

En sus colores se distinguen los tintes claros y oscuros, hasta el casi negro, con manchas blancas diseminadas.

Las variedades blancas y negras, suministran hermosos ejemplares, en los que se perciben a la simple vista cristallitos alargados y fibrosos, casi aciculares de hornblenda, en una masa granular de feldespatos.

Diabasas.—Rompiendo entre las dioritas, gneisses y esquistos cristalinos, se destaca esta roca bajo la forma de diques con tendencia a seguir una misma orientación, como se verá por los datos que referentes a sus rumbos se tomaron.

Son notables en las elevaciones al N. del Tiro del Vaso, donde se pueden seguir sus crestones a lo largo de algunos contrafuertes que van hacia el arroyo de San Antonio; las situadas entre el portezuelo del tiro 96 y La Joya, y cerros de La Joya, de La Noria y La Campana.

Los crestones tienen una orientación en los cuadrantes NW. a SE. que se acerca más a la línea NS., al contrario de lo que sucede con las rhyolitas con las que suelen cruzarse como ya lo hemos descrito; los rumbos son los siguientes: entre el portezuelo del tiro 96 y La Joya, N. 25° W.; en el cerro de La Joya, varía por tramos pues se flexiona a medida que pasa a distintos accidentes, pero un término medio es de N. 25° W.; cerro de La Noria, en su flanco SW., N. 25° W.; y cerro de La Campana, N. 28° W.; siendo de observarse que el rumbo general es de N. 25° W.

El color del material de las diabasas, es verde azulado y de tintes más bien oscuros; la textura es porfirítica, mostrando manchas blancas de feldespato en una masa granular fina, casi afanítica.

El enfriamiento y consecuente contracción de la masa, dió lugar a juntas de tensión que se establecieron según dos zonas orientadas de la siguiente manera, como se observa en el crestón que se proyecta en los flancos del cerro de La Joya: N. 15° W. y N. 80° E.

Repetiremos que algunos diques de diabasa y de rhyolita se cruzan en el cerro de La Joya, cortando la rhyolita a la diabasa, y siendo por consiguiente la primera, de edad más reciente que la última.

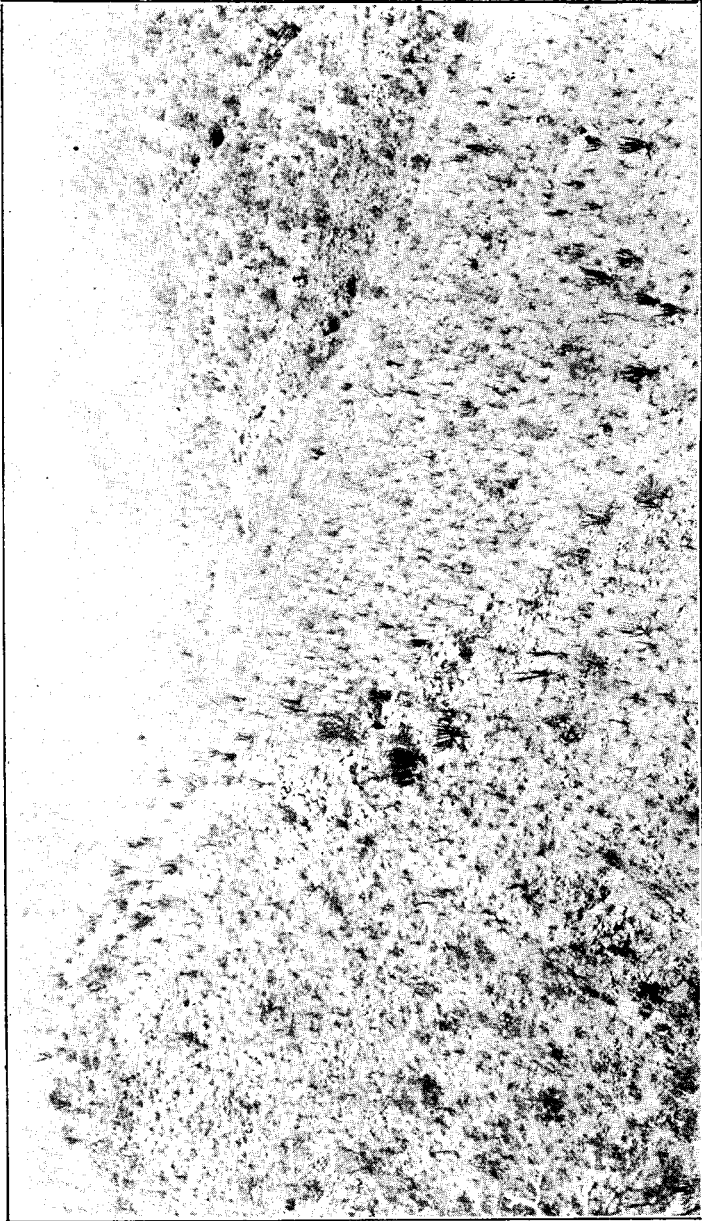
Hornblenditas.—Estas rocas asociadas con las dioritas y esquistos dioríticos, se encuentran bajo la forma de masas irregulares indistintamente diseminadas, pero siendo particularmente notables en ciertos lugares del contrafuerte del Huatamotito, perteneciente a la Sierrita, partes altas de la Sierrita, flancos y cima del cerro de La Joya, Cima del cerro 96, y cerro de La Choya, del Hornito y La Parrita, en la cuenca del Triunfo; siendo muy interesante que en las cumbres de la cadena divisoria entre las dos cuencas, es donde parecen manifestarse en mayor profusión, y tanto por esto como porque los demás afloramientos irregulares están circunscritos a cortas extensiones, los he supuesto como especies de chimeneas entre los esquistos dioríticos y la diorita.

En la cuenca de San Antonio son de notarse entre otros lugares, en el cerro de La Campana, pero especialmente en el cerro de Atezcaltama donde se encuentran magníficos ejemplares de hornblendita, constituidos por una agrupación de grandes cristales cuyas facetas fibrosas brillan alternativamente en relación con la luz incidente y cambio de posición del observador.

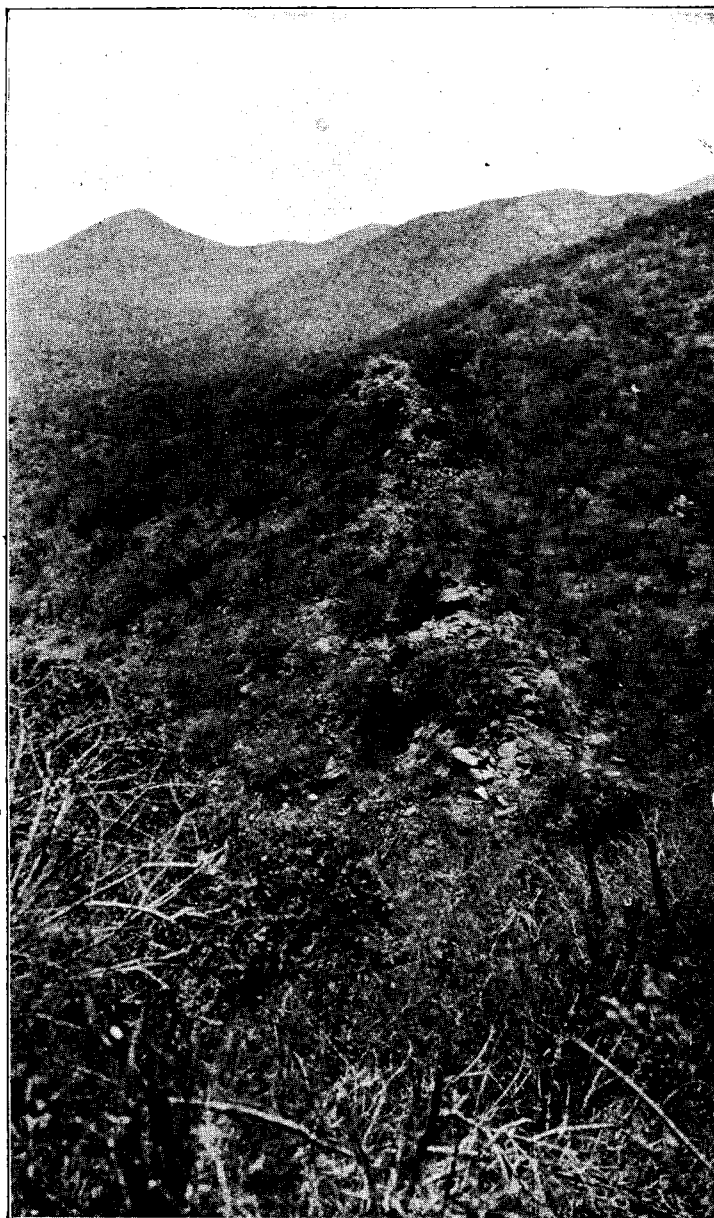
La hornblenda contenida pertenece a las variedades aluminosas, siendo de un color negro verdoso en lo general, con manchas blancas y amarillas debidas con toda probabilidad a la alteración por el intemperismo de algunos de sus elementos entre los que se encuentra el fierro, y en el que una oxidación más avanzada ha producido las manchas y costras amarillas.

Estas masas irregulares de hornblendita es fundado suponer, que fueron contemporáneas o más bien subsecuentes a los esquistos y dioritas entre los que afloran.

La roca es particularmente interesante por ser auro-argentífera, pues en un análisis de una muestra, practicada por el señor profesor Carlos Castro, jefe del Laboratorio de Química de este Instituto Geológico Nacional, se indica una ley de 19.5 gramos de plata y de 0.5 gramos de oro por tonelada.



