

ALGUNOS CRIADEROS DE FIERRO DE LA REPUBLICA

por el Ingeniero José G. Aguilera.

(Láminas III á VII)

Los criaderos de fierro forman dos grupos de igual importancia industrial que tienen la misma naturaleza, mineralización y génesis y están situados: uno en la sierrita de Carrizal, en territorio del Estado de Nuevo León y es conocido con el nombre de grupo de Golondrinas, y el otro en el cerro del Mercado inmediato á la Ciudad de Monclova, en el Estado de Coahuila, llamado grupo de Monclova.

La sierrita de Carrizal está situada á unos 150 kilómetros al Sur de Laredo y á 133 al Norte de Monterrey, á unos 8 kilómetros al Oeste de la Estación de Golondrinas del Ferrocarril Nacional de México y cerca de la línea divisoria entre los Estados de Nuevo León y Coahuila. La sierrita tiene una extensión longitudinal de 20 kilómetros y en su curso sigue la dirección NE.-SW. para unirse á la sierra de Bustamante, al S. forma el límite occidental del valle longitudinal que se extiende de Lampazos á Villaldama, con una longitud de 80 kilómetros por 20 kilómetros de ancho, que está limitado al Este por la sierra de la Iguana, que se prolonga por el pico de la Víbora y cerros de Minas Viejas y Santa Clara hasta Villaldama.

La llanura que limita la sierrita de Carrizal tiene una altura media en su tramo meridional de 430 metros sobre el mar y desciende gradualmente para enlazarse con la zona costera del Golfo de México, alcanzando en Lampazos una altura de 300 metros. El pico más alto de la sierra llega á 1370 metros sobre el nivel del mar, se levanta, pues, sobre la llanura unos 940 metros.

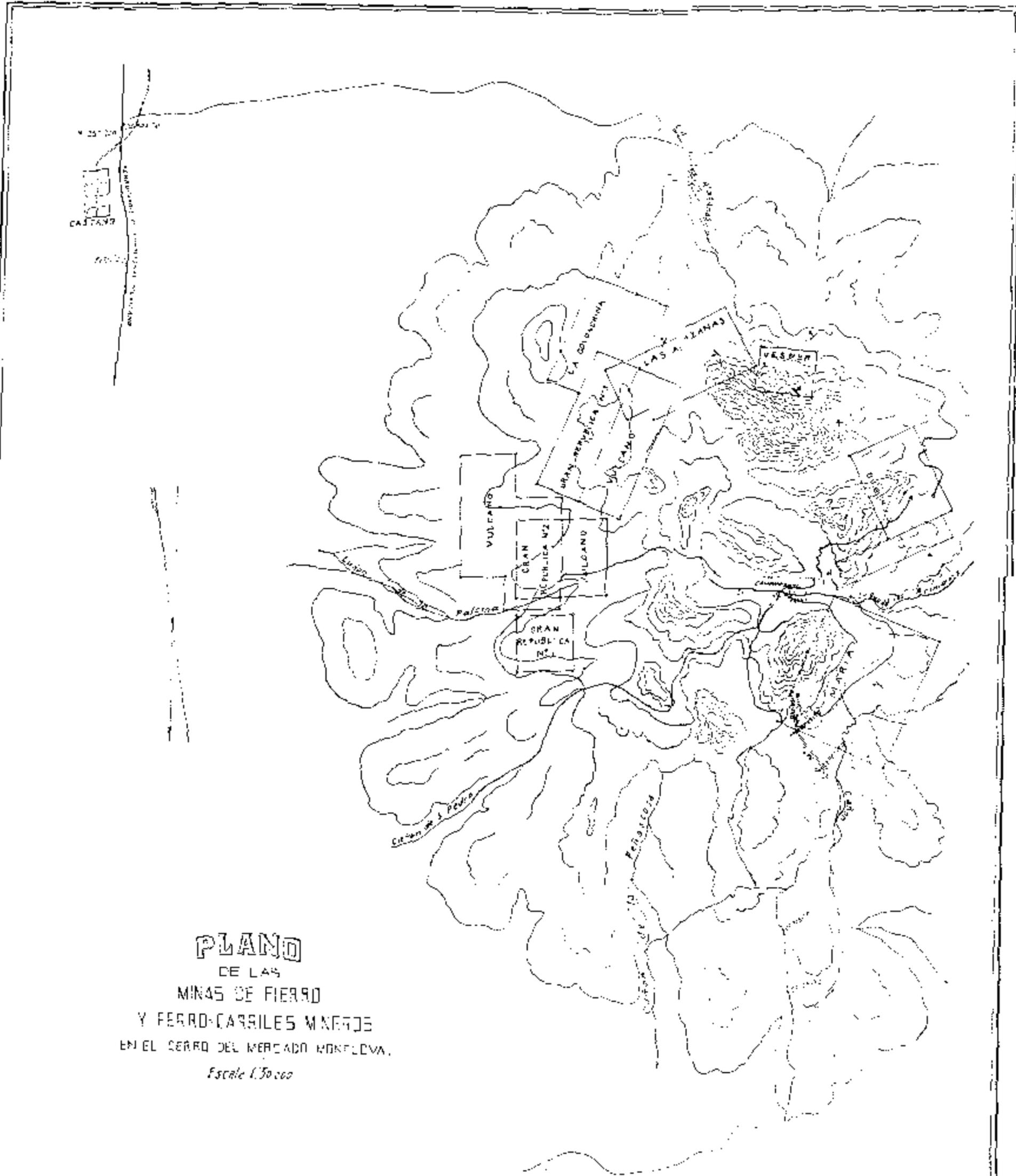
La sierrita del Carrizal es una montaña tectónica ó de plegamiento, bastante alargada, compuesta de calizas compactas, bastante macizas que forman un gran anticlinal, cuyo núcleo, de diorita angítica, está subdividido en tres grandes protuberancias, que forman otras tantas eminencias de la sierra: la primera, situada en el extremo Sur es una masa en doma ó cúpula que se conoce con el nombre de cerro Boludo; la segunda, de forma cónica aguda, muy elevada, forma la hermosa y esbelta aguja llamada Pico de Candela, y la tercera,

es un grupo de peñas prismáticas fuertemente acantiladas que constituyen el Picacho del Carrizal.

El cerro Mercado se levanta de la llanura desértica en que está situada la ciudad de Monclova, como á unos 5 kilómetros al SW. de la ciudad. Es una montaña también tectónica, alargada, de base casi elíptica de $8\frac{1}{2}$ kilómetros de largo por 6 kilómetros de ancho y cuyo pico más alto se eleva 1514 metros sobre el nivel del mar y 849 metros sobre la llanura, cuya altura en la ciudad de Monclova es de 665 metros sobre el mar. Es una montaña formada de caliza en capas dislocadas, bastante paradas, casi verticales en algunos tramos, entre los cuales asoman diques de porfirita horubléndica que unas veces cortan á la caliza pero que más frecuentemente están intercalados entre los estratos calizos. El núcleo de la montaña está constituido por diorita, hornbléndica, cuarzosa, que forma un sólo macizo, cuya parte más elevada son unas peñas acantiladas, prismáticas llamadas Las Iglesias.

Naturaleza de los criaderos.—Los criaderos ferríferos de los grupos Golondrinas y Monclova, son bolsas ó masas irregulares de mineral, en algunos bastante alargadas para simular vetas de curso muy irregular, separadas unas de otras y distribuídas paralelamente al eje de la montaña, y situados en la zona periférica del contacto de la roca intrusiva (diorita) y la roca sedimentaria (caliza), que no están confinados estrictamente al contacto de las dos rocas, sino que algunas de las masas están alojadas en la caliza, otras en la diorita y la mayoría en el contacto de las dos rocas, de manera que éstas forman respectivamente los dos respaldos del depósito. Son, pues, depósitos metamórficos de contacto, verdaderos rellenos de cavidades formadas por la separación de los estratos calizos por su plegamiento, y ensanchados por disolución de manera que hay á la vez relleno de cavidades, pero más comunmente hay substitución de la caliza. En estos depósitos la diorita ha sido poco ó nada alterada y ha servido de base impermeable para la circulación y acumulación, ó concentración local del mineral que ha rellenado las pequeñas cavidades y grietas de la caliza, impregnándola hasta cierta distancia del criadero, y substituyéndola de manera que no hay un plano de separación del mineral á la caliza, sino que se pasa de la una á la otra gradual é insensiblemente, y según líneas sinuosas é irregulares de manera que un block tiene el mineral de fierro de un lado y del lado contrario la caliza cristalizada.

La roca sedimentaria.—La caliza es de color gris azulado á negro, bastante compacta, cerca del contacto con la roca intrusiva está cristalizada por metamorfismo, y en algunos tramos transformada



