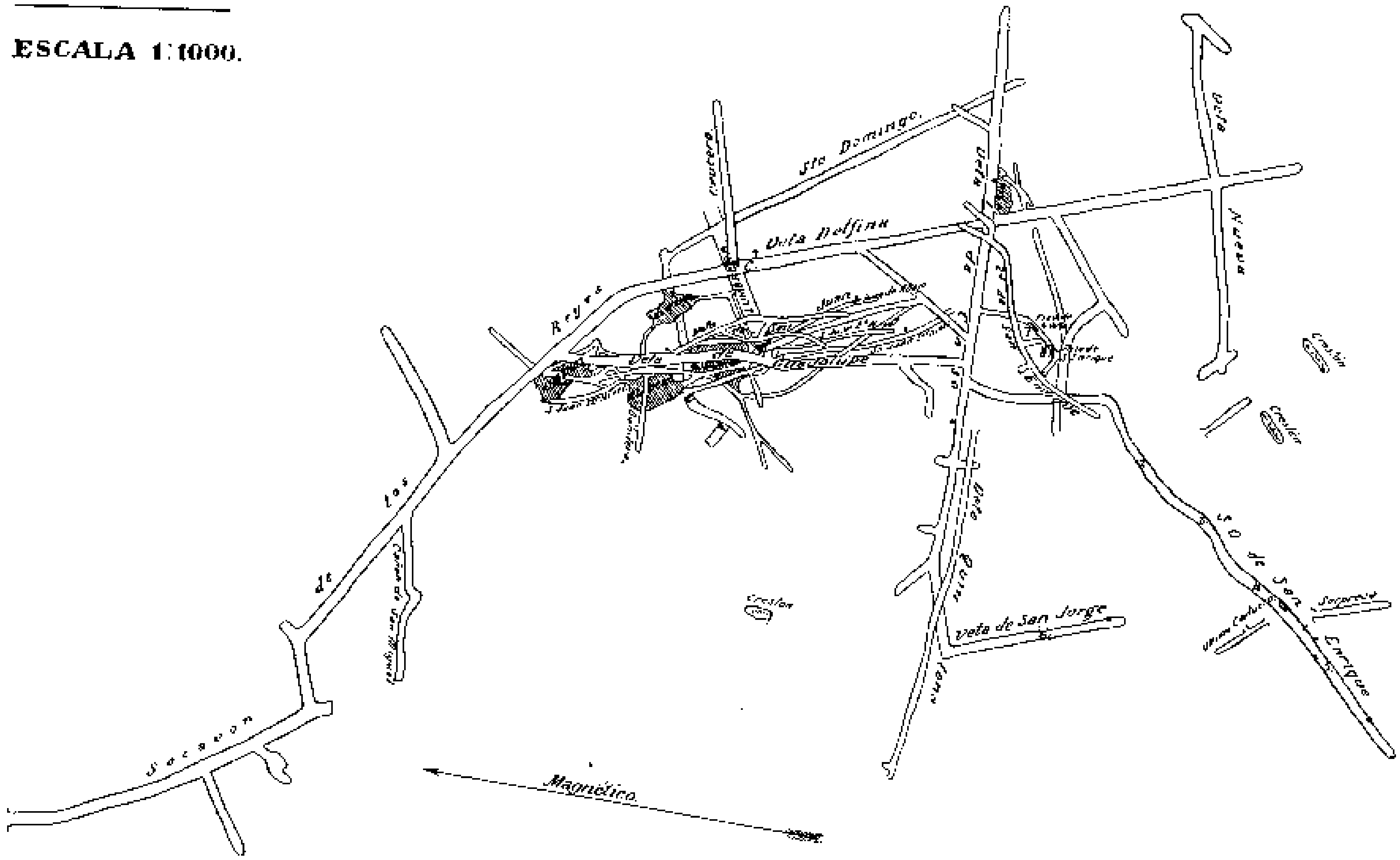
En los comienzos de todo Mineral del país, el trabajo es inter-

1 A. D. Lambert. Bol. Agr. y Min. 1892, p. 157.


PLANO
DE LA MINA DE
LA DELFINA
Distrito de Bravos del Estado de Guerrero.
Escala 1: 1000.
ARGENTINA
CLEOPATRA
ESPERANZA
MARCO-ANTONIO
3 Pertenencias de
LA DELFINA
4 Pertenenccias de
LA DELFINA
Barranca de Juan Cipriano
Oficinas del Tiro.
Oficinas del Socavon
Socavon
Patio
Rio de Tecoapa
Barranca del Salto
PROYECCION
VERTICAL
sobre un plano á rumbo de la Veta Delfina S 11° 30' E.
Socavon de los Reyes
Cañon de Guadalupe
Cañon sobre la Delfina
Rio de Huitzapa

LABORIO DE LA DELFINA EN 1910.