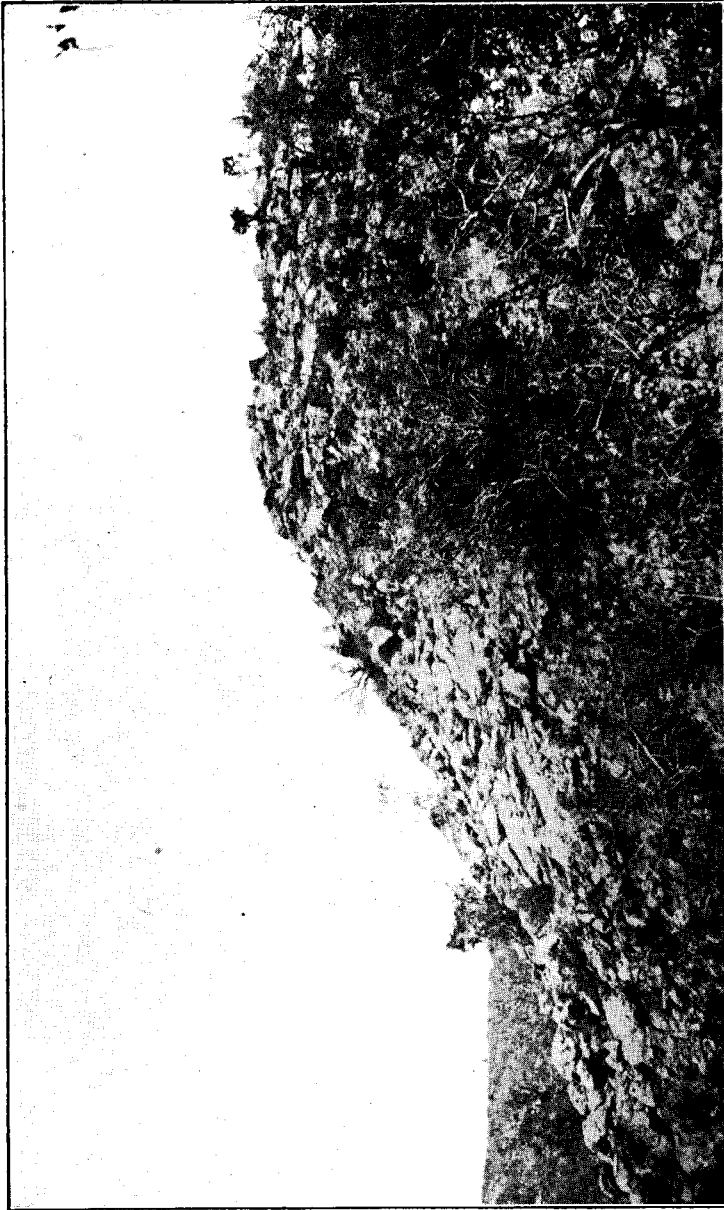
Fot. 30.—Dique de diabasa en el cerro de la Campana. San Antonio, Baja California.



Fot. 31.—Dique de diabasa en el cerro de La Joya. El Triunfo, Baja California.



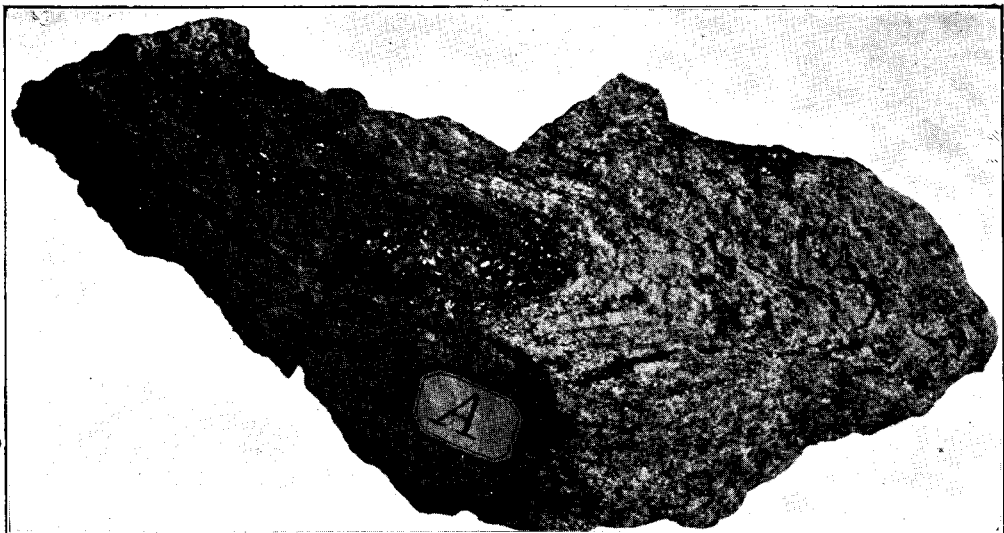
Fot. 32.—Hornblendita en el contrafuerte del Huatamotito.
El Triunfo, Baja California.



Fot. 33.—Gneiss en el cerro de la Cruz El Triunfo, Baja California.



Fot. 34.—Gneiss en el cerro de Quiénsabe. El Triunfo, Baja California.



Fot. 35.—Gneiss en el cerro de la Cruz. El Triunfo, Baja California.

ANALISIS NUMERO 131

Muestra de roca (hornblendita)

Análisis practicado por el profesor Carlos Castro

Humedad (H ₂ O a 110°C).....	0.09%
H ₂ O al rojo.....	0.47 „
Si O ₂	44.48 „
Fe O.....	6.54 „
Fe ₂ O ₃	2.20 „
Al ₂ O ₃	19.76 „
Mn O.....	0.21 „
Ca O.....	13.19 „
Mg O.....	9.51 „
Ti O ₂	1.81 „
K ₂ O.....	0.52 „
Na ₂ O.....	1.49 „
	100.27
Plata en gramos por tonelada.....	19.5
Oro „ „ „ „.....	0.5

Este resultado es muy importante, pues conduce con todo fundamento a inferir algunas conclusiones, sobre el papel desempeñado por estas rocas en la mineralización de los criaderos en las cuencas del Triunfo y San Antonio.

Gneiss.—El metamorfismo dinámico al ejercer su acción sobre el complejo múltiple que constituye la formación, tuvo entre otros efectos la producción de esta clase de rocas en los granitos y las dioritas; pudiendo por lo tanto distinguirse los gneisses graníticos y los dioríticos.

Es muy frecuente y se le encuentra en varios lugares, ya ocupando las partes altas, ya las bajas, ya las intermedias de los flancos de las elevaciones, habiendo algunas de éstas donde por lo menos superficialmente, es el material dominante como es el caso de los cerros de Quiénsabe, La Cruz y La Noria.

Sus mejores manifestaciones están en la cuenca del Triunfo en los cerros del Cementerio, Quiénsabe, La Cruz, La Noria, Pizoneña, Alto, Fortuna, Picachudo, pequeñas elevaciones al S. del cerro de la Fortuna y tramos de terminados del arroyo del Triunfo; observándose en mayor profusión en los accidentes que sirven de límites por el W.

En la cuenca de San Antonio también se presentan indistintamente, pero son particularmente notables en un tramo del camino entre el portezuelo 96 y tiro del Vaso, alturas de la zona de San Lorenzo y Vaca Muerta, y cerros de La Campana y el Crestón.

Aun cuando existen opiniones (1) de que la separación en bandas, es probable que no se deba a procedimientos subsecuentes de deformación y reordenación, sino que pertenece a la estructura original de las masas como se ha comprobado en algunas eruptivas, en mi concepto, en el caso que tratamos, si es un resultado de dicho procedimiento debido a las presiones mecánicas, pues éstas a consecuencia de las que se produjeron los gneisses fueron tales, que no sólo tuvieron por efecto orientar los elementos componentes de las rocas originales según bandas más o menos rectas y paralelas, como se ve en ciertas partes del cerro de La Cruz, sino también los acomodaron según fajas plegadas y onduladas, como se observa en algunos ejemplares muy curiosos obtenidos de los cerros de Quiénsabe y La Cruz.

Fenómenos de concentración de ciertos elementos bajo la forma de lentes, se notan en algunas porciones, como sucede en los cerros que anteriormente se mencionaron donde se encuentran acumulaciones lenticulares de mica-biotita.

(1) Text. Book of Geology. Archibald Geikie, Vol. I.

La estructura característica no es igualmente clara, pues la disposición de los elementos siguiendo cierta orientación, se gradúa entre la tosca y la fina, existiendo muestras donde apenas se percibe cierta tendencia a dicha orientación; esto, a mi modo de ver, confirma lo que se expuso relativo a la génesis, pues es de pensarse que allí donde las presiones obraron con mayor intensidad, produjeron la estructura gneissica tosca, que fué convirtiéndose en más y más fina hasta perderse, a medida que el material por su posición más cercana al centro y más alejada de la superficie, recibía menos directamente y con menos intensidad los esfuerzos de las presiones; de manera que en el caso de los macizos graníticos me parece fundado decir, que están compuestos de núcleos casi inalterados envueltos por zonas de gneisses más y más perfectos.

Los movimientos sufridos por la formación, tanto por los esfuerzos mecánicos como por la invasión de las dioritas y otras rocas, que levantaron y trastornaron a los gneisses y esquistos, determinaron en algunas partes la penetración de unos en otros, observándose en estos casos unas como cuñas de gneisses entre los esquistos, como por ejemplo, en la bocamina del Nacimiento; el hecho de que acabamos de ocuparnos no es enteramente preciso, pero sí muy probable, pues sabida es la dificultad que muchas veces existe en distinguir un verdadero esquisto de un verdadero gneiss, porque no siempre puede establecerse una línea de separación perfecta, entre el carácter esquistoso y foliado de unos y otros.

