

sierra de Cacachilas y entre las que se encuentra situado el rancho llamado Rosario de las Vinoramas, a unos 70 metros sobre el nivel del mar. El material granítico de que están constituidas estas estribaciones, presenta el mismo color rosado que se observó hacia la sierra del Novillo, y en general, con los mismos caracteres, con la diferencia que hacia esta parte la roca está menos alterada; el granito se presenta en algunos lugares, como en la cumbre del cerro del Rosario (280 metros sobre el nivel del mar), con sus elementos más pequeños.

Al microscopio se le encontraron los caracteres siguientes: tiene una textura xenomórfica y sus elementos constituyentes principales son *ortoclasa*, > *cuarzo*, > *oligoclasa*, > *biotita* > *muscovita*, presentándose como accesorios, la *magnetita* y la *apatita*, y como secundarios, el *kaolín*, *limonita*, *hematita* y *mica blanca*.

La roca está atravesada por diaclasas con dirección dominante de N. 35° E., en una de las cuales brota un manantial, cuyo gasto aproximado es de un litro por segundo.

Por lo tanto las alturas que limitan el lado oriental, comprendido entre éstas y los cerros del Coyote y Calavera, etc., que a su vez la limitan por el Occidente, no son, las primeras, más que las estribaciones de la sierra de Cacachilas que queda limitada por el Golfo de California al E. y NE. de esta región de la península.

Es conveniente hacer mención aquí del reconocimiento que se hizo a las costas occidentales de la isla del Espíritu Santo, en la cual se presentan las mismas manifestaciones de la roca efusiva de que hemos venido tratando.

En el lugar llamado Punta Catedral (Fots. núms. 19 y 20,) se observa en la parte inmediata al mar, primero, las gravas del litoral, presentándose después un conglomerado de origen marino formado por bloques que alcanzan un diámetro de unos 50 centímetros; en este conglomerado se encuentran también cuevas marinas, como las señaladas en el cerro de La Calavera, y sobre este material se presenta una capa de toba, sobre la que aflora la corriente efusiva bastante fluída y de color rosado, conteniendo cristales de cuarzo. Estudiada la roca al microscopio, fué clasificada por el señor Martínez Quintero, como retinita cuya textura es vítrea, conteniendo feno cristales de *ortoclasa*, > *cuarzo*, > *biotita*, presentándose como elemento accesorio la *magnetita*, y siendo la masa un vidrio teñido por *limonita*, que a su vez se presenta como elemento *secundario*.

El acantilado formado por esta roca, tiene una orientación SW. a NE. y presenta un espesor aproximado de unos 40 metros.

En el estero llamado de San Gabriel más al N. del paraje mencionado, se encontraron algunos bloques de basalto de diferentes dimensiones, cuyo origen no se pudo investigar debido al poco tiempo que se permaneció en esta isla. El estudio que se hizo al microscopio de esta roca, es el siguiente: presenta una textura porfirítica, conteniendo feno cristales de *augita* > *labradorita* (33°), presentándose la *magnetita* como un elemento accesorio. La masa es vítrea y contiene *labrador*, *augita* y *magnetita*.

En la fotografía número 21, puede observarse otro detalle de la isla del Espíritu Santo, en la que se destaca una pequeña emiuencia de forma cónica, casi en el centro de la fotografía, y que es conocida con el nombre del Pílon de Azúcar; aunque no fué posible llegar a ese lugar, parece que se trata simplemente de un testigo o resto de la misma corriente efusiva de que hemos venido tratando.

Entre los reconocimientos efectuados en la parte de la formación rhyolítica, situada al NE. de La Paz, hay que mencionar los que se hicieron al cerro de San Juan, situado al SE. del de La Calavera y ligado a él por un conjunto de lomas que dan origen a un pequeño parte-aguas que hace que una parte de éstas se dirija hacia la planicie situada al N. de que ya se ha tratado —y en la que se encuentran situados los ranchos de La Laguna y

Calamahí—, y la otra hacia el S., para desembocar en la bahía de La Paz. Dichos lomeríos están constituídos por capas estratificadas de toba, sobre las que se encuentran depositadas arenas rhyolíticas y sobre éstas viene el conglomerado de la misma naturaleza, que rellena los valles comprendidos entre dichas lomas, que siguen una inclinación general de unos 10° hacia la bahía.