ESCALA 1:1000.



mitente; en unos por la abundancia de las lluvias y en otros por su carestía; en los primeros: los animales que llevan provisiones a las minas, que llevan las herramientas y el dinero para las rayas no pueden pasar los ríos crecidos ni los múltiples torrentes arrolladores, los caminos, veredas y cuestas son intransitables y si la Compañía o el dueño no tiene un capital fuerte no puede pagar los gastos que se requieren para vencer todas esas dificultades. Los otros, como Naica, sólo en las aguas se podía trabajar, cuando una que otra tormenta dejaba a su paso agua en las "ollas" o cavernas, en las calizas y sólo en ese tiempo era posible la vida enmedio del desierto, cuando era y es costumbre trabajar las sotoleras, entonces se trabajó el Mineral de Naica, por los vecinos de Conchos.

Parece que en 1860 se trabajó en una escala un poco formal y hasta se cuenta que un señor de Conchos hizo una regular fortuna.

Pero la historia precisa y bien conocida empieza con la Compañía Minera de Naica actual; hará unos 16 a 20 años en que algunos de los actuales poseedores empezaron a trabajar con muchas privaciones y dificultades: el agua la tenían que llevar de una distancia como de 40 kilómetros en carros y tenían que dormir con sus armas prontas y listas para repeler los ataques de los indios bárbaros que auténticos o fingidos todavía asolaban aquellas comarcas por esos desdichados tiempos.

Después organizaron la Compañía con un capital de $30,000.00, y esa relativamente corta cantidad, bastó para que las minas de esta Compañía se pusieran en bonanza que cada día es mayor, lo que ha hecho que nazca un Centro Minero de mucha importancia.

GEOLOGÍA.—El Mineral de Naica se encuentra situado en la parte media de la falda Oriente de la Sierra de Naica. La Sierra tiene una dirección de 20° NW, al W existen otras dos sierras casi paralelas. La de Naica se compone de las siguientes rocas según su orden de depósito: rocas calizas compactas en bancos gruesos con fósiles; concordante con estas calizas viene una capa de una roca metamórfica con un espesor que varía de 90 cm a 1.50 m; sobre esta roca y también concordante vienen unas margas arcillosas con un espesor como de 25 m; las superiores contienen muchos fósiles, principalmente Exogira, las inferiores contienen solamente núcleos ferruginosos y arcillosos y sobre estas margas hay bancos de caliza compacta. Todas estas rocas parecen concordantes; en el medio de la Sierra que es la

parte más levantada existen fallas en varios sentidos: NE-SW y otras transversales E a W; existen deslizamientos como en el cerro que se encuentra entre los tiros San Pedro y San Vicente, En el extremo N de la Sierra, al N de la Mina Zolá, la estratificación no ha sufrido muchos trastornos y conserva su posición uniforme, nada más sujeta al levantamiento que tuvo por centro el medio de la Sierra. La dirección general de las capas en este lugar es de 80° NE y 28° echado al NW. En el extremo Sur de la Sierra se advierte la misma uniformidad y más al Sur varios conos y montículos de roca eruptiva que sobresalen poco del nivel de la llanura. En el centro, como llevo dicho, las rocas están trastornadas, pero sin embargo en el tramo entre los dos tiros de Gilbraltar se advierte la misma sucesión de rocas y las fallas EW.