Recordaremos que este material ha sido atravesado por otras rocas ya de naturaleza ácida, ya básica, y tanto bajo la forma de vetas intrusivas como la de diques, siendo de indicarse las pegmatitas con turmalina negra en el cerro de La Cruz, la diabasa en los cerros de La Noria, el granófito en el cerro del Crestón y vetillas de aplita y granulita en otras partes.

El cuerpo general de los gneisses presenta rupturas en su continuidad, por el establecimiento de zonas de juntas acompañadas algunas veces de fenómenos de dislocación; esto último está bien manifiesto en la diorita y gneisses dioríticos, en el camino entre el Portezuelo 96 y el tiro del Vaso, donde es patente la interrupción y desalojamiento de las juntas muestras.

Los rumbos según los que se verificaron las juntas varían ampliamente, pero según los datos siguientes: cerro de La Cruz, N. 20° E.; cerro de Quiénsabe, N. 20° E. y N. 70° W., y cerro del Cementerio, N. 10° E. y EW.; se deduce que se establecieron según zonas en el cuadrante NE. entre los 20° y 25°, siendo éstas cortadas casi en ángulo recto por otras en el cuadrante NW., según parecen indicarlo los datos del cerro de Quiénsabe.

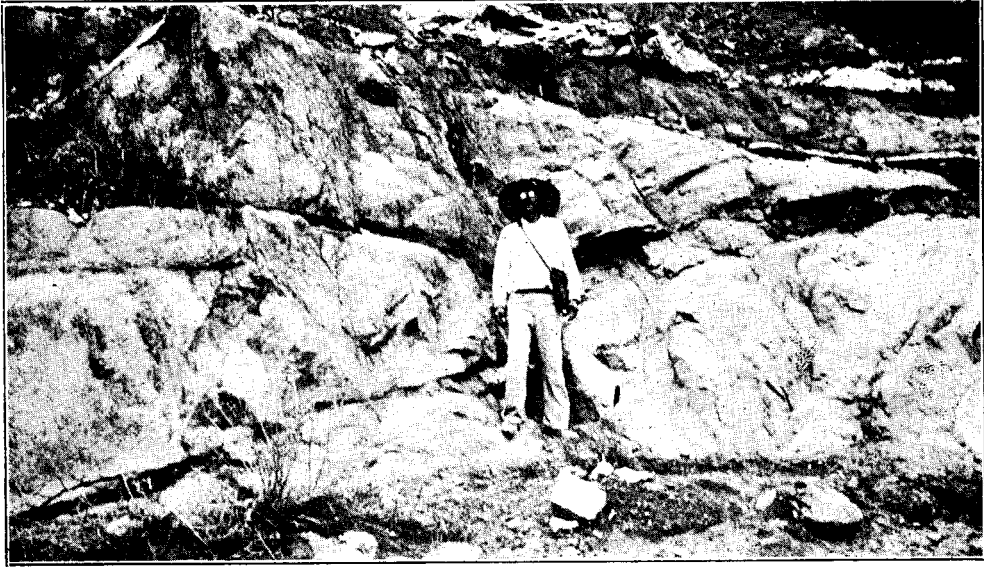
Estas juntas, aunque resultan en los mismos cuadrantes que las que afectaron a las rocas graníticas, difieren en cuanto al número de grados del rumbo, lo que demuestra la complejidad del fenómeno, pero que por la identidad del cuadrante nos pone en actitud de presumir la dirección general de los esfuerzos de compresión sobre las masas de las rocas.

Los planos de las juntas no siempre son verticales, sino que afectan cierta inclinación, variando su echado entre 23° y 45° tanto al N. como al W.; y han dividido, como en el cerro de La Cruz, a la masa general del gneiss en lajas que suministran losas para pavimentos.

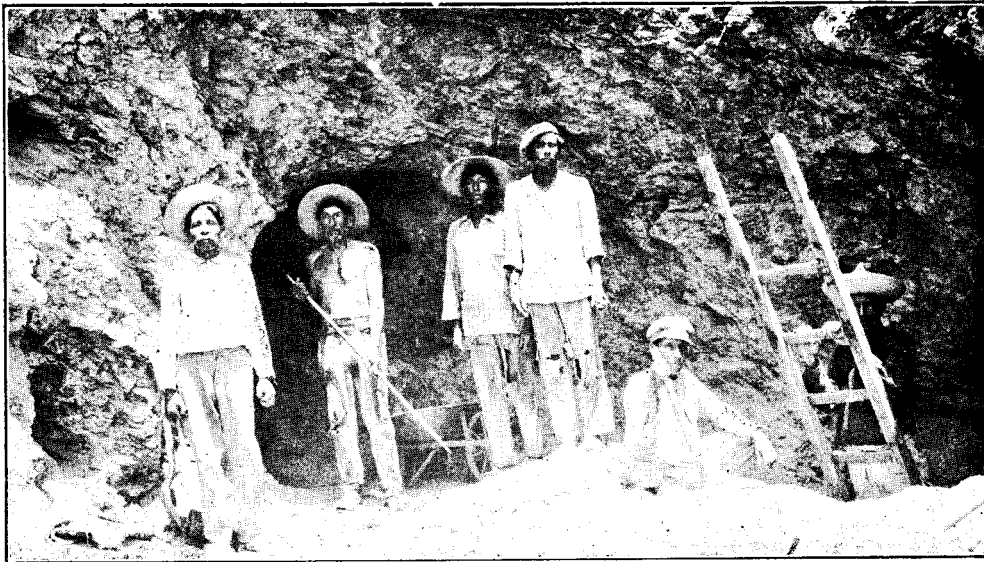
Los colores son claros de tintes grises, amarillos y rojizos en las variedades graníticas, y en lo general oscuros en los gneisses dioríticos.

Esquistos.—También me parece conveniente distinguir los esquistos de diorita y los mica-esquistos; siendo los primeros la transformación de las dioritas, como efecto de los esfuerzos de compresión y de ruptura a que estuvieron sometidas, y los segundos el resultado del metamorfismo ya dinámico o de contacto, o por la acción combinada de ambos, sobre depósitos de origen sedimentario; lo que se acaba de decir sobre el metamorfismo, está fundado en el hecho de que los mica-esquistos, se ven algunas veces rodeando a núcleos de granito, como en el valle de Canovas en los alrededores del cerro de San Rafael, notándose la particularidad de que su carácter micáceo parece mejor definido a medida que quedan más cerca de los granitos.

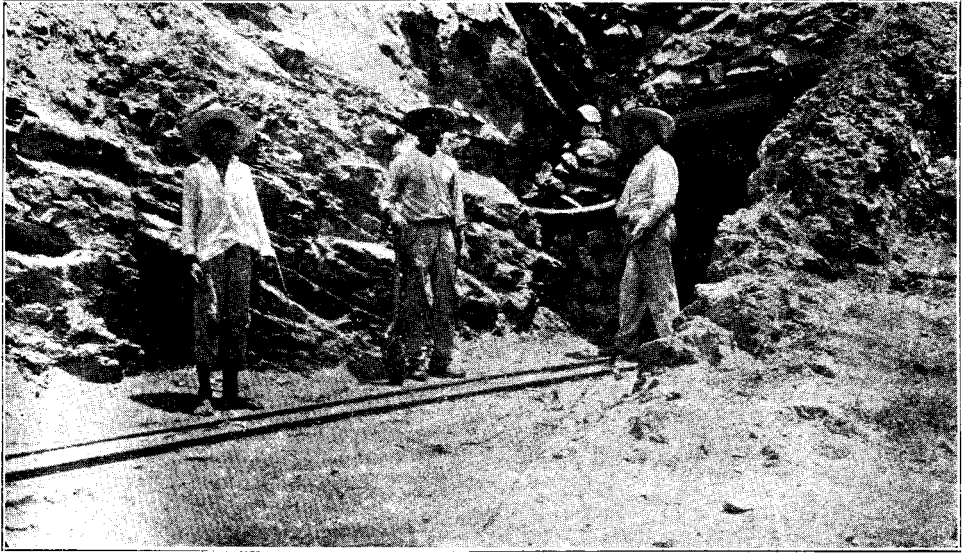
Extensa es la formación observándoseles indistintamente en los valles de El Oro, Codio y Canovas. En la región de Palo Verde en los cerros del



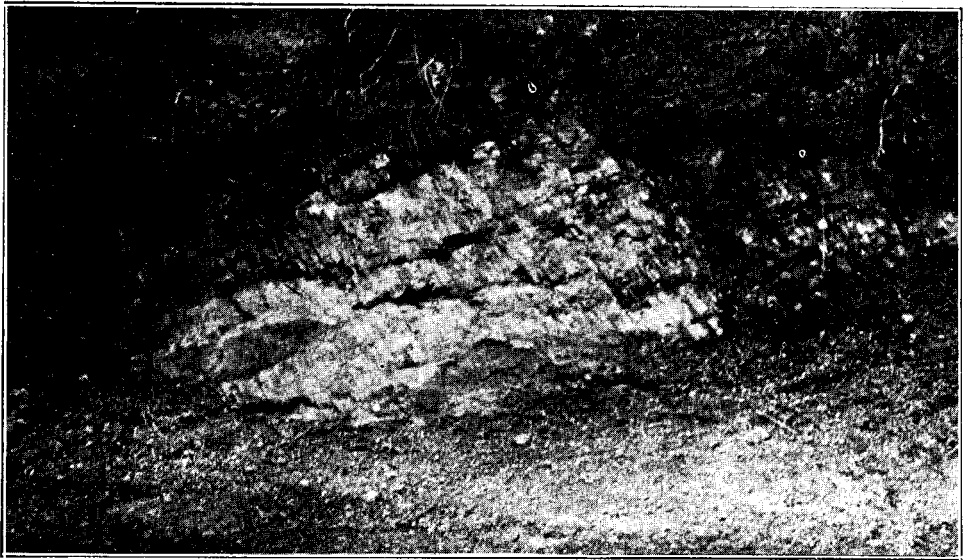
Fot. 36.—Juntas de la diorita, entre el portezuelo 96 y el tiro del Vaso.
El Triunfo, Baja California.