Ya en los flancos del cerro de San Juan, sensiblemente a la misma altura que en el cerro de La Calavera, se vuelven a encontrar las cuevas de que se trató ya y que, como aquéllas, deben su origen a la acción del mar.

La corriente rhyolítica hacia el lado SW. del cerro de San Juan aflora a unos 220 metros sobre el nivel del mar, presentándose hacia este lado con un espesor de unos 70 metros; dicha corriente tiene un aspecto brechoso en algunos puntos, es de color rojizo oscuro, y se observa en muchos lugares de ella, calcedonia. Al microscopio esta roca revela una textura vítrea y contiene fenocristales de *ortoclasa*, > *cuarzo*, > *oligoclasa*, la masa que es vítrea contiene *calcedonia*? existiendo la *hematita* como elemento secundario.

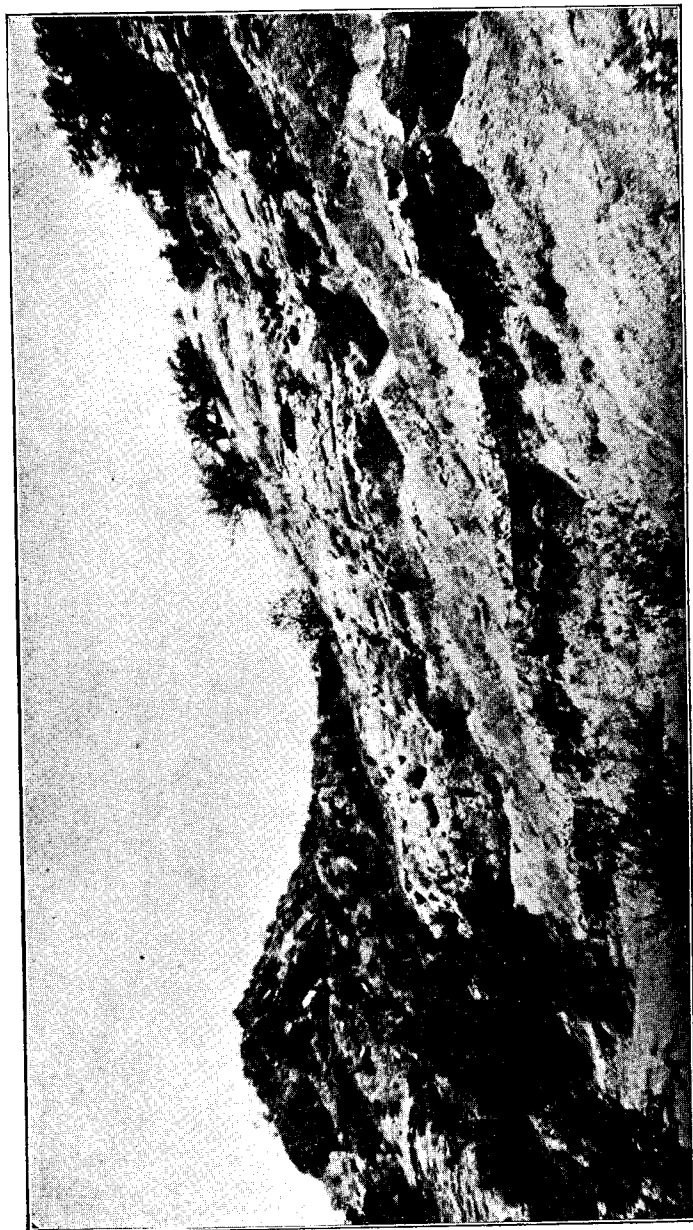
Durante los reconocimientos efectuados hacia el SE. del mismo cerro de San Juan, en una de las estribaciones situadas aproximadamente hacia el lado oriental de éste (Fot. núm. 23), se observó en su base el mismo material brechoso oscuro, de origen rhyolítico, que se encontró en los flancos orientales del cerro del Coyote; en esta estribación llega a la altura de unos 100 metros sobre el nivel del mar, aflorando bastante destruída la corriente rhyolítica que en este lugar se encuentra. Hacia el lado oriental de esta estribación, en el corte efectuado por un arroyo que corre al pie de ella, se observaron los materiales que a continuación se expresan, dispuestos en la forma siguiente, de abajo hacia arriba: una capa de toba rosada con fragmentos de pómez, otra de arena de color oscuro y encima, se repite la toba rosada sobre la que a su vez, se vuelve a presentar la capa de arena de color oscuro. Estos materiales presentan cierto grado de consolidación.