PLANO
 DE LAS
 MINAS DE FIERRO
 Y FERRO-CARRILES MINEROS
 EN EL CERRO DEL MERCADO MONCLOVA.
Escala 1:50,000

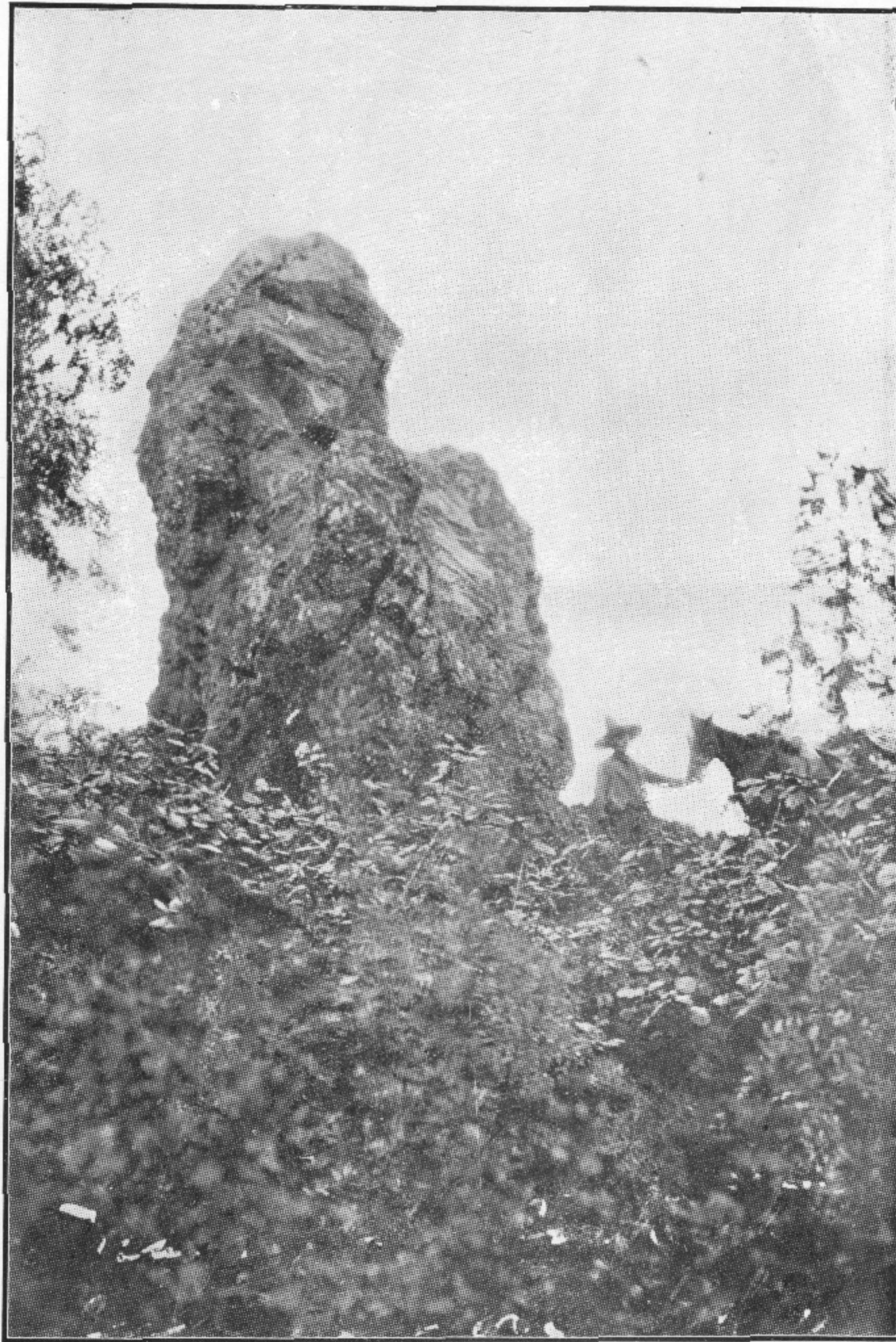
en mármol blanco; cuando está cristalizada es de grano fino y hace un mármol común, negro, de regular calidad. La caliza del cerro Mercado está menos metamorfozada que la del Carrizal y lleva mayor número de concreciones silíceas ó de pedernal gris á negro, que tan frecuente es en algunos pisos del Cretácico, y es tan constante en la serie Mesocretácica mexicana. El estado cristalino de la caliza y su color negro le dan un gran parecido con las calizas paleozóicas de los Estados Unidos, y especialmente con la mountain limestone de los Apalaches. Esta circunstancia, unida á la determinación insegura y errónea de los fósiles fragmentarios recogidos en la región por Persifor Frazer, (1) hecha por James Hall y Angelo Heilprin, indujeron al primero de estos autores á referir al Carbonífero la caliza de que nos ocupamos, y sobre esto he llamado la atención en otro lugar demostrando que la caliza de Cerro Mercado es cretácica. En comprobación de esta determinación puedo añadir aquí que, la caliza del cerro Mercado está cubierta en estratificación concordante por el grupo de pizarras calizas y arenáceas de la serie Neocretácica, que se extiende al Norte de Monclova, y en la cual se encuentran los yacimientos de carbón de Coahuila, y cuya serie comprende las divisiones: Peyotes, Barroterán, Las Esperanzas y Sabinas, divisiones que en conjunto representan á los pisos Colorados, Montana y Laramie del Oeste de los Estados Unidos. La caliza compacta del cerro Mercado viniendo inmediatamente bajo de la serie Neocretácica, forma la parte superior de la serie Mesocretácica y corresponde á la división Santa Rosa, que equivale á la división Edwards limestone de Texas. La caliza de sierra del Carrizal viene también como la del cerro Mercado cubierta por los sedimentos de la serie Neocretácica, que forman las colinas de la falda occidental de la sierra, y se extienden en la llanura hasta unirse con las de la región carbonera de Coahuila; al Este, estos sedimentos neocretácicos han sido destruídos en parte por la erosión y en parte están cubiertos por el relleno de los valles, pero se descubren al Oeste de Lampazos y al pie de la Mesa de Cartujanos, etc. En la sierra de Villaldama á Minas Viejas y Lampazos, la caliza compacta del Carrizal es bastante fosilífera y los fósiles que contiene son característicos de la división Edwards limestone de Texas, y pertenece por lo tanto á la división Santa Rosa que es su equivalente cerca de Múzquiz y Las Esperanzas, y resulta así contemporánea de la del cerro Mercado. El meta-

(1) Datos para la Geología de México, p. 10, Tacubaya 1893.

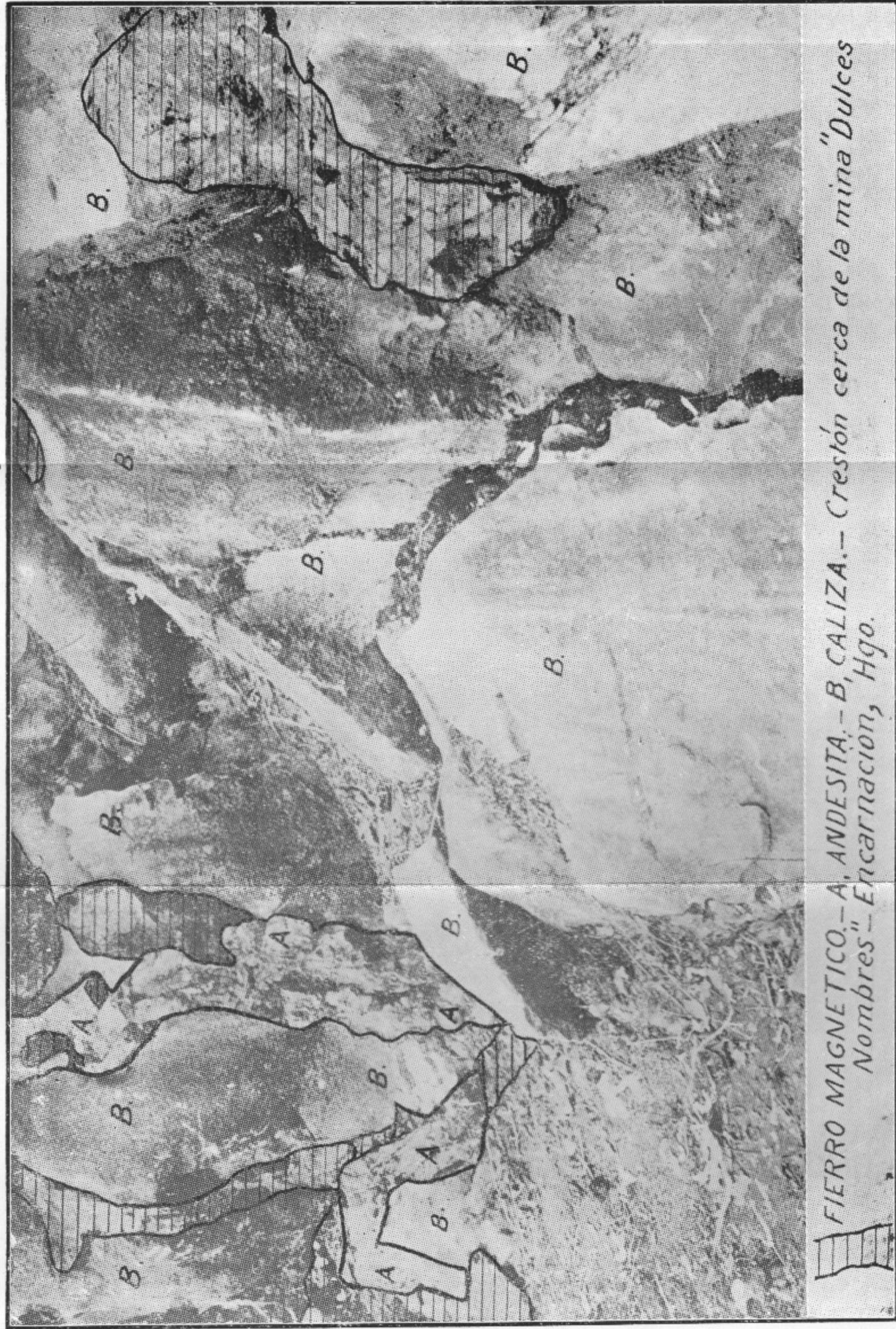
morfismo ha destruído en las calizas de cerro Mercado y sierra del Carrizal los fósiles, y esto hace difícil la determinación de su edad geológica, que por otra parte es revelada con bastante precisión por la estratigrafía de la región. La erosión ha destruído completamente la caliza en la parte superior del cerro Mercado y casi por completo en la sierra del Carrizal, en donde sólo quedan algunos parches de poca extensión cubriendo á la diorita y así, la erosión ha puesto á descubierto á la roca intrusiva unos 580 m. verticales, en sierra del Carrizal, y unos 300 m. verticales en el cerro Mercado.