CRIADERO.—La Compañía Minera de Naica posee los fundos mejor conocidos y ricos en la actualidad; posee un ferrocarril que sirve para llevar sus minerales o "menas," más propiamente hablando, al Ferrocarril Central Mexicano en la Estación Conchos; posee a la mitad del camino del Ferrocarril unos pozos que se encuentra al W de una corriente basáltica y que sirven para proveer de agua no sólo a sus necesidades sino a las de la población. Esta Compañía merece realmente el aplauso de las personas honradas e imparciales, pues sus minas ocuparán a la cuarta parte de los habitantes del lugar, y ha introducido mejoras, que a ella ciertamente que le aprovechan y le son necesarias; pero no tiene inconveniente en que esas mejoras les aprovechen a todos los habitantes y aun ha introducido otras que no tienen más fin que el adelanto y beneficio de la gente obrera en general: como son la construcción de escuelas diurnas y nocturnas, y subvenciones para su sostenimiento, bajo la egida del Gobierno. Posee una planta de gas pobre, económica y eficiente para sus minas. Existe un túnel que está como a 20 o 25 m más alto que la población. El tiro es interior.

Sus labores principales están entre los niveles 2.° y 3.° que corresponden según me dijeron a 50 y a 118 m abajo del túnel.

La cantidad de metales existentes a la vista es grandísima, y la manera de presentarse es la misma que en Santa Eulalia: Cavernas en las calizas llenadas con óxidos de fierro, óxidos de plomo, carbonato de plomo y galenas, que son los minerales dominantes; existiendo algunos planes cuyas paredes casi están formadas por cerussitas frágiles, pero que dejan el ánimo impresionado por la abundancia de minerales tan dóciles y tan puros.

Existen otras especies mineralógicas, pero que son menos abundantes, wulfenitas, carphosideritas, blendas, pyritas, smithsonitas, yesos, pyrolusitas, wad, azuritas, malaquitas, cupritas, chalcositas, calaminas, auricalcitas, wollastonitas, arsenopyritas, sulfuros y sulfoantimoniuros de plata y los mineralizantes, calcitas, cuarzos, fluoritas.

A los lugares amplios, donde han extraído minerales y donde aún quedan grandes reservas, les llaman "plazas" lo mismo que en Santa Eulalia y en San Pedro Corralitos; por eso aquí en la Compañía Minera de Naica existen las plazas de Tehuacán, de Ocotlán, de Torino y de Novacoyán.

Hacia el Norte de las labores de la mina, en el tercer nivel, existe un cuerpo de minerales que afecta la forma de una veta con dirección NE, SW, de 21 m de potencia, en la que la alteración de los minerales primarios no se ha desarrollado, sino que están inalteradas las pyritas, galenas, blendas, sulfuros y sulfoantimoniuros de plata y chalcopyritas. A pocos metros, a ambos lados de este cuerpo de minerales, están los carbonatos y óxidos de plomo y fierro que forman el principal conjunto de minerales del criadero.

A primera vista parece que este filón es de origen distinto al criadero de los minerales oxidados y así lo han dicho algunos, pero yo creo que no es más que una zona como las que existen en Santa Eulalia que ha permanecido aislada de los agentes oxidantes porque alguna parte más o menos grande de la roca circunvecina fué menos permeable al agua y al viento, los principales agentes transformadores de los minerales primarios.

ANOMALÍAS DEL CRIADERO.—En este mismo tercer nivel existe una roca muy alterada que tiene algunos fragmentos duros y compactos, pero en lo general es blanda y alterada; en todas las minas del lugar al encontrar esa roca dicen haber encontrado un "dique."

Después de haber visto el primer "dique" dentro del Tiro Fortuna, es decir, donde no puede uno formarse un juicio por el espacio tan limitado, me preocupé por buscar los mismos diques en el exterior, y me mostraron una roca rojiza dura y compacta que por algunos de sus caracteres correspondía a la roca interior; los afloramientos no siguen una dirección determinada, sino son simples manchones esporádicos que no llegan a tener ni diez metros de largo; la existencia de los diques resultaba complicada pues debe tenerse en cuenta que ni rocas extrañas, ni vegetación y ni tierra vegetal impedían ver la continuación de esos "diques."

Como llevo dicho, en la mina Naica volví a observar los mismos "diques" interiores, que si existían en el tercer nivel no los pude ver en el superior, aunque pregunté dónde estaba el lugar que les correspondía.