Entre las elevaciones aisladas y cercanas al cerro de San Juan, puede mencionarse la pequeña eminencia llamada cerro de La Vaquilla (Fots. núms. 24 y 25), formado de toba rhyolítica rosada que contiene también inclusiones de pómez, este material se presenta muy compacto y sin manifestar estratificación, empleándose para la construcción de edificios en la población de La Paz, por lo que se ha establecido allí una cantera, actualmente en explotación.

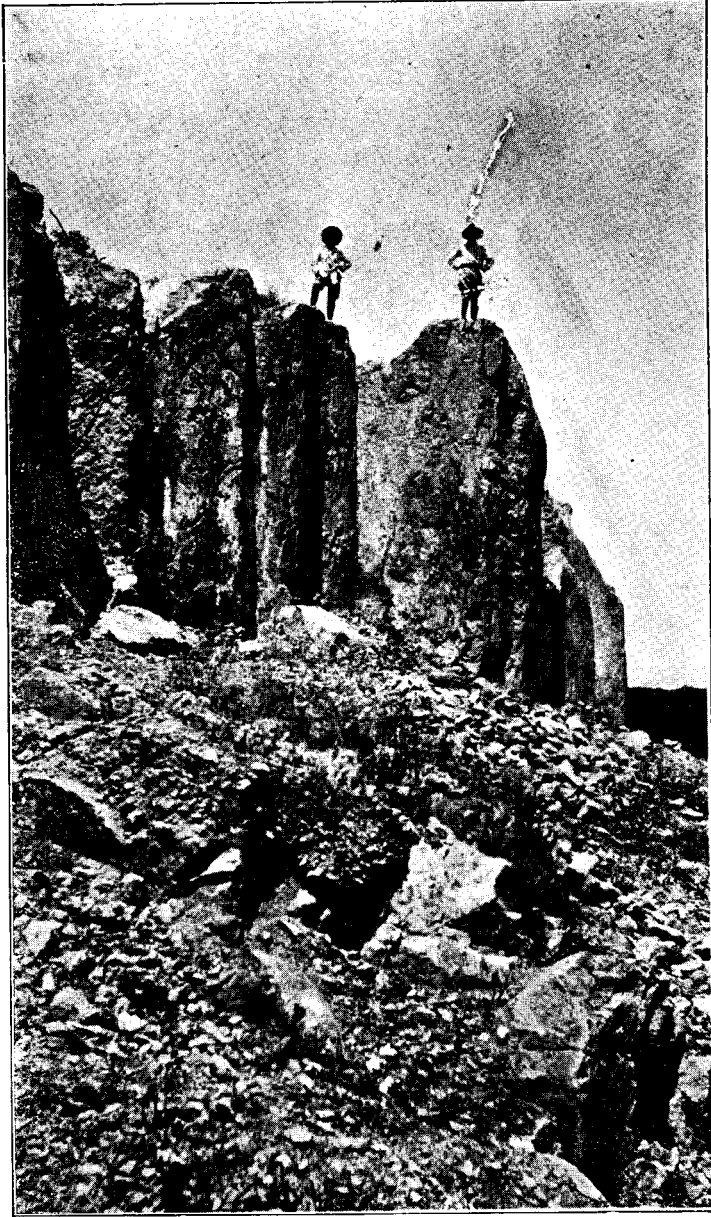
Hay otras colinas aisladas, como la llamada cerro de El Organo, en cuya falda se observa una brecha formada por fragmentos rhyolíticos de diferentes tamaños, comprendiendo desde grandes bloques, hasta pequeños pedazos de un centímetro de diámetro, aproximadamente; esta brecha está cementada por toba. Como a unos 150 metros sobre el nivel del mar; se empieza a presentar un material fragmentado rodado, aflorando después la toba y sobre ésta la arena rhyolítica, presentándose finalmente, la corriente rhyolítica.