Génesis de los criaderos.—Después de terminados los depósitos sedimentarios del Laramie, Cretáceo Superior, se iniciaron los movimientos orogénicos que dieron origen á las Montañas Rocallosas, y estos movimientos en la región de que nos ocupamos tenían lugar de una manera tan lenta que los sedimentos del Eoceno se depositaban sobre los del Laramie en perfecta concordancia, sin que se pueda descubrir ninguna discordancia apreciable, que indique una interrupción en la sedimentación de esta extensa región. Iniciados así los movimientos, se continuaron durante el Eoceno y alcanzaron su maximum á fines del Mioceno y principios del Plioceno. Como consecuencia de estos esfuerzos de presión tangencial, las rocas sedimentarias se plegaron formando grandes pliegues anticlinales paralelos, orientados aproximadamente de N. á S. y de NW. SE., separados unos de otros por sinclinales abiertos, de manera que los primeros formaron sierras paralelas, más ó menos grandes que son otros tantos eslabones de la gran cordillera de las Montañas Rocallosas, y los segundos, rellenos por los detritus y acarreos transportados de los primeros, forman ahora llanos extensos bastante planos.

Al plegarse los estratos calizos de la serie Mesocretácea y las pizarras, calizas y areniscas calcáreas y glauconiosas del Neocretáceo, se separaban más ó menos unos de otros los estratos para formar la cresta ó bóveda de los pliegues anticlinales, motivando esto una disminución de carga, ó sea, produciéndose de esta manera una zona de menor resistencia, á la cual subieron las rocas ígneas, favorecidas además por la sobrecarga producida en los pliegues inversos ó sinclinales, en el fondo de los cuales los estratos se comprimían disminuyendo los espacios de uno al otro. De esta manera la roca ígnea (diorita) encontraba fácil el ascenso y su acumulación en las pequeñas cavidades superiores en ó cerca de la cresta de los anticlinales, llenándose estas y mandando ramificaciones que se desprendían de la masa principal á diferentes niveles, á favor de las líneas de



Roca Magnética en Encarnación Hgo.



FIERRO MAGNETICO.—A, ANDESITA.—B, CALIZA.—Crestón cerca de la mina "Dulces Nombres"—Encarnacion, Hgo.



FIERRO MAGNETICO.- A, ANDESITA.- B, SUELO.- Crestón en la mina de Palacios.
Barranca de Jalatita las Viejas, V. C.

fractura y las líneas de menor resistencia, tales como los planos de estratificación de las calizas, formándose así los diques que cortan los flancos, y las protuberancias que como satélites de la masa principal acompañan casi siempre á ésta, á distancias variables, y siguiendo comunmente una disposición radiante (la mayor parte de las veces). (En casos extremos en que los estratos sufrían una presión bastante fuerte eran rotos en la parte superior de los pliegues, las rocas ígneas hacían su aparición al exterior). Siguiendo este proceso de la subida de las rocas intrusivas por los esfuerzos tangenciales de compresión, se formaron muchas de las sierras del Norte y Noreste de México, cuyo núcleo es una roca intrusiva, que se presenta bajo formas diversas, bajo la forma de cuñas, diques, mantos, apófises, protuberancias, cúpulas, lacolitas, bysmalitas, batolitas, chonolitas, etc. etc., simples, múltiples ó compuestas, y cuyos flancos son en la parte superior y media de calizas compactas, más ó menos silizosas y ligeramente magnesianas del Cretáceo medio, cubiertas en la falda por calizas margosas, pizarras y areniscas calcáreas y glauconianas del Cretáceo Superior.

En el momento en que tenía lugar la consolidación por enfriamiento de la roca intrusiva, se desprendían de su masa gases y líquidos (fumarolas), entre los cuales predominaban de manera absoluta el agua líquida y el vapor de agua, á los cuales acompañaban otros cuerpos, todos los cuales circulaban en la zona periférica de la roca intrusiva calentados por la roca misma á una temperatura que sobrepasaba la temperatura crítica del agua, 365°. Después de haberse solidificado la roca intrusiva continuó su enfriamiento y la contracción cúbica de la roca, debida á este enfriamiento, dió origen á la formación de fracturas en el contacto de la roca ígnea con la roca sedimentaria, y también dentro de la masa de aquella, no lejos del contacto, y así se formaron los canales profundos que dieron paso á la circulación de las aguas y vapores que en la parte superior de la montaña se infiltraban en la roca sedimentaria, en la zona de contacto, disolviéndola y reemplazándola en algunos lugares, ó simplemente rellenando las cavidades formadas á consecuencia del plegamiento. En estas condiciones, y á favor de las soluciones líquidas y gaseosas que circulaban en esta zona de contacto, se hacía el transporte á la roca sedimentaria y la concentración en ella, en los puntos más favorables para su depósito, de los minerales traídos por la roca ígnea, á la vez que las energías química y térmica de las soluciones acuosas y gaseosas ayudaban á la formación de los minerales

de metamorfismo en la roca sedimentaria en su zona de contacto con la roca ígnea.

Las rocas ígneas intrusivas al ser inyectadas en la masa de las rocas sedimentarias, traen una gran cantidad de calor que pierden transmitiéndolo por conductibilidad á la superficie por intermedio de las rocas contiguas; y el agua magmática [juvenil de Suess] y el agua subterránea que circulan en el contacto de las rocas ígneas y á través de la masa de las rocas calentadas por ellas, absorben calor en gran cantidad, en cantidad mucho mayor que la transmitida por conductibilidad á la superficie de la Tierra. El efecto del contacto directo de la roca intrusiva con la caliza, es pues la transmisión del calor por conductibilidad de la primera á la segunda roca, pudiendo llegar esta última á una temperatura bastante elevada, hasta la fusión de la roca en pequeñas porciones de su masa; estos efectos debidos al calor seco por el contacto directo de la roca ígnea, tienen distintos grados de intensidad según la distancia y son: cocimiento, deshidratación, calcinamiento, sobreoxidación, vitrificación, descomposición; etc., es á causa de la descomposición de los carbonatos que se denomina "acción cáustica" al efecto del contacto de la roca ígnea con la roca sedimentaria.

Los efectos del contacto directo de la roca intrusiva se extienden á una distancia pequeña de la roca ígnea, y como estos efectos están siempre combinados con los efectos indirectos de las soluciones acuosas y gaseosas, resulta que el metamorfismo de contacto origina una mezcla de efectos, los unos directos é indirectos los otros, que se producen unos simultánea y otros sucesivamente. La acción de las soluciones gaseosas y acuosas puede extenderse mucho más lejos que la acción del contacto directo.

Las soluciones gaseosas (fumarolas), al desprenderse de la roca ígnea, se encuentran á una alta temperatura y sometidas á una gran presión, y contienen un gran número de agentes químicos, que obran con una poderosa energía, y así, la alteración de la roca, su metamorfismo y su mineralización se efectúan con una gran rapidez. Las soluciones gaseosas jamás se encuentran solas, y están si no acompañadas siempre en mayor ó menor proporción de soluciones líquidas, y se llaman: fumarolas y sulfataras, aplicándose la primera denominación á las soluciones gaseosas más calientes y la segunda á las de baja temperatura. En unas y otras se encuentra el vapor de agua en proporción inversa á la de la temperatura, de manera que la proporción del vapor es tanto menor cuanto más alta es la temperatura.

En las más calientes ó fumarolas secas de Daubrée, el cloro, el ácido clorhídrico y el ácido fluorhídrico son los dominantes, y en las frías ó sulfataras el oxígeno, el dióxido de carbono y el nitrógeno son los que abundan, y entre estos extremos se encuentran grados intermedios en los cuales el ácido sulfuroso y el ácido sulfhídrico son los elementos principales. En todas las sulfataras se encuentran los elementos de las fumarolas, solamente que en proporciones muy pequeñas que hacen que pasen desapercibidos.

Las fumarolas, con sus agentes mineralizadores y su vapor de agua, proceden del magma original de la roca ígnea, de la cual se desprenden durante su enfriamiento y en su circulación ascendente pueden ser modificadas, debilitadas, concentradas y mezcladas de diversas maneras sus distintos tipos, para producir todos y cada uno de los fenómenos de las distintas fases de la mineralización de los criaderos minerales, y los compuestos minerales de metamorfismo, tanto endomórfico como exomórfico, de la zona de contacto de la roca ígnea con las rocas sedimentarias. En algunos casos especiales el agua de la superficie desciende y en su circulación subterránea se mezcla con el agua de origen magmático (agua juvenil de Suess) y contribuye entonces á la producción de ciertas modificaciones en los fenómenos de metamorfismo y mineralización.

Mineralización de los criaderos.—La mineralización de los criaderos del grupo Golondrinas se compone de Magnetita $Fe_3 O_4$ cuyo por ciento teórico de fierro metálico es de 72.4%, Hematita $Fe_2 O_3$ un 70% teórico de fierro metálico y Limonita $2Fe_2 O_3, 3H_2O$ que contiene teóricamente 59.89% de fierro metálico. En el grupo Monclova la mineralización de los criaderos consiste de Hematita con poca Limonita y poca Magnetita. Esta es la mineralización de los criaderos en la actualidad, cuando estas bolsas de mineral se encuentran en la parte alta de la montaña, en plena zona de descomposición, que es á la vez de hidratación, carbonatación, etc., pero la mineralización primitiva cuando estos criaderos con la roca intrusiva se encontraban á bastante profundidad, en el interior de la montaña abajo del nivel hidrostático, en la zona de cementación que es la zona de precipitación y oxidación, era distinta. La diorita estuvo situada á una gran profundidad, como lo prueba la abundancia de diopsida, tanto en la diorita de Golondrinas como en la del Cerro Mercado. En los criaderos de fierro de Golondrinas se encuentra la magnetita en la parte inferior, la hematita arriba formando los crestones y la limonita sólo en determinados lugares y completamente en la parte más

alta de los criaderos. Esta diferencia de la mineralización en distintas partes de un criadero ó bien de un criadero á otro depende de la topografía y del régimen de las lluvias. Tanto los criaderos del grupo Golondrinas como los del grupo Monclova están en la región desértica ó de poca lluvia del país, en donde la oxidación é hidratación son lentas y en aquellos criaderos que se encuentran en laderas empinadas, la erosión producida por las aguas de lluvia desgasta y transporta la parte sobreoxidada é hidratada de los crestones apenas formada, mientras que en los criaderos situados en partes menos inclinadas ó casi planas, el agua, al escurrir para las laderas, no tiene energía bastante para destruir los hidratos en proporción á su formación, y estos van aumentando de espesor. Así en unos criaderos sólo existe magnetita, en otros está transformada en hematita y en otros en limonita. Esto parece indicar que la magnetita fué el mineral primitivo, que ésta ha sido oxidada sin hidratación en hematita, lo cual se ve comprobado por la martita y por las pseudomorfosis de la hematita según la magnetita, y además por la hematita especular que se encuentra en la zona de metamorfismo asociada á los granates. Las aguas de lluvia penetrando por los crestones en la masa de los criaderos ha ido transformando la hematita en limonita. Se encuentran las pruebas de esta transformación por la circulación descendente de la agua (vadose) en las estalactitas y estalagnitas de limonita en las oquedades del criadero del Cinco de Mayo y otros.