Después fuí a la mina Zolá en busca de fósiles que encontré en las margas como lo tengo ya mencionado, y ví la capa de roca metamórfica inferior a estas margas y superior y concordante con los estratos calizos en los que se verificó el depósito de minerales y ví que esta roca correspondía con la de los afloramientos de los "diques," y yo creo que los "diques" interiores son fragmentos de esa capa de roca metamórfica que tiene estrecha relación con la génesis de los criaderos y que trataré de explicar en relación con esta materia.

FORMACIONES SECUNDARIAS.—Al SE del Tiro, en el tercer nivel encontraron una caverna que encierra cosas verdaderamente notables. El encuentro fué casual, al proseguir en ese nivel la exploración de las pertenencias hacia esa dirección del SE.

Es una falla en la caliza con dirección casi exacta de Norte a Sur y un echado de 30° al Oriente; el espacio es irregular semejando una lente inclinada que se estrecha en todos sentidos: hacia abajo, hacia arriba, y hacia sus continuaciones Norte y Sur. En eso, que pudiéramos llamar salón, sus dimensiones serán como 12 a 15 metros de largo, es decir, de Norte a Sur, su altura será como de 6 metros y su anchura como de 5 metros. Hacia abajo la continuación es más clara y hasta amplia por lo que se le ha podido explorar algo; de una manera indistinta, pero especialmente en el estrechamiento inferior y cargado al Sur, existían los agrupamientos de cristales de yeso que adquieren dimensiones notables, llegando algunos hasta 1.5 m hasta 1.8 m de largo con un perímetro en esos más grandes hasta de 50 cm; los cristales se entrecruzan, se penetran con otros formando gemelos que no se pueden separar; la parte libre de los cristales es lo que se ha podido sacar de la mina cortándola con un serrote y dejando la inferior adherida a los otros cristales; esa parte libre, cortada, llegó a tener en muchos hasta 1 metro de largo. La Compañía intentó extraer un "maguey"[1] emplearon el trabajo continuo de una parada de barreteros por más de tres semanas, pesó el maguey más de una tonelada y al final no

1 Así llaman generalmente en la mina a los agrupamientos de cristales porque esas plantas tienen cierta semejanza por el tamaño y manera de agruparse sus hojas.

cupo en las labores de la mina; esto pone de manifiesto lo grande de estos cristales.

La substancia es muy pura, con lustre de vidrio, incolora, diáfana; algunos son un poco opacos debido a las burbujas de substancias líquidas que contiene.

No sólo estos cristales gigantes existen en la caverna, sino los hay de todas dimensiones, sacaron algunos que usaron de reglas en las oficinas de la Mina, estos fueron los más manuales, no pesaban mucho y eran también los más puros, los cristales más perfectos, los más diáfanos y los de líneas más precisas, alcanzaban de 40 a 60 cm de largo y como 8 de perímetro.

El piso o el respaldo bajo de la caverna estaba sembrado de agujas de yeso que rodean y hasta cubren a los cristales compactos, agujas de una formación posterior a los cristales diáfanos y en los que resplandecía la luz; algunos trechos de las paredes estaban cubiertos por el yeso en agujas que asemejan nieve o mejor al dulce que se llama algodón; el techo o el alto revestido de una calcita estalactítica, dura, compacta, teñida algo de pardo que parecía heno que adornaba el cielo de aquel salón encantado; en algunos lugares aparecían unas manchas de un verde suave, otras de una substancia azul y sembrado de placas blancas muy frágiles: todo de yeso muy delicado.

Al entrar con la luz de nuestras lámparas, se sentía una impresión de asombro y de gozo: el cielo festonado de heno, las paredes tapizadas de nieve blanquísima con relicarios cuajados de esmeraldas y en el piso esos cristales pequeños, diáfanos que con la luz parecían ojos iracundos que al pisarlos se encolerizaban haciendo que se resbalara uno, y al buscar apoyo, las manos tropezaban con las puntas y el fulgor de otros cristales; con el movimiento acelerado de nuestras lámparas en este equilibrio inestable, los cristales gigantes proyectaban sombras que fugaces se transportaban por todos lados y las facetas de los cristales resplandecían de luz, un bailoteo fantástico de seres infernales, como si trataran de aconsejarse y unidos arremeter y expulsar a los extraños que habían osado ir a profanar la fúnebre y silenciosa paz, en que, entrelazados como en lúbrica concupiscencia, vivían por siglos y siglos en aquel lecho de ricos tapices de delicados joyeles y de intrincadas alcobas fabricadas por esos gigantes en las profundidades de la tierra.