Fot. 37.—Esquistos en la mina El Sol de Mayo. Cerro de La Campana.
San Antonio, Baja California.



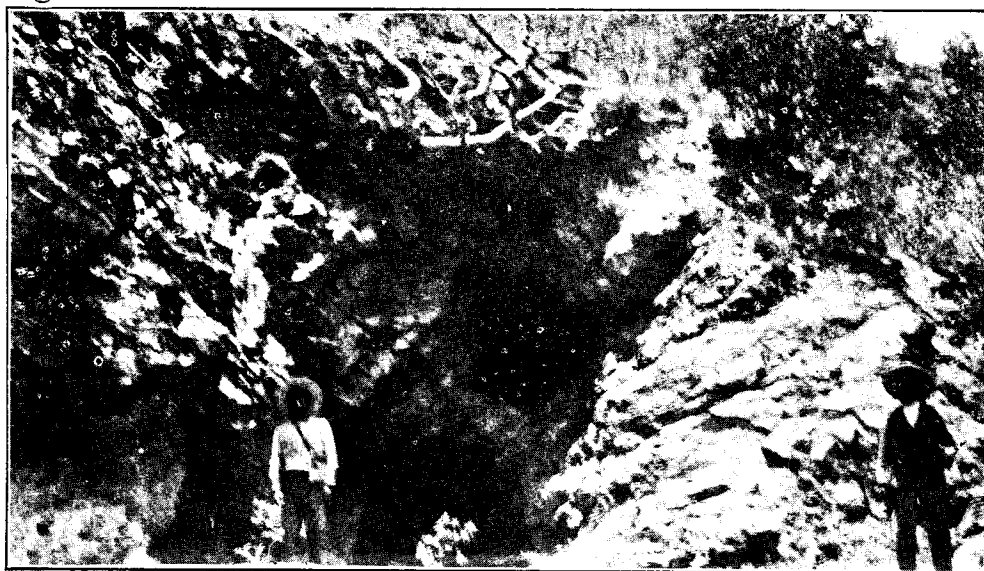
Fot. 38.—Esquistos en la mina de La Campana. Cerro de la Campana.
San Antonio, Baja California.



Fot. 39.—Esquistos frente a la mina Soledad. El Triunfo, Baja California



Fot. 40.—Contacto entre los esquistos y gneisses al pie del cerro de la Cruz.
El Triunfo, Baja California.



Fot. 41.—Esquistos y mica-esquistos, en las cercanías de la mina El Nacimiento.
San Antonio, Baja California.

Panadero, El Mautal y el arroyo de El Salto. En la cuenca de San Antonio son muy frecuentes, pues se les ve cubriendo porciones de importancia en los alrededores de la mina El Parral, en los flancos E. de la sierrita divisoria entre San Antonio y El Triunfo, en el cerro de Lachurea y parte baja del valle, así como en las elevaciones del Crestón, La Campana, La Vaca Muerta y otras, que hasta los alrededores de Columbinas determinan la sierrita de San Antonio; en algunas partes la formación se manifiesta bastante potente, como en el Parral y sus cercanías, zona desde el portezuelo de Humboldt hasta más al N. de la mina Valenciana, en la Vaca Muerta y entre los cerros de La Campana y El Crestón. En la cuenca del Triunfo cubren porciones de bastante importancia, siendo notables los mica-esquistos desde el portezuelo de Canovas hasta más allá del pueblo del Triunfo, y desde el arroyo del Triunfito hasta el pie de los cerros de Quiénsabe y La Cruz, extendiéndose hacia el N. por los cerros de La Noria y Pizoneña, y los alrededores de las minas La Prosperidad y Nacimiento; los esquistos dioríticos se encuentran en los lugares donde se presenta esta roca y que ya hemos indicado, siendo de recordarse que como la diorita es la componente principal de la sierrita divisoria entre las dos cuencas, es en sus flancos donde mejor se ven estos esquistos, pero de preferencia en el contrafuerte del Huatamotito, cerro de Mendozeña, Portezuelo, de los San Juanes y otros lugares; los esquistos por tramos se manifiestan poderosos como sucede en las cuencas de los arroyos de La Fortuna y 96, donde están las minas de Soledad, Fortuna, San Pedro, San Nicolás, Tiro 96 y Humboldt, y entre los cerros 96, Alto y Pizoneña.

La esquistosidad o foliación superinducida varía desde la tosca hasta la fina del mica-esquisto; en el valle de Canovas, cerca del cerro de San Rafael, los mica-esquistos muestran una estructura con planos divisionales numerosos más o menos paralelos y muy juntos, con sus caras lustrosas y brillantes a consecuencia de la mica, y que da la impresión de una phyllita. Por estas circunstancias reunidas y porque después del examen microscópico de la roca, me parece fundado lo establecido por el señor Dorby (1), al indicar que los mica-esquistos son rocas sedimentarias metamorfoseadas, he creído prudente colocarlos entre los de origen sedimentario, metamorfoseados por la extravasación de los granitos y por el metamorfismo dinámico.

En las dioritas se observa desde el simple crucero, como frente a la mina de Soledad, y distintos grados de fisilidad hasta la esquistosidad o foliación, como en el camino a San Antonio.

La separación entre algunos esquistos y gneisses no siempre es fácil de determinar, pues suelen graduarse unos en otros de tal manera que en su contacto se confunden y no se les distingue con claridad, como al pie del cerro de La Cruz.

Los mica-esquistos se presentan levantados y trastornados por las dioritas entre otros lugares, en el rebaje del camino de La Paz al Triunfo, a la entrada de este último, frente a la hacienda del Progreso, donde se manifiestan a ambos lados de un núcleo de diorita esquistosa bastante alterada. Los esquistos y los mica-esquistos se observan algunas veces como en las cercanías de la mina El Nacimiento revueltos y en confusión tal, que hacen patentes los movimientos y trastornos sufridos por la formación a consecuencia de los esfuerzos mecánicos que se desarrollaron.

También aquí como en los gneisses, mencionaremos que el material de los esquistos ha sido atravesado por otras rocas, ya bajo la forma de vetas intrusivas, ya bajo la de diques, indicando las pegmatitas en los cerros de Bebelamas, en el arroyo del Salto de la región de Palo Verde y en otros lugares; diabasa en el cerro de La Campana, y vetillas de aplita y granulita en varias partes.

En determinadas porciones de la extensa superficie ocupada por los esquistos, suelen manifestarse fajas alargadas de un material verdoso, untuoso al tacto y a veces también esquistosos, que en mi concepto no es más que el resultado de la serpentinización de las dioritas esquistosas; encontrándose por lo regular en las cercanías de los criaderos minerales; este hecho se observa muy bien en el cerrito de Lachurea de la cuenca de San Antonio.

(1). Text. Book of Geology. Archibald Geikie, Vol. I.

Los esquistos son de colores oscuros, amarillos y rojizos, según el grado de oxidación de sus componentes ferruginosos, mostrándose más alterados a medida que se encuentran más cerca de los criaderos minerales, y por consiguiente, de los trayectos por donde se verificó mejor la circulación de las aguas mineralizantes, y en ciertos casos es muy notable la silicificación y oxidación que en ellos se efectuaron.

La formación se ve interrumpida por juntas y dislocaciones, este último fenómeno es particularmente interesante por su magnitud, en el espacio comprendido entre las minas de Guasabe y Valenciana; las juntas varían en sus rumbos, pero por los siguientes datos (N. 45° W., N. 55° E. y N. 25° W.-N. 47° E.), tomados respectivamente en el tajo a la entrada del Triunfo y en el cerro del Cementerio, se ve que al establecerse lo verificaron según zonas en los mismos cuadrantes.

Caliza metamórfica.—En el Valle de Codio, en el lugar conocido con el nombre de La Calera, se encuentra un yacimiento de caliza metamórfica alargado en la dirección de N. 50° E, su echado es de 67° al E., está colocado entre esquistos cristalinos y parece que descansa sobre las dioritas; es un mármol de aspecto cristalino y de color gris claro con manchas de tintes más oscuros; se muestra agrietado, y hasta la profundidad ahora excavada, no ha producido sino pequeños fragmentos que usan en la fabricación de la cal.

Ya antes se indicó al tratar del itinerario Todos Santos-El Gaspareño, que este material se presenta en varios lugares de la sierra de la región del Cabo, teniendo esto interés porque suministra algunas bases, para deducir el origen probable de algunos de los esquistos, con los que se encuentra asociado.

Dislocaciones.—En el curso de la exposición que se ha hecho sobre las distintas rocas cuyo conjunto constituye el terreno que se estudió, varias veces se hizo mención de los esfuerzos mecánicos y de las transformaciones y movimientos que sufrió la formación a consecuencia de ellos.