Metamorfismo.—Los agentes y el proceso del metamorfismo han sido los mismos que los de la mineralización: las soluciones acuosas y gaseosas y la roca ígnea. Ésta, cubierta por la caliza, conservó su calor por muchísimo tiempo, pues es bien sabido cuán débil es la conductibilidad térmica de las rocas, y obraba así directa y continuamente sobre la caliza, y por su alta temperatura mantenía calientes las aguas minerales que circulaban en su contacto, y así obraba también indirectamente sobre la caliza cuyo metamorfismo exomórfico ocasionaba. Las soluciones acuosas y gaseosas ejercían su acción química con gran energía, especialmente mientras se conservaban á la temperatura crítica del agua, 365° y bajo la poderosa presión ejercida por la roca sedimentaria (caliza) suprayacente; esta energía se debilitaba gradualmente durante el intervalo de tiempo transcurrido para llegar al enfriamiento completo de la roca. El metamorfismo por el contacto directo de la roca, intrusiva, debido al calor transmitido á la caliza, ha motivado la combustión del carbón que contenía la caliza, la cual fué primeramente transformada en caliza

cristalina negra, en que la materia carbonosa ha sido transformada en grafito, y finalmente decolorada en algunos tramos, y en otros teñida ligeramente de rojo, allí donde la llegada del vapor con gran presión y alta temperatura se facilitaba por la presencia de planos de estratificación ó líneas de fractura que permitían una circulación más activa. En la zona de contacto en la caliza se han formado á expensas de sus elementos y otros procedentes de la roca ígnea los minerales de metamorfismo: granate, grosularita, andradita, epidota, fierro espejado, scapolita y anortosita? El granate se encuentra también algunas veces en el cuerpo mismo del depósito de óxido de fierro, cerca de los respaldos asociado á cristales pequeños de calcita, de manera que el mineral del criadero en esa parte se presenta como una asociación cristalina de magnetita, granate, calcita y á las veces cuarzo; este último se encuentra también aunque escaso en la caliza. En el contacto de la caliza y la magnetita ó la hematita se encuentra frecuentemente intercalada una zona irregular en su forma y de pequeño espesor formada de epidota.

Descripción de los criaderos.—Después de haber dado la descripción general común á todos los criaderos de fierro de que nos venimos ocupando, haremos ahora la enumeración de todos los que pertenecen á la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey sin detenernos en hacer la descripción detallada de cada uno de ellos, toda vez que como se ve por lo que precede son todos de la misma naturaleza, origen é importancia.

GRUPO GOLONDRINAS.

(Lám. IV). Los criaderos de este grupo pertenecientes á la Compañía Fundidora están todos en la vertiente oriental de la sierrita de Carrizal en el límite superior de la formación caliza en el contacto con la diorita augítica.

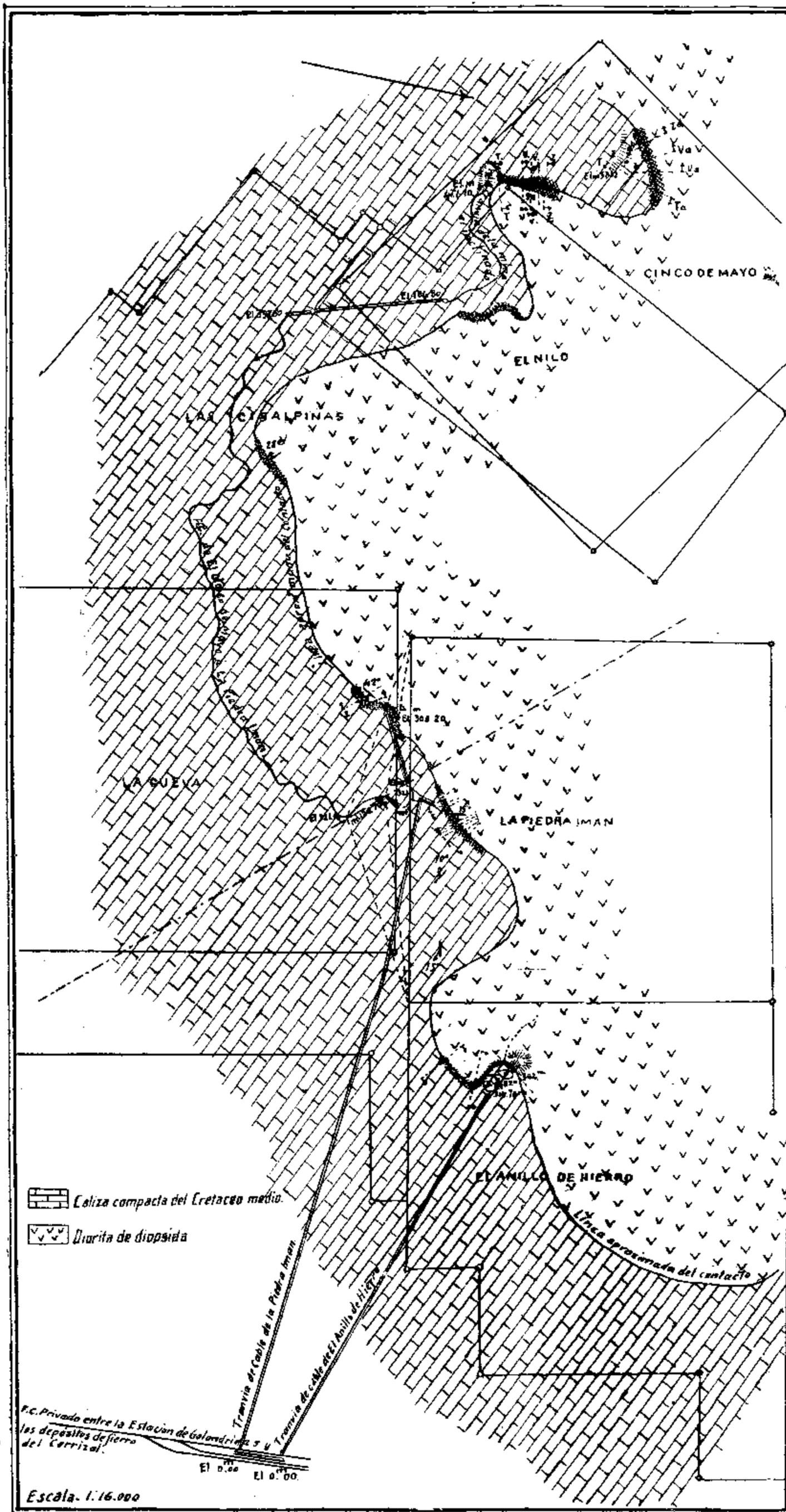
Piedra Imán.—Es un depósito compuesto de magnetita, que está transformada en hematita en la parte superior, situado exactamente en el contacto de la caliza cretácea que forma su respaldo alto y la diorita augítica que forma el bajo; es casi vertical, corre de N. á S. y tiene un echado que varía entre 75° y 85° al Este. La caliza tiene también el rumbo N-S. y un echado de 10° también al Este. La caliza está cristalizada, conserva su color negro agrisado y en su masa en la zona de contacto se encuentran granates (grosularita y andradita) de alumina y de fierro, bien cristalizados en dodecaedros y en la combinación del cubo y el dodecaedro, que penetran al cuer-

po del criadero mezclados con la magnetita y la calcita, ésta en pequeña cantidad; se encuentran además cristales de cuarzo en prismas aplastados tanto en la caliza como en el criadero; pero más comúnmente en la caliza. La zona de hematita del crestón tiene poco espesor, y esto, como he dicho ya, se debe á la fuerte pendiente del lugar en que se encuentra, que hace que la erosión sea más activa que la oxidación de la magnetita. En el contacto de la caliza con el criadero se encuentra la epidota en espesor y extensión variable. Estos son los minerales de metamorfismo exomórfico, que se encuentran constantemente en la zona de contacto en la caliza, en proporciones variables é irregularmente distribuidas. En la descripción de los demás criaderos ya no haremos mención de ellos.

En la lámina IV puede verse la posición del criadero y sus dimensiones en el tramo que de él está descubierto. Con ayuda de estos datos se puede determinar el tonelaje, más para dar idea de la importancia del criadero que por intentar medirlo, pues más adelante expondré las razones por las cuales es imposible hacer esta cubicación y tonelaje. Tomando la mitad de la cubicación hecha por el Sr. Bartoccini, Ingeniero de la Compañía, tendríamos en Piedra Imán 250,000 metros cúbicos de magnetita, que multiplicados por 4.57 que sería la densidad media correspondiente al 64% de fierro, que es la ley media del mineral de Piedra Imán, pues la densidad correspondiente á la magnetita cuyo contenido teórico de fierro es 72.4% en 5.174 dan 1.142,500 toneladas.

Este criadero, como todos los demás, se explota acertadamente atacando los crestones y continuando á tajo abierto y con bastante inclinación para convertirlo en un chorreadero por el cual se despeña el mineral al patio que queda al pie del chorreadero, para cargarlo en carretillas que bajan por inclinados hasta llegar directamente, ó por tranvía á la plataforma, en donde es colocado en las canastillas de los cables que lo llevan al cargadero que está constituido en el Depósito ó sea la Estación terminal del ramal que la Compañía tiene para transportar su mineral á la Estación Golondrinas del F. C. Nacional. En este criadero se ha abierto un pequeño socavón que sirve para explotarlo á un nivel más bajo. El sistema de explotación es el mismo en los otros criaderos, y en algunos se han empezado á dar pozos sobre el criadero para comunicarse con los pequeños socavones. La explotación es completamente superficial y hoy es cuando se empieza á darle un mayor desarrollo.