Por fin pudimos mantenernos quietos y nuestra admiración cada vez era mayor; en cada detalle había grandes bellezas. Las causas de un desarrollo tan grande en comparación con los cris-

tales de su especie; las épocas de su génesis; las leyes de sus entrecruzamientos y penetraciones y cada una de sus propiedades sugería un estudio; todos arduos, interesantes, útiles y atrayentes, pero que nosotros no podemos intentar estando dedicados a asuntos distintos que reclaman nuestro tiempo, solamente trataremos a grandes rasgos los sucesos que en épocas geológicas pasadas pueden haberse verificado para dar nacimiento a los cuerpos que el hombre tanto afán tiene por extraer, pues ellos con el valor que se les asigna, contribuirán a suavizar los rigores de la lucha por la vida.

GÉNESIS.—Aquí se repiten en gran parte los mismos sucesos que en Santa Eulalia, con pocas diferencias.

Después del cretácico medio y superior con sus alternativas de avance y regresión de sus mares; después de depositada toda la serie de rocas calizas inferiores y de la capa de roca metamórfica, de las margas fosilíferas, y de las calizas superiores; se sucedieron los movimientos orogénicos que produjeron los rasgos fisionómicos de la Sierra de Naica y sus paralelos, obligando a los estratos a formar pliegues de curvas tan fuertes y estrechas especialmente en el medio de la Sierra que las calizas compactas no pudieron resistir y se fracturaron en los dos sistemas conjugados de direcciones NW a SE y E a W. Las primeras más claras e importantes determinaron la formación de tres sierras paralelas con los flancos orientales muy escarpados y los del Poniente menos fuertes; el segundo sistema de fallas se distingue en las minas San Pedro, Gibraltar y Fortuna.

Después, a principios del Terciario, se desarrollaron con toda su imponente severidad los fenómenos volcánicos; conos y grietas vomitaban cantidades inconmensurables de vapores, de gases, de corrientes ígneas, de rocas candentes y fluídas, y de allí se siguió toda la serie de fenómenos subsecuentes hasta que la energía interna quedó al fin agotada y vencida.

Entre esa serie vinieron las aguas profundas, ácidas, comprimidas y sobrecalentadas que seguían su camino por los lugares fracturados, por las líneas de menor resistencia, y al llegar a las calizas inferiores las corroyeron, las invadieron, ampliaron los múltiples fracturamientos estrechos y grandes que en esas calizas existían. Llegan hasta la roca metamórfica mucho menos atacable y menos permeable lo mismo que las margas superiores a las que también sólo metamorfoseaban y alteraban en mucha menor escala; mientras que a la caliza inferior la habían disuelto, impregnado y substituído, en ella habían formado cavernas am-

plias con bóvedas que no podían resistir el peso de las rocas superiores y sus cielos se derrumbaron en fragmentos más o menos grandes, más o menos pesados, cayendo entre aquellos líquidos espesos y de grandes densidades y fueron á dar por lugares diferentes y a distintas profundidades, cada vez se iban alterando más y esos restos de esas bóvedas son los que hoy han dado en llamar "diques."

Esas aguas profundas, ácidas, comprimidas y sobre-calentadas, *traían en disolución los minerales primarios que se depositaron*, en las cavernas, que esas aguas habían fabricado, después de que por tantas reacciones había quedado agotado el poder activo de esas últimas manifestaciones del vulcanismo.

GÉNESIS DE LOS YESOS.—Después, se verifican sucesos diferentes; termina la circulación de aguas ascendentes y principia la circulación de aguas meteóricas o descendentes, principia el descenso del nivel hidrostático y principia también la alteración lenta y constante de los minerales primitivos, transformándolos en oxidados y carbonatos.

Ya en estas condiciones, es decir, en una época aún más reciente que el depósito del criadero, se verificaron otros fracturamientos secundarios de menor importancia que los primeros orogénicos, y que tuvieron por dirección general NS y echado al E; fallas, por las que circulaban las aguas meteóricas produciendo las cavernas entre las que hemos encontrado la que contiene las cristalizaciones del yeso.