Natural es pensar que una región tan afectada como ésta, en la que han quedado impresos de una manera muy marcada los trastornos y transformaciones sufridas, pues es esencialmente metamórfica, manifieste desalojamientos como consecuencia de rupturas y dislocaciones en las diferentes partes de que se compone; y así es en efecto, habiendo hecho referencia a ellas en lo escrito sobre vetas intrusivas de aplita y granulita, al tratarse de juntas maestras en los gneisses dioríticos y al describir lo relativo a esquistos: ahora sólo agregaremos que los fenómenos que nos ocupan son notables en algunos criaderos, como en el trabajado en la mina de Tres Marías, donde se observa la veta dislocada por una falla en pendiente directa de rumbo S. 25° E., y que son aún más notables en el terreno comprendido entre las minas Guasabe y Valenciana, donde el salto producido por la dislocación, ha determinado una profunda barranca de bordes abruptos y acantilados.

Historia geológica de la región.—Habiendo reseñado la naturaleza y distribución de los materiales cuyo conjunto constituye la estructura del terreno, vamos ahora, con ayuda de los datos recogidos y con la interpretación de los fenómenos observados, a tratar de establecer las fases evolutivas de la formación, o sea la historia geológica de la región.

Como rocas más antiguas creo que se pueden considerar a los mica-esquistos o mica pizarras y phillades, cuyos girones se ven en contacto con los gneisses y las rocas dioríticas; después las graníticas que por metamorfismo dinámico dieron lugar a los gneisses; el concepto anterior proviene de que en el Portezuelo de Canovas, entre los cerros del Cementerio y Quiénsabe, me ha parecido observar que los mica-esquistos y pizarras cristalinas se apoyan sobre el gneiss de los dos cerros, pudiendo decir otro tanto de las relaciones de posición entre ambas rocas, en el pie del cerro de La Cruz, siendo, por lo tanto, las graníticas emisiones posteriores que atravesaron a las mica-pizarras y mica-esquistos. Desgraciadamente no logré obtener ningún fósil, cuya determinación nos hubiera puesto en condiciones de asegurar la edad de estas últimas rocas, cosa por otra parte bien difícil, aun en el caso de que hubieran existido, si se recuerda que la región ha sido el objeto de un intenso metamorfismo.



Fot. 42.—Caliza metamórfica en la Calera. Valle de Codio, Baja California.

Después de haber leído varias obras que pudieran arrojar luz sobre el particular y de las que no obtuve nada en concreto, pues las que precisan algún dato de geología histórica, se refieren a lugares muy alejados (1), no obstante que en su formación me ha parecido encontrar cierta semejanza con la que nos ocupan, no he estimado conveniente tomar dichos datos como base, por la extensión enorme que, como ya dije, existe entre las zonas estudiadas. Refiero lo anterior por la semejanza en los materiales, y porque quizá en un futuro próximo puedan relacionarse unos con otros y se llegue a concluir algo definitivo sobre su edad.

En vista de estos obstáculos, tomaremos a las rocas primeramente indicadas como las representantes del Arcaico en la formación, creyendo con esto interpretar debidamente lo que sobre las rocas de esta Era escribieron los distinguidos geólogos mexicanos, señores José G. Aguilera (2) y Ezequiel Ordóñez (3).

Posteriormente vino una sucesión de rocas ígneas, probablemente antiguas o de la serie antecretácica (4), constituida por los granitos, las cuarzo-monzonitas, dioritas, gabbros, diabasas y hornblenditas, cuya distribución reseñamos, siendo de notarse que en vista de que las cuarzo-monzonitas de la región de Palo Verde, se manifiestan cortadas por algunos diques de dioritas como en el arroyo del Encino, son de tomarse como las más antiguas; después hicieron su aparición las dioritas que levantaron, trastornaron y metamorfosearon aún más a los esquistos cristalinos y gneisses, invadiendo la mayor parte de la región, y formando los grandes macizos de la sierrita limítrofe entre San Antonio y El Triunfo, y la de San Antonio; contemporáneas con las dioritas o quizá posteriores, hay que considerar a los gabbros diabasas y hornblenditas, que hemos visto asociadas con ellas, pues algunas como la diabasa se manifiestan en diques que cortan tanto a los gneiss, como a los esquistos y dioritas, y las otras como intrusiones irregulares en la masa general de dicha roca.

Una vez en este estado progresivo de la formación, se impone admitir una segunda emisión de rocas graníticas representadas por las intrusiones, diques y vetas intrusivas de granitos, granófiros, pegmatitas, aplitas y granulitas, que hemos encontrado rompiendo a las dioritas, gneiss, esquistos cristalinos y cuarzo-monzonitas; es indudable que estas emisiones de tipo más ácido, fueron posteriores a la serie de rocas que hemos enumerado, desde el momento que las cortan, y tal vez pudiéramos comprenderlas entre las graníticas que el señor don Ezequiel Ordóñez (5), anota como post-cretácicas, o entre las que los señores doctores Emilio Böse y Ernesto Wittich refieren a los principios del cretácico superior (6).

Posteriormente a la salida de las dioritas y de las diabasas, y probable-graníticas que el señor don Ezequiel Ordóñez (1), anota como post-cretácicas, o entre las que los señores doctores Emilio Böse y Ernesto Wittich refieren a los principios del cretácico superior (2).

Al Terciario hay que referir la brecha de cemento calichoso que encontramos en el arroyo de San Antonio y cuyo depósito se verificó, es de suponerse, durante el Plioceno, como lo veremos después.

En el Cuaternario comprenderemos los aluviones y el material detrítico que, como producto de la desintegración de las rocas, se ve diseminado en la superficie del terreno, pero de preferencia acumulándose en las hondonadas y lechos de los arroyos.

Como la historia geológica de la región está íntimamente ligada con

(1) Parergones del Inst. Geológico de México. Tomo IV. Núms. 2 al 10.

(2) Boletín del Inst. Geológico de México, 4, 5 y 6, segunda parte. Sinopsis de Geología Mexicana, por José G. Aguilera

(3) Memorias de la Sociedad «Alzate.» Tomo XXII. Las Rocas Arcaicas de México, por Ezequiel Ordóñez, M. S. A.

(4) Boletín del Inst. Geológico de México, 4, 5 y 6. 3ª parte. Las Rocas Eruptivas, por Ezequiel Ordóñez.

(5) Boletín del Inst. Geológico de México, 4, 5 y 6. 3ª parte. Las Rocas Eruptivas, por Ezequiel Ordóñez.

(6) Parergones del Inst. Geológico de México. Tomo IV. Núms. 2 a 10. Informe relativo a la exploración de la región N. de la costa W. de la Baja California, por E. Böse y E. Wittich.

la del territorio de que forma parte, vamos a seguir en sus movimientos a este último, que en un tiempo estuvo unido al resto de la República, sin la solución del Golfo de California.

La Baja California es de creerse que participó del diastrofismo que se produjo en un movimiento ascensional, probablemente desde a principios del Cambriano hasta el Carbonífero o finales del Paleozoico (1).

Después es de suponerse que haya seguido los movimientos diferenciales a que estuvo sujeta la región NW. del país, durante los períodos Triásico, Jurásico y Cretácico.

Al comenzar el Cenozoico, todavía la Baja California no era una Península, como claramente lo indica el señor Aguilera cuando establece lo siguiente: "El Pacífico estaba limitado por líneas de costa situadas más al W. y la Península de la Baja California no había sido separada todavía del Continente;" al concluir el Eoceno y en casi todo el transcurso del Mioceno, las aguas del Pacífico invadieron las tierras emergidas, y antes de terminar el Mioceno formaron el Golfo de California, dando lugar a la Península de Baja California; el hundimiento probablemente continuó hasta el Plioceno, y llegó al grado de hacer que la Península sufriera un fuerte estrechamiento en su parte N. a la altura de San Diego; antes de los finales del Plioceno, volvió a verificarse un movimiento ascensional de las tierras; es durante el último fenómeno de inmersión cuando considero que se formó el depósito de las brechas que se encuentran en el arroyo de San Antonio y que desde los finales del Plioceno, han continuado levantándose hasta alcanzar actualmente la altura de 329 metros sobre el nivel del mar, frente al cerro de Atezcálcama.

El estudio de los criaderos minerales de la región sería el complemento de este trabajo. No disponiendo en la actualidad de los datos suficientes para hacerlo con la exactitud que asunto de tal importancia requiere, y en la dificultad, por consiguiente, de terminarlo en tal forma que satisfaga las condiciones de seriedad y veracidad aconsejadas por la ciencia, lo aplazamos para más tarde en que, mejor documentados en cuanto a topografía, determinación de especies minerales, análisis de rocas y resultados de ensayos, se pueda estar en aptitud de escribir dicho trabajo, que repetiremos, vendrá a ser el complemento de la presente memoria; reservándonos para entonces la satisfacción de presentar a conciencia, nuestras conclusiones sobre los criaderos de los minerales del Triunfo y San Antonio, aumentando así los datos sobre geología aplicada, que por ahora son los de mayor utilidad para nuestro país.

México, febrero 5 de 1920.

(1) Al escribir este párrafo y los que siguen, he procurado ajustarme a lo que dice, en la Sinópsis de Geología Mexicana, en el Boletín del Inst. Geológico 4, 5 y 6, el geólogo señor José G. Aguilera.

SIERRA DEL NOVILLO O TRINCHERA, DISTRITO SUR, BAJA CALIFORNIA

POR EL SEÑOR DON ENRIQUE DIAZ LOZANO.

INTRODUCCION

Designado por la Dirección de Exploraciones y Estudios Geológicos, para formar parte de la comisión enviada al Distrito Sur de Baja California, se me ordenó por el jefe de dicha comisión que, en compañía de los señores practicantes Jorge A. Villatoro y Otón S. Orozco, verificara el estudio de la región situada al Oriente de La Paz, siguiendo las formaciones que se presentan paralelamente al Este del camino que conduce de esta población a Todos Santos.