La cueva arriba de la Piedra Imán, en el contacto de la caliza



con la diorita Magnetita, con un poco de hematita en la parte superior y algunas pintas de pyrita. Contiguo á Piedra Imán el metal se lleva á Piedra Imán para mandarlo por cable al Depósito.

Las Cisalpinas.—El criadero de fierro es también conocido con el nombre de “Los Dos Hermanos;” está situado casi á igual altura que el de “La Piedra Imán,” y como él, en el contacto de la diorita y la caliza, casi exactamente en las mismas condiciones, corre aproximadamente de NNE. á SSW. con 80° echado al SSE. La diorita en el contacto con el mineral de fierro está muy alterada y la caliza es cristalina y de grano un poco grueso. El mineral dominante es hematita con un poco de limonita en la parte superior del criadero. Ya hemos explicado en otro lugar el por qué de esta modificación en la mineralización de un mismo criadero ó en distintos criaderos. Tiene descubiertos al rumbo 150 metros con 7.5 metros de espesor medio. Calculando con estos datos y para una profundidad de 25 metros, tenemos 28,125 metros, que multiplicados por 5, dan 140,625 toneladas.

Cinco de Mayo.—Este criadero es sin duda el más extenso de todos los del grupo Golondrinas, á juzgar por la extensión que abarca la zona metamorfizada granatífera que comienza en la vertiente oriental de la sierrita del Carrizal á los 476 metros sobre el nivel del mar, y siguiendo un curso sinuoso que en conjunto forma una ancha curva de convexidad volteada al NE., llega al puerto del aire que separa al pico de Candela del de Carrizal, á 580 metros sobre el nivel del mar. En este criadero la caliza está casi horizontal, con una ligera inclinación al Este, y cubre con un espesor de unos cuantos metros á la diorita, que asoma en el puerto como angosta faja que va del pie del pico de Candela al pico del Carrizal. En la dirección que sigue la impregnación de la caliza por el granate hasta sustituirla casi por completo en una ancha zona, asomando crestones de fierro que son llamados Depósitos Inferior y Superior del Cinco de Mayo, el primero corre de S. á N. y el segundo de E. á W. aproximadamente.

El depósito ó yacimiento inferior se explota por un pequeño tiro y un pequeño socavón que parte de su plan, el cual dista unos 45 metros de la boca del socavón. El metal se saca por el socavón en carretillas y se despeña por los chorreadores que parten del patio y terminan cerca del extremo superior del inclinado. Hay además un tajo con el cual se explota el criadero desde su base hasta la torre de hierro, que es un crestón de mineral de fierro que se halla á 80 metros verticales sobre el patio del depósito inferior. El cria-

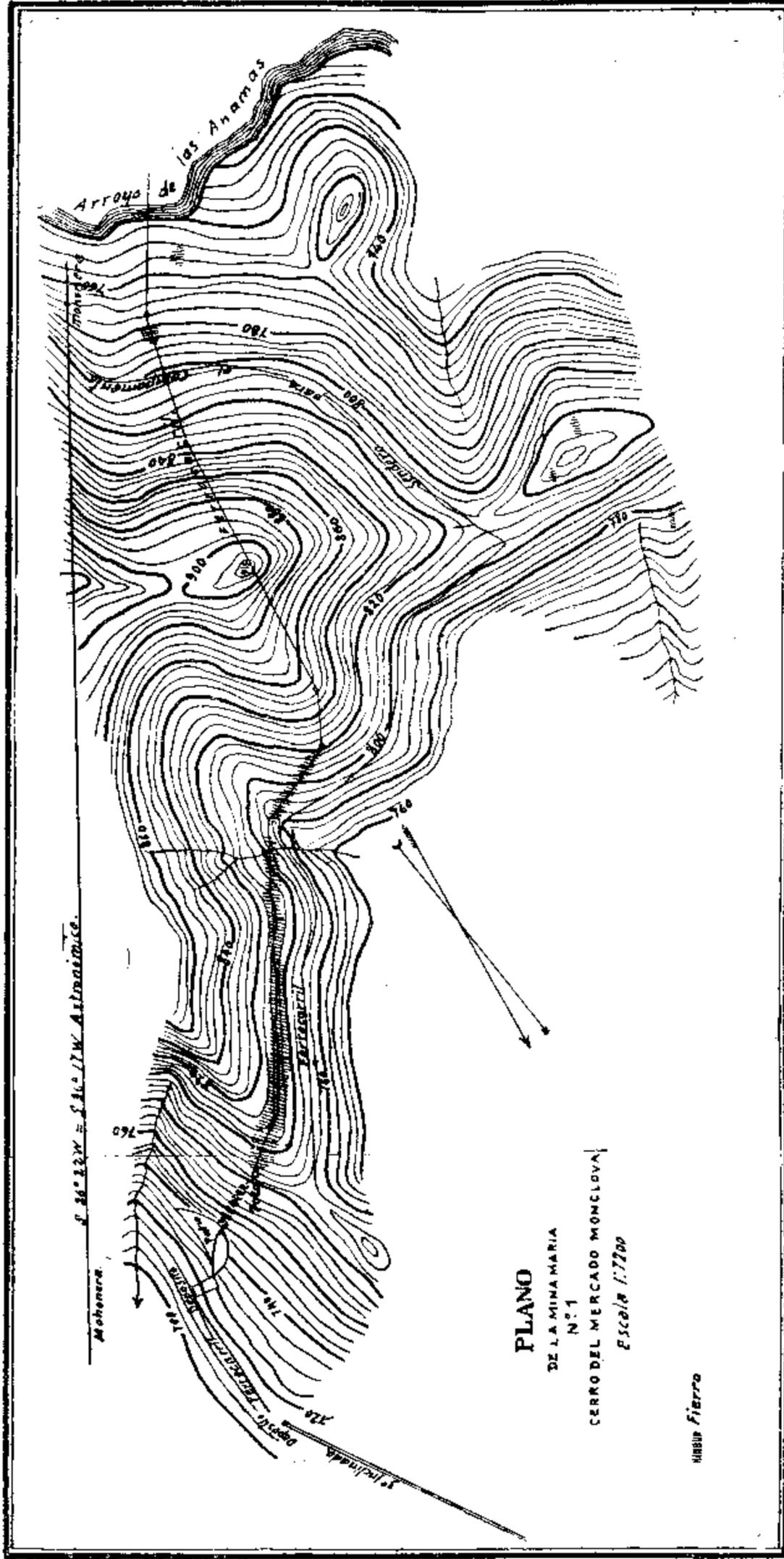
dero está casi vertical entre la diorita y la caliza; su mineralización consiste principalmente de magnetita con un poco de hematita y limonita en la parte superior, y además, algunas moscas ó partículas de pyrita y carbonatos de cobre, cerca de los respaldos. En todos los demás minerales de metamorfismo es como los demás criaderos. Tomando sus dimensiones y considerándolas uniformes hasta 25 metros de profundidad, se puede calcular que este criadero contiene 120,000m.³ de mineral, que con densidad de 4.4., correspondiente á su contenido medio de 58%, da 528,000 toneladas.

El depósito superior se extiende casi de E. á W. con un sondeoamiento considerable; en algunos puntos asoman sus crestones y está alojado en el contacto del granito y la caliza y el metamorfismo de ésta abraza una ancha zona. La mineralización, por la circunstancia de estar este criadero en la parte menos pendiente del puerto entre los picos de Candela y Carrizal, contiene limonita y hematita en mucha mayor proporción que los otros. Se ha abierto en este criadero un socavón de corta extensión, 27 metros abajo del crestón más alto, y dos pequeños cráteros. Calculando el volumen del criadero, resulta de 60,000 m³, que multiplicados por la densidad de 4.4, dan 246,000 toneladas de mineral.

El Anillo de Hierro.—En el contacto de la caliza y la diorita y aproximadamente á la misma altura que la Piedra Imán, tiene un rumbo sinuoso, corre primero de Norte á Sur, se desvía al Este y nuevamente al Sur, formando una S. la mineralización es igual á la de la Piedra Imán y lleva como el mineral de La Cueva un poco de pyrita. Calculando el mineral de este criadero por las dimensiones que da el plano y por la profundidad de 25 metros, se obtienen:

Transporte.—En la falda de la montaña está el depósito ó cargadero de mineral con capacidad de 10,000 toneladas, al cual llega el mineral por dos cables aéreos con canastillas de capacidad de 400 kilos, que parten de los patios de las minas La Piedra Imán y el Anillo de Hierro, con longitudes de 1920 metros y 1220 metros respectivamente. El mineral de La Cueva se envía por un inclinado á la plataforma del cable de La Piedra Imán y los minerales del Cinco de Mayo, Cisalpinas, etc., son transportados en carros de capacidad de tres toneladas por medio de inclinados y una vía férrea de 3,200 al extremo del cable de La Piedra Imán.

En la vertiente occidental de la sierrita del Carrizal y en sus extremos, existen otros criaderos de situación y disposición análoga á los de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey,



PLANO
DE LA MINA MARIA
Nº 1
CERRO DEL MERCADO MONCLOVA
Escala 1:7200
Miguel Fierro

S. A., que forman con éstos un cinturón alrededor de la montaña y que tienen la misma mineralización, génesis y características de los que venimos describiendo (1) y hay además un poco más lejos en la misma sierra criaderos de cobre, lo que era de esperarse si se atiende á que éstos como los ferríferos son criaderos de metamorfismo de contacto, que se encuentran en la zona de contacto de la roca intrusiva y la roca sedimentaria; y así estando situados en la misma zona periférica de la intrusión diorítica quedan los unos en la proximidad de los otros. Esta asociación de los criaderos cupríferos y ferríferos se presenta en México de una manera casi constante en un gran número de localidades; y es frecuente la asociación de los dos metales en el mismo criadero.