El agua, al circular entre estas calizas se cargaba de sulfato de cal, de cloruro de sodio, de ácido sulfúrico y aun de ácido fluorhídrico.

El sulfato de cal y el cloruro de sodio lo obtenían de las calizas mismas que las aguas meteóricas pueden disolver.

El ácido sulfúrico provenía de la descomposición de los sulfuros de los minerales primarios; pyritas, galenas y blendas existentes en los criaderos adjuntos y convirtiéndolos en óxidos y carbonatos.

Y el ácido fluorhídrico provenía de la acción de una parte del ácido sulfúrico sobre la fluorita que hemos visto contiene este criadero.

El calor necesario para todas estas reacciones lo producen suficientemente la descomposición de los sulfuros.

De esta manera existieron las soluciones del yeso en condiciones convenientes para su cristalización tal como ha podido ser

reproducido por M. L. Bourgois [1] y el descenso del nivel hidrostático ha continuado y así se fueron depositando esos bellos cristales en diferentes niveles; y como ese descenso se efectuaba con una muy grande lentitud, había el tiempo suficiente para que esos cristales pudieran desarrollarse hasta la magnitud que han alcanzado, que los coloca probablemente entre los más grandes conocidos en el mundo.

Mineral de Almoloya, Municipalidad de Valle de Allende, Distrito de Jiménez, Estado de Chihuahua.

Este Mineral es de los pocos que como Naica, en nuestro país, no fueron descubiertos desde en tiempo de los españoles, es verdaderamente moderno, según parece.

La Sierra de Almoloya tiene una dirección E a W, está constituída por rocas calizas que al NE de la Mina El Cigarrero, tienen una dirección general de 40° NE y 22° echado al SE. En los lugares recorridos por mí sólo encontré, al Sur de la Sierra principal y al E del Cerro Julieta una roca verdosa bastante alterada y que parece una roca ígnea, quizá diorita, con el aspecto de dique de dirección Norte a Sur; debido a su alteración no ha sido posible clasificarla. Por dos distintos lugares atravesé la Sierra y en ninguna parte encontré más que calizas compactas y marmorizadas.

La mina El Cigarrero es la única Mina de importancia en la actualidad; está casi en la parte media de la Sierra y abajo del picacho más alto, donde se notan la fallas del sistema transversal E a W. El otro sistema de importancia y que es el principal es de Norte a Sur y las fallas pasan paralelas a la sierra al Norte y al Sur.

Los minerales son los mismos que en Naica y en Santa Eulalia, óxidos de fierro, óxidos y carbonatos de plomo, óxidos y carbonatos de cobre, carbonatos y silicatos de zinc y los sulfuros de plomo y de zinc, como minerales principales o más abundantes, existiendo otros varios minerales entre los que debemos hacer especial mención de la auricalcita, carphosiderita e hydrozincita. que son especies consideradas raras en la naturaleza.

En Santa Eulalia existen los carbonatos de cobre, pero según

---

[1] Encyclopédie Chimique. — Fremy. Reproducción artificielle des minéraux. Tomo II, pág. 166.

me pareció en cantidad reducida que no amerita tenerlos en cuenta, en Naica también existen y parece que en cantidad mayor, aunque sin embargo no sean abundantes y en el Cigarrero existen en cantidad suficientemente apreciable hasta haber constituído remisiones de menas exclusivas de minerales cobrizos que resultaban de una ley en plata más alta que las menas de plomo.

En cuanto a los demás caracteres y también, respecto de la génesis del criadero, son los mismos que los de los Minerales de Santa Eulalia y Naica, son contemporáneos, son semejantes y pertenecen a una misma clase de criaderos.

Al Sur de la Sierra principal de Almoloya y al Sur también de la Mina El Cigarrero se levanta el Cerro Julieta de un carácter distinto al resto de la Sierra. Está formado de calizas que afectan la forma casi de una cúpula o mejor de un braquianticlinal orientado de E a W. Los minerales son casi exclusivamente hematita y limonita aurífera y oro nativo, existen muestras muy bellas y de gran valor. La parte que yo conocí sólo fué superficial, pues las minas estaban cerradas. En esa parte superficial y en los cortos rebajes de las bocas de las Minas, ví, que los minerales se encuentran llenando principalmente huecos que existieron entre los estratos calizos y también otras fracturas de la roca menos importantes. Yo creo que el tipo de este criadero aurífero es poco común y a la vez de mucha importancia.