De acuerdo con la orden recibida, se dió principio al estudio de esta región, cuya formación es ígnea y comprende dos zonas: una rhyolítica que se encuentra situada al N., NE., E. y S. de La Paz y se prolonga por el lado oriental del camino que conduce a Todos Santos, hasta muy cerca del poblado de San Pedro, y la otra, granítica, pues es la formación dominante, y que constituye el macizo que forma la cadena montañosa llamada de San Lázaro, que principiando al N. con la sierra de Cacachilas, se extiende hacia el extremo S. de la península de Baja California, dividiéndose en dos macizos secundarios, el llamado sierra de la Laguna y el de la Trinidad, separados por la cuenca que forma el río de San José, en cuya desembocadura se encuentra situada la población y puerto de San José del Cabo.

El tramo de esta cadena que nos correspondió estudiar, es el llamado sierra del Novillo o Trinchera, situado entre la de Cacachilas al N., NE., y E. y las montañas del Triunfo, de cuyo estudio se ocupó el señor ingeniero Vicente Gálvez, subjefe de la comisión.

De la zona rhyolítica, sólo se estudió en un principio, parte de ella, la que está al lado del camino según el cual se tenía que hacer el estudio, quedando pendiente el resto de esta formación, que se extiende al NE. y E. de la Paz, por haber dado preferencia al estudio de la zona granítica que se presenta a continuación, en el mismo lado del camino.

Más tarde, de acuerdo con el señor ingeniero Vicente Gálvez, que fué designado jefe de la comisión en lugar del señor ingeniero Bustamante, y después de haber terminado el estudio en la sierra del Novillo, se reanudó el de la parte de la comarca rhyolítica, que había quedado pendiente.

Mientras se emprendían estas investigaciones, llegó el señor doctor Antonio Pastor Giraud, que fué designado para inspeccionar los trabajos y bondadosamente colaboró con la sección que me fué encomendada en los estudios de esta última parte de la región rhyolítica ya mencionada.

Esta vez las exploraciones se extendieron hasta las islas del Espíritu Santo y la de Cerralvo y al lugar llamado Cajón de los Reyes, situado hacia el Occidente de la bahía de La Paz, exploraciones que sólo fueron de unas cuantas horas.

Cuando se hacían los últimos reconocimientos en la sierra del Novillo, el calor se había acentuado de tal manera, que fué imposible continuarlos con la actividad con que se habían iniciado y creí de mi deber poner en conocimiento del jefe de la comisión la forzada lentitud, con que por esta causa irremediable, se iban obteniendo los datos de la exploración.

En espera de lo que resolviera la superioridad en México, se continuaron los trabajos con la consiguiente lentitud: se hicieron los últimos reconocimientos en la sierra del Novillo, y se emprendió el estudio de la zona rhyo-

lítica que, como ya se dijo, había quedado pendiente. En el curso de estas operaciones, recibí orden para acompañar al señor Pastor Giraud en una excursión a la región de la Purísima, por lo que, los últimos reconocimientos quedaron a cargo de los señores practicantes Orozco y Villatoro, que con toda buena voluntad colaboraron conmigo desde el principio, encargándose además de tomar los datos topográficos que fué posible, así como de obtener las fotografías (1) para ilustrar este estudio, trabajo al que especialmente se dedicó el señor Orozco.

Es de justicia hacer notar la buena acogida con que fuimos recibidos y ayudados en todas partes, tanto por las autoridades, como por los particulares.

Además de los estudios ya enunciados, se hizo una excursión a la sierra llamada de La Laguna, y fuí designado en unión del señor Orozco, por el entonces jefe de la comisión, señor ingeniero Miguel Bustamante, para que acompañáramos en ella al señor Gobernador, general Manuel Mezta, a los señores Balarezo y otras personas. La expedición fué de muy poco tiempo y no puede decirse gran cosa acerca de este gran macizo granítico, al pie de cuyas estribaciones, se encuentra la población de Todos Santos.

Como se comprenderá, los datos obtenidos para su estudio, así como los recogidos en las expediciones a las islas de Cerralvo y Espíritu Santo, son muy escasos, lo mismo que los que se pudieron reunir en el lugar llamado Cajón de los Reyes, por lo que estos puntos serán tratados en su oportunidad muy someramente.

ASPECTO GENERAL

La extensión recorrida por nosotros, puede dividirse de la manera siguiente:

La sierra llamada de San Lázaro (2) que principiando al Sureste de La Paz con el macizo de Cacachilas, sigue con el del Novillo o Trinchera, macizo que el señor Angerman en su estudio titulado "Fisiografía e Hidrología de los alrededores de La Paz, Baja California," designa con el nombre de sierra de San Pedro, forma una faja angosta que ocupa el lado oriental en esta parte de la península y queda limitada por la costa hacia el Golfo de California. Después, a la altura de las poblaciones y Minerales del Triunfo y San Antonio, se extiende hacia el Suroeste, invadiendo todo el extremo Sur de la península y dividiéndose en dos ramas designadas con los nombres de sierra de la Laguna al Oeste y la Trinidad al Oriente, y separadas por la angosta cuenca, en cuyo fondo corre el río de San José que desemboca en el mar.

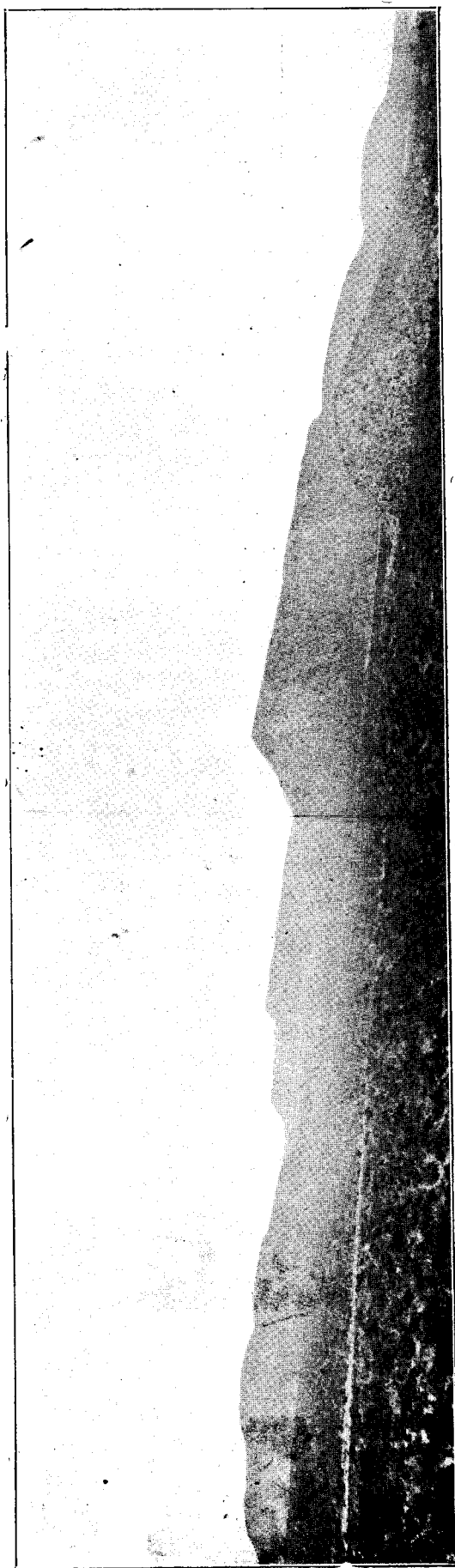
Este gran macizo montañoso contiene alturas de bastante consideración, como el Pico de los Soldados, en la sierra de Cacachilas, que alcanza una altura de más de 1,400 metros sobre el nivel del mar (4,262 pies), y el de La Aguja, en la sierra de la Laguna, cuya altura es de más de 2,000 metros (6,083 pies), señalándose en las cartas geográficas de estos lugares alturas aun mayores como la de Santa Genoveva, con más de 3,600 metros (8,000 pies), en la misma sierra de La Laguna.

Este conjunto montañoso representa orográficamente la parte más importante de la región; a él pertenece la sierra del Novillo ya mencionada y a la que se concretó nuestro estudio; tiene aproximadamente una dirección Noreste a Suroeste, afectando una forma alargada, más ancha hacia su extremo Sur (lámina II), que hacia la extremidad septentrional; contiene también alturas de regular consideración, entre las que pueden señalarse el cerro Prieto con 980 metros sobre el nivel del mar, de San Isidro con 740, el de la Cercada, con 780, existiendo algunos otros de alturas intermedias.

En general, el sistema montañoso de la sierra de San Lázaro, tanto por

(1) Los dibujos correspondientes a los croquis, con muy ligeras modificaciones, fueron ejecutados por el señor Jorge A. Villatoro.

(2) Véase la lámina III contenida en el estudio que antecede, titulado "Los Minerales del Triunfo y San Antonio," por el señor don Vicente Gálvez.



Fot. 1.—Vista panorámica de la zona rhyolítica al Sur de la Paz, tomada desde e: cerro de San Juan, Baja California.

su magnitud, como por su antigüedad, ha influido en el aspecto dominante de la región, pues la larga acción de los agentes exteriores, ha hecho que el material granítico de que está constituido, al ser alterado y desintegrado, haya sido a su vez arrastrado por las aguas y diseminado desde sus flancos hasta sus partes más bajas, extendiéndose a gran distancia y enterrando puede decirse, bajo la capa de estos materiales de desagregación, parte de las formaciones posteriores.

Las alturas que se encuentran en las cercanías de La Paz, son las que como se ha dicho antes, pertenecen a la comarca rhyolítica, cuya fisonomía las hace distinguirse perfectamente del sistema montañoso que lleva el nombre de sierra de San Lázaro.