En otra de estas colinas, en el cerro llamado del Cardón, se observan también estas capas de tobas y arenas. Las manifestaciones de la corriente rhyolítica se presentan en algunos lugares al nivel del suelo, como pasa en un pequeño afloramiento de esta roca existente al pie de una de las estribaciones situadas al S. del cerro de San Juan; este afloramiento se manifiesta claramente destacándose entre las arenas que recubren el suelo.

Hacia el SE. y S. de La Paz (Fot. núm. 1), se extiende una serie de alturas de forma alargada en una posición más o menos paralela y con una orientación en su mayor longitud, de E. a W., teniendo en general la mayor altura a su extremidad E. e inclinándose gradualmente hacia el W., hasta perderse entre los depósitos arenosos de la parte plana. Esta serie de alturas está formada por los cerros designados con los nombres de Atravesado, Bledal, Mezquitito, Quiote, etc., situados al E. del camino que conduce de



Fot. 23.—Cerro de San Juan.



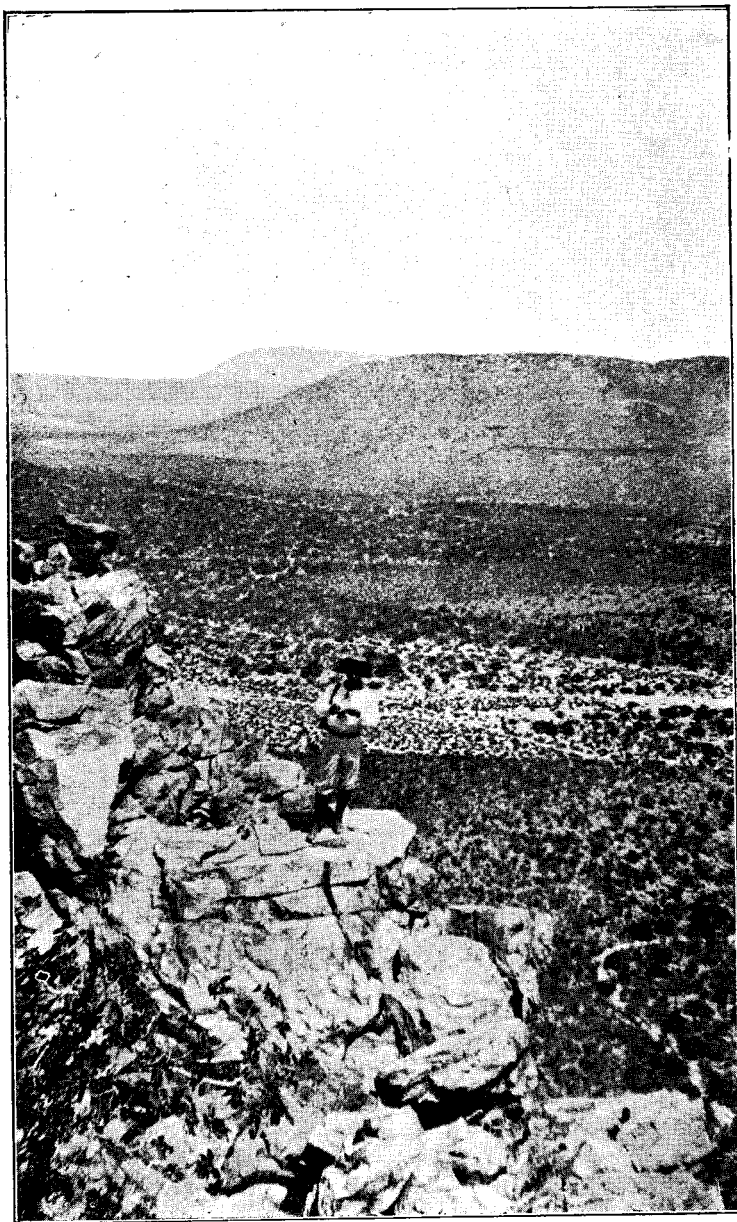
Fot. 24.—Cerro de la Vaquilla.