Mineral de San Pedro, Municipalidad de Casas Grandes, Distrito de Galeana, Estado de Chihuahua

La Sierra sobre la que se encuentra el Mineral de San Pedro es una sierra algo complicada, pero que tiene una dirección general de Norte a Sur compuesta de las siguientes rocas: calizas, pizarras y dioritas (?).

Este Mineral o más bien dicho la Compañía que explota estas Minas, tiene dos departamentos que son dos distintos criaderos: El de la Mina El León y el de las Minas de La Candelaria.

El primero es un criadero de cavernas en las calizas, con menas especialmente de plomo y semejante a los de que hemos hablado, como Santa Eulalia, Naica y Almoloya y el segundo es un criadero de verdaderas vetas en pizarras calizas.

La Mina El León está al Sur del Cerro de San Pedro y es una caverna en las calizas; en el 4.º nivel o sea a los 400 pies se encuentra el cuerpo principal de minerales. También se encuen-

tra en varios lugares una roca muy alterada que el Sr. Laird me dijo forma diques generalmente ocupaban el siguiente orden: al bajo, el dique; seguía el cuerpo de minerales y al alto estaba la caliza o sea la roca general de la comarca; en el 4.º nivel hacia el Oriente del criadero se desprende un relís con minerales de zinc. Los minerales del criadero son los siguientes: óxidos de fierro y plomo, galenas, blendas, cerussitas, wulfenitas, mimestitas, smithsonitas, calaminas, pyritas, malaquitas, azuritas y auricalcitas. La mina se explota especialmente por plomo y oro. Contiene una gran cantidad de agua; la instalación de bombas hacía una extracción de 3,000 galones por minuto y se iba a instalar nueva maquinaria de doble capacidad.

La Mina Candelaria está al Norte del Cerro de San Pedro. Existen varias vetas; la principal tiene una dirección general de E a W echado al Norte; su espesor es desde dos centímetros hasta varios metros; arma en pizarras calizas en el 3.º y 4.º niveles o sean a los 350 y 450 pies de la boca del tiro. Existen varios diques de una roca eruptiva, que parece ser una diorita. Los minerales contenidos son: galena, blenda, pyrita, baritina, cuarzo, calcita, chacopyrita. Esta mina y la de San Antonio y San Benigno casi no se trabajan, se explotan por plata y plomo y la de San Benigno por zinc, en forma de blendas.

Mineral de Cusihuiriachic, Distrito de Juárez, Estado de Chihuahua

HISTORIA. — Este Mineral es muy antiguo, se descubrió en 1666 [1] y como todos tiene su fábula que nada se diferencia de la de Parral y otros puntos. En su larga historia, cuenta con varias épocas de bonanza y otras de depresión. En las de bonanza el Sr. del Campo [2] dice que alcanzó a tener una población de 25,000 almas; yo platiqué con personas que dicen haber visto como 12,000 habitantes, habiendo disminuído hasta 400. En la actualidad se está rehaciendo, pero aún está en completa ruina; únicamente la Mina Promontorio está en trabajos formales y en bonanza, se da por seguro en el lugar, que la Compañía que la explota, ha tenido en el primer año un producto de $ 1.500,000 de los que el millón ha sido de utilidad enteramente libre; lo que

1 Minero Mexicano. 1884, núm. 5.
2 Loc. cit

sí es seguro es: que la bonanza de Promontorio ha ameritado que pronto se inaugure un ramal de ferrocarril que va de la Estación San Antonio hasta la boca de la Mina.[1]

TOPOGRAFÍA.—El Ferrocarril Kansas City, México y Oriente desde Bustillos atraviesa una llanura de varios cientos de kilómetros de extensión; como a 40 kilómetros al Sur de la Estación San Antonio se interrumpe la uniformidad de la mesa horizontal y principia el curso de un arroyo tributario del Río Conchos. *En este arroyo se encuentra* Cusihuiriachic a 1930 metros sobre el nivel del mar y a 165 abajo del borde de la llanura.