GRUPO DE MONCLOVA.

Los criaderos ferríferos del Cerro Mercado junto á Monclova que posee la Compañía, están menos trabajados que los del Carrizal y la explotación de este grupo de criaderos es menos activa.

MARIA No. 1. (Lám. V). Cerca de la cima del cerro en diorita, que forma casi el tercio superior de la montaña, está abierta la mina en bolsas de hematita en la diorita y comprende también un pequeño tramo de caliza que está pinchado entre la diorita. Es una masa alargada que corre de NE. 30° á SW aproximadamente, de 280 m de largo por 20 m de ancho, otra pequeña masa situada al Sur de la anterior que corre de NE-SW y 4 pequeños peñascos asoman, 2 al Sur de la masa principal y dos al poniente. La masa principal está trabajada por un socavón que sigue el rumbo de la masa y pasa á 80 metros abajo del punto más alto del crestón, y un cruceo de 10m50 que no ha cortado todo el espesor del criadero á ese nivel. Tomando del plano las dimensiones se puede estimar el contenido de este criadero en toneladas. El mineral es hematita, martita y limonita de muy buena calidad.

MARIA No. 2. En el centro del fondo de esta mina el criadero que no está explotado lo bastante para poder apreciar sus dimensiones, es la misma clase de mineral que en María No. 1.

MARIA No. 3. Este criadero no está explorado y sólo se ha abierto un pozo de 10.m en el criadero, que tiene la misma composición que los anteriores. El criadero está en el contacto de la caliza

(1) Citaremos Los Placcres, La India, La Violeta, y La Constitución, de fierro y cobre; La Oliva, La Constancia, Los Angeles, de cobre y los criaderos de fierro El Lobo, La Providencia, La Unión, El Tíber, El Gran Nilo, El Aereolito, La Cruz, La Estrella, etc.

que ha sido casi totalmente destruida por erosión y la diorita que forma la masa del cerro en que está la mina.

Hay tres masas de mineral: una central con rumbo aproximado de N á S y dos laterales, una al Poniente y la otra al Oriente. Sólo se han abierto un pequeño tajo y un pozo de 8m de profundidad. Se estima el metal á la vista en 6,500 toneladas.

El Cambio.—Contiene dos masas alargadas perpendiculares entre sí, que corren casi de N á S y E á W, y dispuestas como los lados de una escuadra; arman entre la diorita que está muy alterada y la caliza que forma una costra de poco espesor en el flanco de la montaña. La masa orientada de Este á Oeste ha sido cortada por un socavón que ha penetrado en la masa diorítica. (Véase lám. VI).

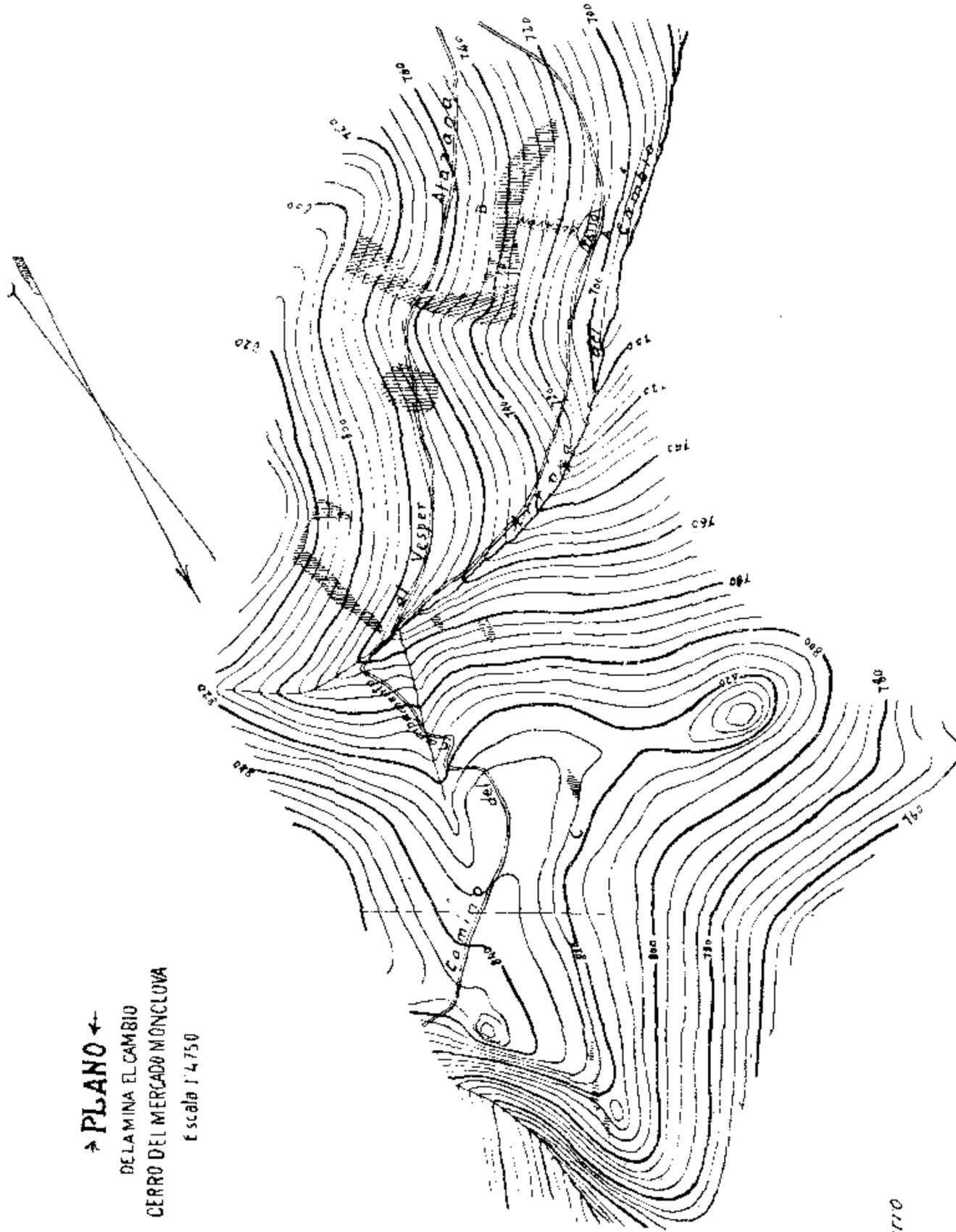
Escobedo ó Palacio de Hierro.—Cuatro pequeños peñascos de hematita que sobresalen de la caliza unos 3 á 6 metros, son las manifestaciones ó crestones de la bolsa de mineral de esta mina. No se han hecho trabajos bastantes que den idea de la forma y marcha á la profundidad del criadero. El peñasco de hematita más bajo asoma entre la caliza que cubre á la diorita y tiene rumbo NE 30° con echado al SE. El peñasco más alto penetra un poco en la diorita y se halla en el límite de la caliza en el contacto con la diorita. La caliza está quebrada y levantada con rumbo NW y echado de 70° al SW.

Las Alazanas.—Criadero alargado sinuoso de dirección media NW-SE, en el contacto de la caliza y la diorita. Se ha dado un pozo de 26 metros de profundidad en el mineral de fierro sin encontrar en el plan la diorita. La caliza como el criadero corre N. 50° W con echado de 60 á 80° al NE., lleva al bajo un dique de diorita intercalado en la caliza y paralelo á sus estratos. Se puede estimar el contenido de este criadero en 400,000 toneladas. (Véase lám. VII).

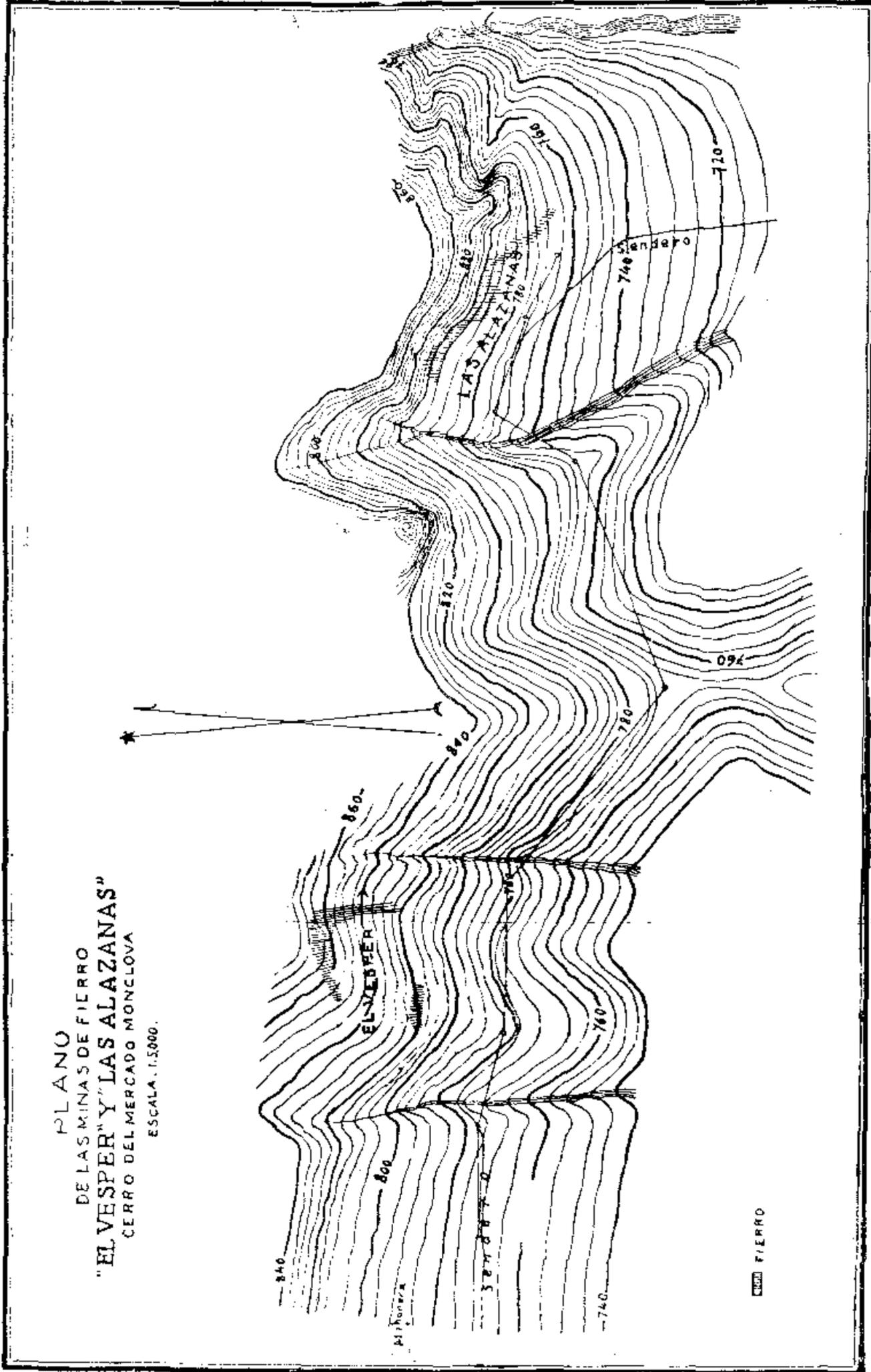
Transporte.—Para el transporte del mineral de los criaderos de María No. 1 al Depósito á la orilla del Ferrocarril y cerca de la Estación de Monclova, la Compañía ha construído un tranvía que sube desde el Depósito hasta el patio de la mina María No. 1.