Fot. 25.—Canteras en el cerro de la Vaquilla.



Fot. 26.—Cerro Atravesado.



Fot. 27.—Rhyolitas en el cerro Atravesado.



Fot. 28.—Acantilados de rhyolita, en el cerro Atravesado.



Fot. 29.—Rhyolita en la cima del cerro Atravesado.

La Paz al Triunfo. La altura aproximada de estas eminencias es de unos 200 a 300 metros, como máximo.

En el cerro Atravesado (Fots. núms. 26, 27, 28 y 29), la falda está cubierta por los depósitos formados de toba, presentándose en disposición estratificada, con un echado al NE., sobre los cuales se encuentra un conglomerado rhyolítico fino, aflorando después la corriente (Fots. núms. 26 y 27), hacia el lado SE. del cerro, a la altura de 65 metros sobre el nivel del mar. Hacia la parte NE., que es a donde este cerro tiene su mayor altura, unos 250 metros sobre el nivel del mar, la corriente se presenta bajo la forma de grandes acantilados, en forma retorcida y ondulada, (Fots. núms. 26, 28 y 29). Dicha corriente fué muy fluida y su aspecto es análogo al de los afloramientos que se han observado en las demás alturas visitadas. La muestra que se tomó en los acantilados del lado N., presentan bandas de color claro y contiene cristales de cuarzo. Al microscopio su textura es vítrea, conteniendo fenocristales de *oligoclasa en bastante proporción y hornblenda verde*. Se encontró como elemento accesorio la *magnetita*, y como secundarios, *kaolín y hematita*. Esta corriente tiene una dirección de E. a W., y una pendiente de unos 8° a 15°, aproximadamente. En un reconocimiento hacia el lado NE. de la falda del mismo cerro, se encontraron depósitos arenosos bastante consolidados, y conglomerado marino; todo esto a la altura de unos 60 metros sobre el nivel del mar. Hacia el SE. de esta misma altura a unos 130 metros se observa una capa de ceniza volcánica, que tiene un echado de unos 15° al W. y sobre ésta una capa de toba rhyolítica con inclusiones de pómez.

El cerro del Bledal, en el que la corriente presenta en algunos puntos un espesor de unos 50 metros, tiene también los mismos caracteres de fluidez que ya se han mencionado, observándose en esta roca bandas blancas que en muchos lugares tienen una estructura muy ondulada. Su color es análogo al observado ya en otros afloramientos como en los cerros de La Calavera y San Juan.

El estudio al microscopio que se hizo de una de las muestras tomadas, da los resultados siguientes: se observan bandas formadas por hileras de pequeños cristales de *feldespatos*, que parece ser *ortoclasa*, encontrándose también fenocristales de *oligoclasa*, contenidos en una masa vítrea cuya vitrificación se debe probablemente a un enfriamiento brusco.

El frente de la corriente es hacia el SE. y su dirección es de E. a W. Uno de los caracteres que marcan bien su fluidez se puede observar por el aspecto que presenta en algunos lugares en que se ve como esta corriente resbaló sobre sí misma, rellenando los huecos dejados antes por ella.