Este conjunto de elevaciones, ocupa una extensión muy pequeña relativamente en comparación con el poderoso macizo granítico ya mencionado.

Todas estas alturas son de corta elevación; las mayores quedan comprendidas entre unos 200 y 300 metros sobre el nivel del mar; sus formas son muy características, principalmente las que afectan las situadas al Este del camino entre La Paz y San Pedro, pues son alargadas y en forma de mesas inclinadas, aproximadamente en disposición paralela, y con dirección de Este a Oeste, teniendo su mayor altura hacia el Oriente, como puede observarse en los cerros Atravesado, Bledal, Mezquitito, El Quiote, etc.

Hacia el Norte y Este, se extiende el resto de este conjunto de alturas, que como el cerro de La Calavera y el del Coyote, bordean con su flanco occidental el canal que da acceso al puerto. Todas ellas se extienden formando una faja que comienza en el borde oriental de la bahía de La Paz, cerro del Coyote y Calavera y se distribuyen al Este, Sureste y Sur de La Paz, deteniéndose a poca distancia del poblado de San Pedro, en donde se aproximan al macizo granítico del Novillo, relacionándose con él en los flancos occidentales de la extremidad septentrional de esta sierra, por medio de lomeríos.

La región que el señor Angermann en su estudio citado, página 34, llama la depresión, es una lengua de tierra arenosa, casi plana, que se eleva suavemente entre la bahía de La Paz y Todos Santos. Tiene una dirección de Sur a Norte y está limitada hacia este último punto, por la bahía de La Paz, al Este y Sur, por el sistema montañoso de la sierra de San Lázaro, y al Oeste, por un conjunto de pequeños lomeríos que la separan del Pacífico y que nosotros no tuvimos oportunidad de estudiar en toda su extensión.

En la región recorrida por nosotros, las aguas superficiales tienen su origen principalmente en los macizos graníticos.

Los arroyos que con carácter torrencial descienden de éstos, cortan a través de los lomeríos que se apoyan en los flancos de la sierra, para correr después en un cauce incierto, por la planicie, absorbiéndose la mayor parte de ellos, en los extensos depósitos arenosos que la cubren y desembocando otros en la bahía de La Paz.

En esa región los arroyos principales (lámina I) son: el de la Barrosa, que tiene su origen en el macizo de Cacachilas, pasa por la falda Sur del pico llamado de los Soldados, en cuyo lugar recibe el nombre de arroyo del Puerto, pasa después por la región rhyolítica cerro de San Andrés, Pozos y otros puntos, con el nombre de arroyo de la Cantería y con el de la Barrosa desemboca en la bahía. El arroyo de San Isidro, que nace un poco al Sur del rancho llamado de las Calabazas, hacia el Oriente de la sierra del Novillo, tuerce su cauce al Occidente; pasa a través de los cerros de San Isidro y la Cercada; continúa por el rancho de las Playitas; corre después hacia el Sur, y flanqueando el lado occidental de la sierra, se desvía hacia la planicie para pasar cerca del pueblo de San Pedro y paralelamente al de la Barrosa, desemboca también en la bahía de La Paz.

El de la Trinchera, nace también en el flanco oriental de la sierra, al Sur del rancho de Calabazas, entre éste y el de San Vicente, recibe en varios puntos de su trayecto los arroyos secundarios procedentes de la de Cacachilas, y del Novillo, que vacían sus aguas en la margen izquierda los que descienden de la primera, y en la derecha, los que bajan de la segunda.

Este arroyo tiene su curso hacia el Occidente y corta a través de las es-

tribaciones finales del Sur de la sierra; forma una caída al pasar entre ellas en el lugar llamado El Salto; corre por un pequeño espacio paralelamente a la falda occidental de la sierra, y desviándose después, desaparece entre los arenales de la planicie.

Existen además, arroyos de menor importancia, como el arroyo Grande, que pronto son absorbidos por las capas de arena permeables que recubren la llanura.

En resumen, las aguas de esta región tienen su salida hacia la bahía, como los arroyos de San Isidro y La Barrosa, o se pierden en el depósito arenoso de la depresión que se extiende al Occidente de la sierra.

Los arroyos que nacen y se han abierto paso a través del conjunto de elevaciones en los alrededores de La Paz, dan origen a pequeños valles que han estado sometidos no solamente a la acción de estas corrientes superficiales, sino que han sufrido también los movimientos de sumersión y emersión de esa zona, pues como se verá al tratar la geología de esta comarca, son patentes las huellas dejadas en ella por el mar. Como ejemplos característicos de esta acción, pueden citarse los restos de antiguas playas, en lugares bastante alejados de los límites del mar, los de moluscos marinos que se encuentran en el valle comprendido entre los cerros del Bledal y El Quiote y los que aún existen en las faunas actuales, en alturas de 80 a 100 metros sobre el nivel del mar.

Algunos de estos arroyos, que con sus acarreos han contribuido al azolve de la bahía después de circular por esta comarca, forman esteros en su desembocadura, al grado, que actualmente el acceso de las embarcaciones al puerto, sólo puede hacerse por un angosto canal que bordea el lado oriental de la bahía.

Por la escasez de las lluvias y la absorción de la mayor parte de las aguas superficiales debido a la extensa capa arenosa que cubre las partes bajas, la región tiene todos los caracteres de los países desérticos, que como es bien sabido, es el aspecto dominante en todo el Territorio de la Baja California.

El agua de la que se sirven sus habitantes, procede principalmente de manantiales más o menos perdurables, así como de pozos practicados a diferentes profundidades.

En estas extensiones arenosas, los principales representantes de la flora, son xerofíticos; las cacteadas son los ejemplares dominantes. Entre éstas se distinguen por su gran desarrollo, las que vulgarmente se conocen con los nombres de Cardones, Chollas, Pitayas, etc., etc.; también se encuentran representadas algunas leguminosas como el mezquite, y en general todas aquellas plantas cuya organización les permite soportar largos períodos de sequía, y que dan a la comarca en que se encuentran, tan característico aspecto. La vegetación de otro orden, sólo se encuentra cerca de los manantiales o en los lugares en donde el agua puede proporcionar elementos de vida para el desarrollo de una flora tropical bien definida.

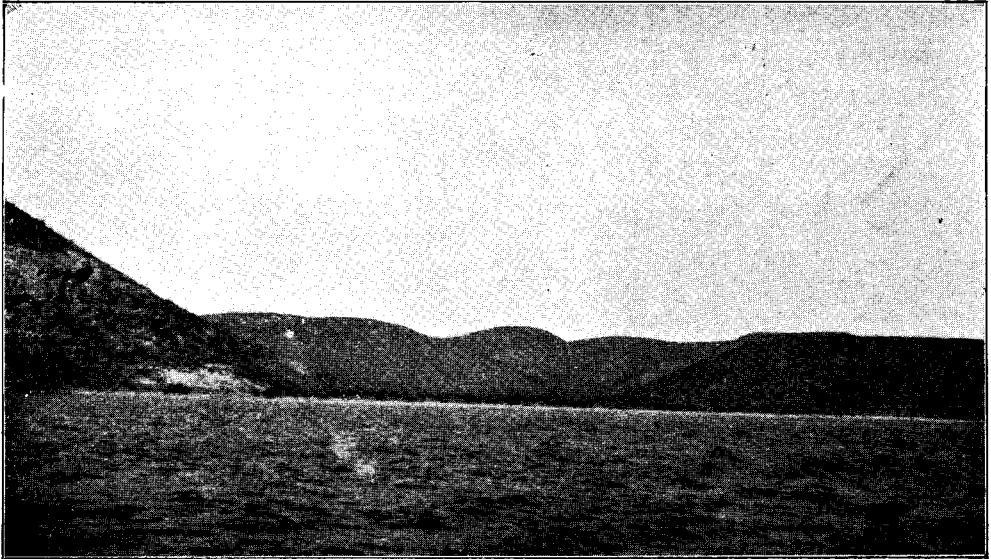
Algunas partes, como la sierra de La Laguna que se levanta más de 2,000 metros sobre el nivel del mar, y en la que el agua es abundante, se encuentran cubiertas a cierta altura de bosques de coníferas y otras plantas características de las tierras templadas.

GEOLOGIA

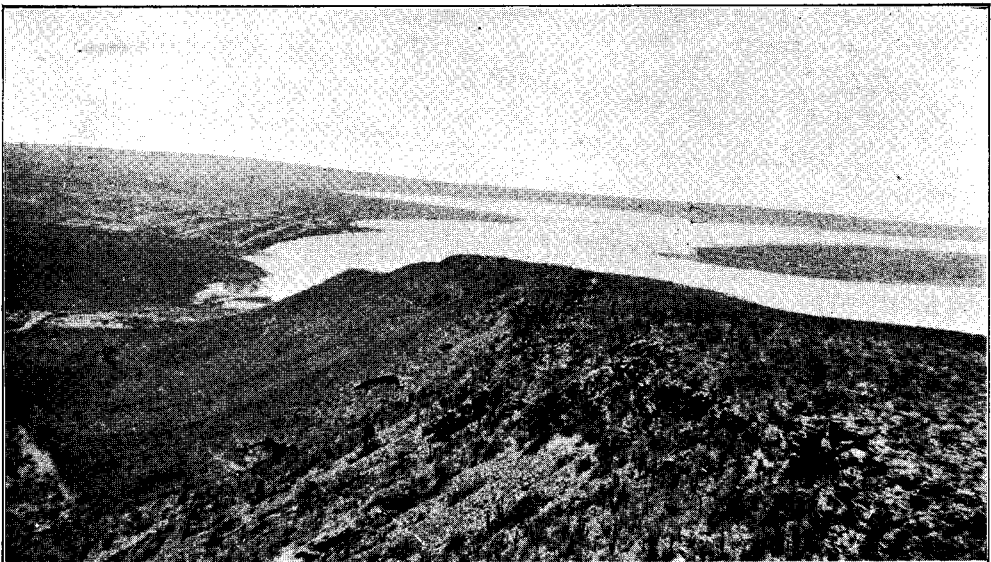
Sierra del Novillo o Trinchera

Láminas I-II

La sierra del Novillo o Trinchera, de cuya geología se va a tratar, forma parte del sistema montañoso de la sierra llamada de San Lázaro; este conjunto orográfico como se ha hecho notar, es el más prominente y ocupa la mayor extensión en la parte meridional de la península. Por ser las formaciones que le han dado origen las más antiguas, se ha creído conveniente principiar con él este estudio.