Como en sierra del Carrizal, se explotan aquí otros criaderos situados en el contorno del cerro y en la zona de contacto de la caliza cretácea y la diorita, y á la altura á que llega el desgaste por erosión de la caliza en las laderas del cerro. Los principales criaderos de la vertiente oriental son: Gran República No. 1, Vulcano, Gran República No. 2, Vulcano No. 2, Gran República No. 3, Vulcano No. 3, La Golondrina, etc. (Véase lám. III).

→ PLANO ←
DE LA MINA EL CAMBIO
CERRO DEL MERCADO MONCLOVA
Escala 1:4750



© Fierro



Porvenir de los Criaderos.—Al ubicar los criaderos para determinar su tonelaje de mineral, hemos dicho que empleábamos este procedimiento por ser el más apropiado para apreciar la importancia relativa de los criaderos pero que no creíamos posible una determinación bastante aproximada del contenido mineral de estos criaderos.

Hemos adoptado para calcular el tonelaje una profundidad de 25 metros, profundidad sumamente pequeña cuando se trata de filones y criaderos irregulares en cámaras ó salones y hemos tomado como dimensiones fijas (largo y ancho) las que dan los planos, y hemos tomado como densidad del mineral no la densidad de la especie mineralógica, sino la densidad que corresponde al mineral por su contenido de fierro conforme á la ley media del mineral. Al proceder de esta manera hemos tenido en cuenta las consideraciones siguientes:

1ª Los criaderos no penetran profundamente en la masa de la roca intrusiva sino solamente en las fracturas que por la contracción por enfriamiento se forman en la zona superficial del núcleo intrusivo en su contacto con la roca sedimentaria.

2ª Las soluciones gaseosas y acuosas (fumarolas) que son las que forman los criaderos de contacto no circulan á través de la masa entera del macizo ó núcleo intrusivo sino por la superficie de éste, de cuya masa se desprenden, para impregnar, substituir, metamorfizar la roca sedimentaria y rellenar sus pequeñas grietas ó cavidades que ensanchan por disolución, en aquellos puntos en que la roca es permeable, y constituyen por concentración los depósitos de minerales de fierro en donde estas condiciones son las más favorables sin producir el mismo fenómeno en la roca ígnea, por ser ésta muy compacta y prácticamente impermeable, formando en ella solamente los minerales de metamorfismo endomórfico en una zona de unos cuantos metros de espesor, paralela á la superficie del macizo ó núcleo intrusivo.

3ª Los criaderos ferríferos de contacto son irregulares en su forma, dimensiones y marcha, é irregularmente repartidos á diferentes alturas en la zona de contacto de la roca sedimentaria con toda la superficie de la roca intrusiva, puesto que todas estas circunstancias dependen entre otros factores del esencialismo de la porosidad, permeabilidad y fracturas y cavidades de los estratos de la caliza en los distintos puntos de su masa en contacto con la roca intrusiva.

4ª Los criaderos ferríferos de contacto, sean cuales fueren su forma y su rumbo, siguen una dirección paralela á la superficie de la roca ígnea que forma prácticamente su límite á profundidad, como se desprende de lo que se ha dicho antes.

5ª—Los criaderos no obstante su comunidad de origen y estar repartidos en la zona de contacto de las rocas intrusivas y sedimentarias, son independientes individualmente, por más que estén inmediatos unos á otros, y no debe contarse con que en la profundidad se reunirán en un sólo ó varios grandes criaderos; esto no excluye la posibilidad de que algunos muy inmediatos se reúnan en su trayecto, pero esto es lo accidental y no lo que debe esperarse que suceda.

Las fumarolas á pesar de ser un fenómeno constante que acompaña al enfriamiento de las rocas ígneas no se extiende á toda la superficie de la roca en fusión, sino que se desprenden en determinadas zonas y porciones de su superficie, y su energía varía de un punto á otro, según la temperatura de la roca en enfriamiento y de los agentes mineralizadores que traen en disolución y la presión á que se encuentran las fumarolas; así que no debe esperarse en toda la periferia del macizo ó núcleo intrusivo, ni tampoco al mismo nivel con la roca sedimentaria insolvente de aquella, una mineralización continuada y homogénea, que forme un anillo que encierra al núcleo intrusivo sino manifestaciones en distintos puntos de la periferia de una mineralización de la misma naturaleza reunida en depósitos de diferente importancia.

Por otra parte, es poco probable que los criaderos se unan en la profundidad, pues que tienden á separarse más y más aparentemente toda vez que el núcleo de la montaña se va ensanchando más y más hacia la base y los criaderos tienen que seguir como hemos dicho, un curso paralelo á la superficie de este núcleo. Que algunos lateralmente se comuniquen de manera que formen ramificaciones de los canales comunes de circulación, es posible, pero sólo en pequeños trayectos, pues no se debe olvidar que los canales de circulación son la superficie de contacto que es muy extensa é irregular, y que de diferentes puntos de ella se hacía la llegada de la mineralización á la caliza, y así resultaba ésta, según sus condiciones de permeabilidad mineralizada en mayor ó menor extensión superficial, y en un espesor mayor ó menor también según las circunstancias favorables ó desfavorables.

6ª—Los criaderos están descubiertos por la erosión que ha destruído á mayor ó menor profundidad la cubierta de caliza cuyo límite superior va ocupando un nivel cada vez más bajo. Las bolsas ó criaderos de fierro están unos descubiertos casi en totalidad, otros á medio descubrir y otros apenas comenzándose á descubrir. Bajo

la acción continuada de la erosión algunos habrán y han sido de hecho completamente descubiertos.

Siendo el mineral de fierro más resistente á la erosión que la caliza, sobresalen como crestones, peñas, picos y agujas, las masas de fierro que poco á poco se van desintegrando y cuyos fragmentos van descendiendo por la ladera, bajo la acción de la gravedad, camino del valle, á donde llegan muy reducidos en tamaño por el desgaste sufrido en su transporte. De esta manera algunos de los criaderos ó bolsas han sido completamente destruídos y transportados al valle y otros se encuentran en estado más ó menos avanzado de destrucción. Si dejásemos á la acción de la erosión los criaderos ahora, conocidos muchos serían destruídos cuando la erosión de la caliza hubiera ya descubierto ó comenzado á descubrir otros nuevos.

Restos de la total destrucción de algunos criaderos que estuvieron situados á mayor altura que los existentes al descubierto en el cerro de Monclova, es el abundante acarreo de hematita que se encuentra en la falda del cerro y llega hasta la orilla del Ferrocarril en La Pedrera, cerca de la estación Castaño. Este acarreo ha descendido por la cresta de un contrafuerte, ó cuchilla, que partiendo de cerca de la cima de la montaña llegaba hasta el valle, y en cuyo contrafuerte en su parte superior, que quedaba al pie de los acantilados, la energía mecánica del agua comenzó formando un puerto, que profundizándose y ensanchándose al mismo tiempo que la altura del contrafuerte disminuía, acabó por formar primero un vallecito que separó al segundo, el cual se ha venido á convertir finalmente lo mismo que los otros contrafuertes, en una loma que forma parte del lomerío de la falda de la montaña, y los cantos de fierro cada vez más reducidos en tamaño, á la vez que alcanzan un nivel inferior, se alejan más de su lugar de origen. Este acarreo de fierro es tan abundante que se puede calcular que en este lugar hay unas 20,000 toneladas de mineral regado en la parte baja de la falda.

Se ve, por las consideraciones que preceden, que los criaderos son irregulares en su forma, de dimensiones muy variadas, que tienen como base ó límite inferior la diorita, que ésta forma masas ó cuñas que ensanchan mucho hacia abajo, y por consiguiente, que las bolsas ó criaderos no deben prolongarse mucho en profundidad; que no puede precisarse ésta, pero que sí se puede asegurar que en la mayoría de los criaderos no será muy grande dada la irregularidad de los criaderos y atendidas las condiciones para su formación y á que su prolongación no es precisamente en la vertical sino en

una dirección oblicua, que sigue paralelamente la superficie de la masa intrusiva (en los criaderos de Las Alazanas y El Cambio se descubre á nivel inferior en la montaña la diorita, lo que comprueba que son superficiales los criaderos); que igual cosa puede decirse de la longitud y espesor de las bolsas; pero que si éstas no son comunmente muy grandes, su número compensa la irregularidad y las relativamente pequeñas dimensiones.