El cerro del Mezquitito al SE. del Bledal, afecta una forma análoga a éste. Su altura aproximada es de unos 300 metros sobre el nivel del mar. Hacia la parte oriental, en la que el afloramiento rhyolítico se presenta en forma de acantilados, la roca presenta los mismos caracteres de fluidez que en el Bledal y demás alturas. La muestra que fué tomada en los acantilados que están hacia el N., vista al microscopio, presenta una textura vítrea, conteniendo fenocristales de *ortoclasa > oligoclasa, > albíta, augita alterada > cuarzo*. La masa es vítrea y está devitrificándose, presentando como elementos secundarios *magnetita, limonita y hematita*.

Continuando los reconocimientos hacia el S., se llega al lugar en que se aproxima la zona rhyolítica a la región diorítica de la sierra del Novillo. Este reconocimiento se hizo hacia el arroyo de Pozos, por el camino llamado La Brecha, que queda al Oriente de los cerros del Bledal, Quiote, Mezquitito, etc., y corre paralelamente al camino real que conduce al Triunfo.

Este arroyo de que se trató ya en la parte correspondiente a la sierra del Novillo, ha hecho su cauce a través de los depósitos sedimentarios, formados por capas consolidadas de arena de origen granítico (arkosa) con un echado de 25° al NE., teniendo intercaladas entre estas capas de origen granítico, algunos tramos de conglomerado heterogénero (Fots. núms. 6 y 7), formado

de cantos rodados de granito, diorita y andesita; esta última al microscopio fué considerada como una *andesita propilitizada granítica*, presentando una textura porfídica, conteniendo fenocristales de *hornblenda verde* > *oligoclasa alterada* >> *cuarzo*. Entre los elementos accesorios contiene *ilmenita* y entre los secundarios *clorita*, *kaolín*, *pirocita*, *limonita* y *hematita*. Entre estos depósitos sedimentarios se puede mencionar una lente formada por capas de sedimentación entre-cruzada (Fots. núms. 30 y 31), formadas del mismo material granítico más fino pero menos consolidado, entre cuyas fracturas se encuentran delgadas vetillas de yeso.

Los afloramientos rhyolíticos en esta zona siguen presentándose en el cerro llamado de Los Pozos; la roca que aflora en una estribación de este cerro presenta los mismos caracteres generales que los demás afloramientos que se han venido observando. Tiene un aspecto bandeado y contiene cristales de cuarzo; al microscopio manifiesta una textura vítrea, conteniendo fenocristales de *ortoclasa* >> *andesina*, en una masa vítrea; como elemento secundario se encontró *limonita*. A esta descripción viene agregada una nota en la que el señor Rodolfo Martínez Quintero menciona la presencia de *cuarzo* contenido en la roca. (1)

Otras alturas comprendidas en esta formación como son los cerros llamados Cruz de Piedra, Agua Escondida, etc., y a los que ya no fué posible ascender, están constituidos de los mismos materiales ya descritos.

Entre las formaciones incidentales existentes en la región, hay que mencionar algunos afloramientos de basalto de un color gris oscuro, compacto y de grano fino y dispuesto en lajas en algunas pequeñas colinas, entre las que se encuentra una situada al E. del cerro del Mezquitito; al pie de esta pequeña elevación, y entre los planos de separación de las lajas y grietas, se encuentran algunas vetillas de calcita bien cristalizada. Al microscopio la roca basáltica, presenta una textura porfirítica, con fenocristales de *olivino alterado*, *labradorita* Δ (29°) y *augita*, presentándose como elemento accesorio la *magnetita*, estando la masa formada de *labradorita*, *oligoclasa*, *magnetita*, *augita* y *olivino*; sus elementos secundarios son: *kaolín*, *hematita*, *iddingsita*.