Fot. 2.—Estero de Palmira, Bahía de La Paz.



Fot. 3.—Ciudad y bahía de La Paz.

Los primeros reconocimientos se emprendieron por el flanco occidental (lámina I), tomando como base de operaciones, la población de San Pedro—que está situada en los lomeríos bajos que poco a poco se van perdiendo en la planicie occidental o depresión y que tiene aproximadamente unos 200 metros sobre el nivel del mar—se hicieron, siguiendo el camino que se desarrolla sobre el cauce del llamado Arroyo Grande, que conduce al rancho llamado del Novillo y al de Las Tinias. Este arroyo en su principio, presenta escaso interés, pues su curso es poco preciso sobre las arenas de origen granítico que constituyen el terreno; pero se hace interesante a medida que se aproxima a las faldas del macizo, pues corta entre los depósitos que han sido acumulados en los flancos, y que modelados por los agentes exteriores, principalmente por la acción de las aguas, forman la sucesión de lomeríos dispuestos en líneas aproximadamente normales, al macizo, a través de las cuales abre su cauce y deja ver algunos cortes de diferentes espesores, entre los que puede mencionarse el que se encuentra en el paraje llamado Poza de Pancho, a unos 270 metros sobre el nivel del mar y cuyo espesor es aproximadamente de unos 10 metros. Este corte está constituido de capas formadas por granos de cuarzo y feldespatos bastante consolidados, encontrándose diseminados en él zonas de pequeños cantos rodados. La inclinación general de dicho corte, es aproximadamente de unos 10° al Oeste.

Continuando a través de estos lomeríos, se llegó a los primeros afloramientos del macizo ígneo, en el cerro llamado el Chuzo a 300 metros sobre el nivel del mar, que no es más que una pequeña estribación que se desprende del macizo principal, en el cual se presenta la roca con los caracteres cuya descripción y estudio microscópico han sido ejecutados por los señores Rodolfo Martínez Quintero e ingeniero Rafael Orozco, miembros del Instituto Geológico de México, a cuyo cargo ha quedado el estudio del material petrográfico, colectado en la región.

El señor Martínez Quintero, refiriéndose a la muestra tomada en ese lugar, la clasifica como una *diorita de pyroxena*, señalando los caracteres macroscópicos siguientes: roca oscura de grano medio que presenta cristales de feldespatos y de un elemento ferromagnésico. Al microscopio designa su textura como hypautomórfica, señalando como constituyentes principales la *andesina*, > *hiperstena*, > *oligoclasa* > *augita*; como minerales accesorios *magnetita* y *topacio* y como secundarios *kaolín* y *serpentina*. La roca en ese lugar está agrietada y rellena por materiales minerales, habiendo encontrado un crestón cuarcífero cuya dirección es NW. 30° SE. El cuarzo que constituye este crestón es compacto y ferruginoso.

Continuamos nuestros reconocimientos hacia otra pequeña estribación llamada cerro de Las Tinias; en su falda, y hacia la margen izquierda del arroyo Grande, que en esta parte de su trayecto corre entre los acantilados graníticos, se observa un sistema de vetillas, cuyos rumbos dominantes son: NW. 30° SE., con un echado general de unos 20° hacia el NE. El material que las rellena, procede de la desagregación y alteración de la roca encajonante que a su vez ha sido clasificada también por el señor R. Martínez Quintero, como una *diorita pyroxénica* con textura análoga a la anterior y cuyos constituyentes principales son *oligoclasa*, > *hiperstena*, > *andesina*, > *aegirita*—*augita*? > *hornblenda* secundaria; accesorios: *magnetita* y *topacios* secundarios: *bastita* y *kaolín*.

Comparando esta roca con la anterior procedente del cerro del Chuzo, vemos que la oligoclasa se encuentra en mayor proporción que la andesina y que entre sus constituyentes secundarios figura la bastita, elementos que faltan en la primera.

A 340 metros sobre el nivel del mar, se encontró otro crestón cuarcífero entre las alturas denominadas cerro de La Cruz y cerro de Las Auras, con una dirección aproximada de NE. 35° SW.

Los reconocimientos se llevaron más al N. de los lugares mencionados, y siguiendo el arroyo de La Palma, que es el nombre con el que en este punto se conoce el de San Isidro, hacia el NE. de San Pedro, se encuentran cortes practicados por este arroyo en los lomeríos formados por el material de des-

agregación procedente del macizo. Están formados por tobas, granos de feldespato y cuarzo en diferentes grados de consolidación, hasta llegar a las primeras estribaciones del macizo en donde aflora francamente la roca, como en el cerro del Saltito. En este punto (270 metros sobre el nivel del mar), el arroyo corre sobre la roca formando un salto y dejando ver en este hermoso paraje, grandes acantilados de más de 20 a 25 metros de altura, en los que se presenta la roca en grandes lajas (planos de junta) aproximadamente de un metro de espesor, con echado general de 33° al NE. y con una dirección NW. 45° SE. El agua que corre entre esta roca, al caer sobre el lecho arenoso del arroyo, se pierde por infiltración a unos cuantos metros de su caída.

Esta roca ha sido clasificada por el señor Martínez Quintero, como una *diorita cuarcífera*; es de color gris, con manchas negras y contiene cristales de feldespato, biotita y cuarzo. Su textura es granular y sus constituyentes principales son: *oligoclasa*, $>$ *hiperstenas*, $>$ *biotita*, $>$ *cuarzo*, $>$ *hornblenda verde*. Sus accesorios, *magnetita* y *topacio*. Los constituyentes secundarios, *serpentina* y *kaolín*. Como se ve, el cuarzo aparece formando parte de los elementos principales de la roca, así como la biotita que no se ha presentado en las anteriores localidades; en cambio, la magnetita y el topacio, como constituyentes accesorios, son constantes, así como el kaolín entre los elementos secundarios.

De la margen izquierda del arroyo se ascendió a la pequeña estribación llamada cerro del Saltito, que tiene una altura aproximada de unos 30 metros sobre el nivel del mismo. Sobre esta estribación se encuentra un conjunto de vetillas de cuarzo, con una dirección dominante de NW. a SE., que se pierden bajo el material desagregado que cubre la falda de esta estribación; entre ellas se encontró una de unos 30 centímetros de potencia, en la que pueden distinguirse dos bandas exteriores de cuarzo lechoso en principio de cristalización y una interior formada de cristales de turmalina (chorlo negro.)

Se prosiguieron los reconocimientos hasta el rancho Las Playitas, (380 metros sobre el nivel del mar) a través de los lomeríos del mismo carácter que lo recorrido anteriormente, hasta encontrar de nuevo los primeros afloramientos de la roca constituyente del macizo. En los alrededores del rancho mencionado, se explota para preparar cal, una veta de calcita cuyo crestón se puede seguir en una longitud de unos 100 metros, con una potencia de 5 metros y con un rumbo NW. 42° SE.; su echado es de 50° al NE. Esta veta se prolonga, según pudo comprobarse por el rumbo, hacia el NE. del lugar en donde está situada la calera de Playitas. Está cortada por un sistema paralelo de angostas vetas de cuarzo, que contienen cobre y hierro al estado de sulfuro, pirita, chacopyrita y carbonato de cobre, malaquita, con óxidos de hierro y limonita. Tienen un rumbo general NE. 15° SW. y un echado al E.

En la falda S. y SE. del cerro de San Isidro, cuya altura es de unos 700 metros sobre el nivel del mar, existen otras vetas; una, que se presenta a la altura de 480 metros, es también de calcita y se explota para extraer la cal; contiene además, algunos minerales como cuarzo cristalizado, cobre al estado de carbonato y hierro como óxido y como sulfuro (pirita); su rumbo aproximado es N. W. 35° SE. y otra en la misma falda a unos 20 metros más arriba, que parece ser continuación de la anterior y en la que también se explota la cal, con un echado muy irregular; contiene caballos de la roca encajonante que es una diorita cuarcífera, como la observada en el Saltito.

En general puede decirse que en la zona recorrida hasta estos puntos, se presentan dos sistemas de vetas llenando las fracturas cuyas direcciones principales son: NW. a SE. y NE. a SW.

Antes de cambiar el centro de operaciones al rancho de las Playitas, se hizo un reconocimiento hacia el Occidente del pueblo de San Pedro, a través de los lomeríos que por esta parte, son ya de tan suaves pendientes, que acaban por confundirse con la planicie. Están constituídos por toba y cubiertos de arenas muy finas cargadas de mica. Este recorrido se prolongó aproximadamente hasta unos 20 kilómetros de la población de San Pedro, llegando hasta el rancho del Gavilán que está situado en la planicie y a una altura de unos 140 metros sobre el nivel del mar.