Edad de los criaderos.—Formados los criaderos ferríferos como consecuencia de la intrusión de la roca ígnea durante su enfriamiento, la edad de los criaderos tiene que ser la de la roca intrusiva y como ésta fué inyectada en la caliza cretácea al verificarse el plegamiento que llevó á su mayor altura á los sedimentos cretáceos. fenómeno que como hemos dicho comenzó en esta parte de México en el Laramie y terminó á fines del Oligoceno, ponemos como límite inferior el Laramie y como superior el Mioceno. Como en el plegamiento de estas montañas han sido plegados los estratos del Laramie junto con los del Mesocretáceo, la inyección de estas rocas intrusivas tiene que ser posterior al Laramie y referirse al Eoceno con toda probabilidad.

Resumen.—Para satisfacer las necesidades de la industria del fierro en el estado de adelanto en que se encuentra en la actualidad, los depósitos ó criaderos ferríferos que tienen mayor importancia industrial, y que son, por consiguiente, los que alcanzan mayor valor comercial son aquellos en los cuales se puede obtener el mineral al más bajo precio, para cuyo objeto deben llenar los requisitos siguientes: que el mineral sea de muy buena calidad; que haya abundancia de mineral en los criaderos; la situación topográfica y geográfica han de ser bastante favorables para tener un transporte económico del mineral desde los criaderos hasta las oficinas siderúrgicas; estructura y naturaleza de los criaderos ó depósitos apropiados para hacer en ellos una explotación en grande escala y fácil para que sea económica; proximidad á los centros productores de carbón de piedra que han de proporcionar el coque y gas necesarios en las oficinas siderúrgicas. Ahora bien, los criaderos de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey llenan satisfactoriamente todas las exigencias anteriores y constituyen un negocio de éxito seguro, cuya duración por lo que respecta á la existencia de metal en los criaderos, tomando en cuenta todas las consideraciones que hemos hecho al tratar de su porvenir, puede estimarse en un *mínimum* de veinte años, aun suponiendo una extracción mayor que la que se hace al

presente. Una sola consideración en contrario que afecta directamente á las utilidades de este negocio, me permito hacer aquí, y es la de la situación de la planta siderúrgica actual, que estando situada en Monterrey, se halla lejos de los criaderos de carbón y de hierro que están bastante próximos en el terreno. No se me oculta que para establecer la oficina siderúrgica en Monterrey se deben haber tomado en consideración todas las circunstancias que favorecían esta elección. Establecida la Fundición en Monclova ó algún otro lugar convenientemente elegido que quedara entre los criaderos de hierro y los de carbon, se reduciría mucho el flete con ventaja de la negociación y se disminuirían mucho las múltiples contingencias á que está expuesto ahora el transporte del mineral y del carbon desde los criaderos al centro siderúrgico de Monterrey.

CLASIFICACION Y ANALISIS DE LAS ROCAS
INTRUSIVAS. (1)

DIORITA CUARCIFERA CON DIOPSIDA DE CARRIZAL, NUEVO LEON.

La roca tiene un aspecto granítico y contiene como minerales esenciales: plagioclasa ortoclasa, las dos con estructura zonal, diopsida, con color gris verdoso, biotita y poca amfibola.

Cuarzo como el último producto de la consolidación llena los intersticios entre los primeros elementos. Magnetita poca.

	Composición química.	Fe ₂ O ₃ calculado como FeO	FeO total	Relación molecular	n ^o moleculares
H ₂ O	0.22%				
SiO ₂	61.73,,			1.0288	67.75%
Al ₂ O ₃	18.87,,			0.1850	12.18,,
Fe ₂ O ₃	2.63,,	2.37 }	5.01	0.0696	4.58,,
FeO	2.64,,				
MgO	1.09,,			0.0272	1.79,,
CaO	5.93,,			0.1059	6.98,,
Na ₂ O	4.24,,			0.0684	4.50,,
K ₂ O	3.16,,			0.0336	2.21,,
	100.51%			1.5185	99.99%

(1) El análisis fué hecho en el Laboratorio del Instituto Geológico de México y la clasificación la hizo el Sr. Dr. Waitz.

Clasificación según Osann:

$$S=67.75; \quad A=6.71, \quad C=5.47, \quad F=7.88.$$

$$\text{Fórmula:} \quad s_{67.75}; \quad a_{6.5}, \quad c_{5.5}, \quad f_8; \quad k_{1.15}; \quad n_7; \quad m_8.$$

La relación entre a, c y n indica que la plagioclasa normal de la roca es más ó menos una Oligoclasa.

DIORITA CUARCIFERA CON DIOPSIDA DE MONCLOVA, COAHUILA.

La roca tiene un aspecto granítico y contiene como minerales esenciales: plagioclasa (Labradorita) ortoclasa (los dos con estructura zonal), diopsida (augita) con color verde claro en cristales y fragmentos, biotita. Cuarzo como el último producto de la consolidación llena los espacios entre los primeros elementos. Magnetita.

	Composición química:	Fe ₂ O ₃ calculado como FeO	FeO total	Relación molecular	% moleculares
H ₂ O	0.27%				
SiO ₂	53.17,,			0.8862	60.03%
Al ₂ O ₃	21.28,,			0.2086	14.13,,
Fe ₂ O ₃	5.31,,	4.78 }	9.81	0.1362	9.26,,
FeO	5.03,,				
MgO	0.90,,			0.0225	1.52,,
CaO	8.30,,			0.1482	10.04,,
Na ₂ O	3.20,,			0.0516	3.49,,
K ₂ O	2.14,,			0.0228	1.54,,
	99.60%			1.4761	100.01%

Clasificación según Osann:

$$S=60.03; \quad A=5.03, \quad C=9.10, \quad F=11.72$$

$$\text{Fórmula:} \quad s_{60.03}; \quad a_4, \quad c_7, \quad f_9; \quad k_{1.0}; \quad n_7; \quad m_9.$$

La relación entre a, c y n indica que la plagioclasa es una labradorita (Ab An.)

La diorita de Monclova es, según Whitman Cross, diorita de hornblenda cuarzosa.—Los diques que se desprenden de este macizo son de porfrita de hornblenda. La diorita de Candela y Carrizal es una diorita de augita con mucha ortoclasa.

MINERALES.

GRANATE (ANDRADITA) de color rojo oscuro, del Carrizal.

H ₂ O á 105°	0.03%
H ₂ O al rojo	0.12 „
SiO ₂	34.24 „
Al ₂ O ₃	1.54 „
Fe ₂ O ₃	30.39 „
FeO	1.44 „
MnO	0.66 „
MgO	huellas.
CaO	31.01%
	<hr/>
	99.43%

GRANATE (ANDRADITA) de color rojo claro y amarillento, del Carrizal.

H ₂ O á 105°	0.07 %
H ₂ O al rojo	0.00 „
SiO ₂	36.37 „
Al ₂ O ₃	3.48 „
Fe ₂ O ₃	26.61 „
FeO	1.53 „
MnO	0.52 „
MgO	0.13 „
CaO	31.32 „
	<hr/>
	100.03%

EPIDOTA.

Mineral amarillento y amarillo verdoso del contacto de las vetas de Carrizal y Cerro Mercado.

H ₂ O á 105°	0.97%
H ₂ O al rojo	1.00 „
SiO ₂	38.65 „
Al ₂ O ₃	18.41 „
Fe ₂ O ₃	14.61 „
FeO	2.61 „
CaO	20.23 „
MgO	1.58 „
Na ₂ O (K ₂ O)	0.90 „
P ₂ O ₅	0.50 „
	<hr/>
	99.46%

ROCA COMPACTA rojiza de granate impuro, que forma fajas ó vetas en la caliza del Carrizal.

H ₂ O á 105°	0.37%
H ₂ O al rojo	0.23 „
SiO ₂	34.86 „
Fe ₂ O ₃	12.45 „
Al ₂ O ₃	24.75 „
CaO	24.94 „
MgO	1.15 „
Alcalis	0.74 „
	99.49%

NODULOS DE SCAPOLITA en la caliza de la Sierra del Carrizal, N. León.

H ₂ O á 105°C	1.29%
H ₂ O al rojo	4.79 „
C	1.27 „
SiO ₂	45.06 „
FeO	0.59 „
Fe ₂ O ₃	0.75 „
Al ₂ O ₃	23.81 „
CaO	22.18 „
MgO	0.22 „
Alcalis	0.53 „
	100.49%

MAGNETITA con un poco de matriz.

Matriz (insoluble HCl)	3.12 %
S	0.02 „
Pb	0.00 „
Ti	0.10 „
Fe ₂ O ₃	65.14 „
FeO	32.01 „
Ni	0.08 „
	100.47 %

HEMATITA del Cerro Mercado, junto á Monclova.

Huellas de CaO y MgO.

Fe—64.83	corresponde á Fe_2O_3 .	92.61 %
Si		2.98 „
Ph—0.018		0.04 „
Al_2O_3		4.35 „
		99.98 %

HEMATITA. (Análisis No. 1).

Siliza	0.88 %	Peróxido Manganeso	0.43 %
Alúmina	1.06 „	Bióxido Manganeso	4.35 „
Peróxido de hierro	73.65 „	Acido fosfórico	0.047 „
Cal	7.28 „	Acido carbónico	5.92 „
Magnesia	0.22 „	Agua de composición	6.06 „

De lo cual resulta:

Hierro metálico	51.55 „	Fósforo	0.02 „
Manganeso metálico	3.21 „	Azufre	0.00 „

(Análisis No. 2.)

Siliza	0.67 „	Magnesia	0.24 „
Peróxido de hierro	74.82 „	Acido fosfórico	0.021 „
Protóxido de hierro	0.00 „	Acido sulfúrico	0.024 „
Alúmina	0.46 „	Acido carbónico	6.61 „
Cal	8.35 „	Agua de composición	3.30 „
Oxido manganeso	4.20 „	Humedad	0.95 „

Lo cual da 52.38 por ciento de hierro metálico.