GEOLOGÍA.—El arroyo corre con una dirección general de 60° al SE y parece un arroyo de fractura que separa dos formaciones distintas: la del Sur rhyolítica y metalífera y la del Norte andesítica y estéril.

Al Sur se encuentra la altura más importante del rumbo, el cerro de La Bufa, que tiene una altura como de 2300 metros sobre el nivel del mar; todo este macizo es de rhyolita, en sus faldas Norte, Sur y Sureste se encuentran multitud de vetas o mejor de leptoclasas y de diaclasas, *llenadas con substancias minerales*, que tienen rumbos variados, pero parece que dominan dos direcciones generales 25° NE con echado al NW y 50° NW con echado al SW.

Existen muchas minas, pero todas llenas de agua y en su exterior son ruinas completas, sólo Promontorio es la única veta en explotación; sus trabajos principian desde el primer nivel como 15 pies arriba del lecho del arroyo hasta el 7.º a 450 pies abajo del primer nivel; sus minerales son principalmente stefanita, tetrahedrita, sulfuros y sulfoantimoniuros de plata.

En la parte Norte del arroyo parece que la roca es andesita; sobre ella vienen unas corrientes de conglomerado y de brechas compactas andesíticas y sobre todo esto, en la cima, una capa de rhyolita que se continúa bajo la capa de tierra vegetal de la llanura; en esta formación del Norte del arroyo no se conoce que existan vetas y todas las investigaciones con ese objeto han fracasado.

---

1 Esta mejora que debía haberse inaugurado el 1.º de Enero de 1911 parece que aún no se inaugura en Agosto de 1911.

Mineral del Parral, Municipalidad y Distrito de Hidalgo del Parral, Estado de Chihuahua

El Mineral del Parral es uno de los Minerales del país más antiguos, más importantes y más conocidos. Se descubrió en 1600 y sus documentos históricos datan de 1612.

Parral es el centro de abastecimiento de una gran zona de la parte Norte del país, y por mucho tiempo fué la ciudad más importante del extenso Estado de Chihuahua y en la actualidad conserva el segundo puesto después de la Capital Chihuahua.

Existen dos formaciones distintas; una de pizarras con pizarras calizas y la otra de rocas eruptivas;[1] entre la segunda existen el mayor número de minas. En el tiempo de mi permanencia sólo se trabajaban las minas: El Tajo, La Prieta y Apodaqueña; las tres sobre la veta El Tajo que tiene una dirección general de 20° NE y 30° echado al E. Su potencia es variable alcanzando hasta 18 metros en su parte gruesa en la mina El Tajo. Arma en andesita en la parte inferior y en rhyolita en la parte superior.

En las tres minas se marcan bien tres zonas en el llenamiento de la veta; la zona de los oxidados que en El Tajo llega hasta 125 pies de profundidad, una zona de transición de 50 pies y la zona inferior o de los sulfuros. La veta contiene una gran variedad de especies minerales: plata y cobre nativos, galenas, blendas, pyritas, cupritas, fluoritas, limonitas, hematita, chalcopyrita, malaquita, azurita, bromirita, pyrargirita, proustita, jamesonita, cuarzo, calcita y baritina; se explota por plata, plomo y zinc.

Un estudio del Mineral que abarcara Minas Nuevas, cosa que aún no se ha hecho, sería un trabajo sumamente interesante; existen vetas de muy distintos tipos en formaciones de naturalezas diferentes, con especies minerales muy variadas y explotables por distintos metales. En este Distrito Minero se han trabajado minas de oro, plata, plomo, zinc y manganeso; unas han sido explotadas por uno solo de estos metales, otras por plomo y zinc al mismo tiempo. De un tercer grupo de minas se extrajeron oro, plata, cobre, plomo y zinc juntos.

México, noviembre de 1910.

---

1 Para más datos sobre Parral y Minas Nuevas, hoy Villa Escobedo, véase Esquisse Géologique et pétrographique des environs de Parral, por P. Waitz y Etude minière de la Veta Colorada de Minas Nuevas R. Robles. Guide des excursions de X^eme. Congrès Géologique International. 1906.