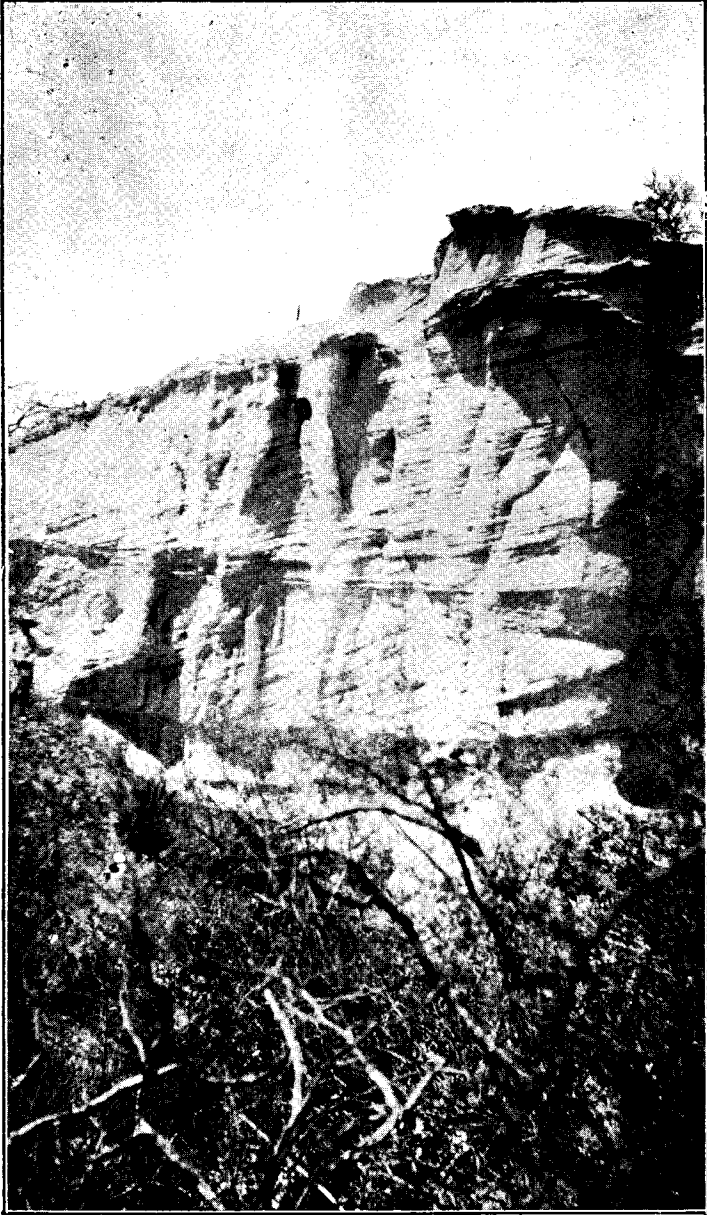
Por lo expuesto, puede verse que la comarca rhyolítica forma una faja que con dirección N. S., principia en la isla de Espíritu Santo, separada del resto de la Península por el canal de San Lorenzo, sigue después aflorando en las alturas que limitan la costa en el lado oriental de la bahía de La Paz, extendiéndose hacia el E. SE. y S. de la ciudad de La Paz, para venir a ligarse con los lomeríos que se desprenden de la sierra del Novillo en sus flancos NW.

Todo este conjunto de elevaciones diseminadas en esta angosta faja, forman un amplio valle entre ellas y los macizos graníticos que se extienden entre el lado oriental de la bahía y el macizo granítico de Cacachila, que con las estribaciones que se desprenden hacia el N., vienen a limitarlo hacia el lado exterior del Golfo de California. Esta vasta extensión que desciende suavemente del pie de los macizos graníticos y sus estribaciones hacia la bahía, está cubierta por los materiales de desintegración de estos grandes macizos, que como se hizo notar ya, queda limitada al Occidente por la serie de alturas formada por los cerros de La Calavera, Coyote, etc.

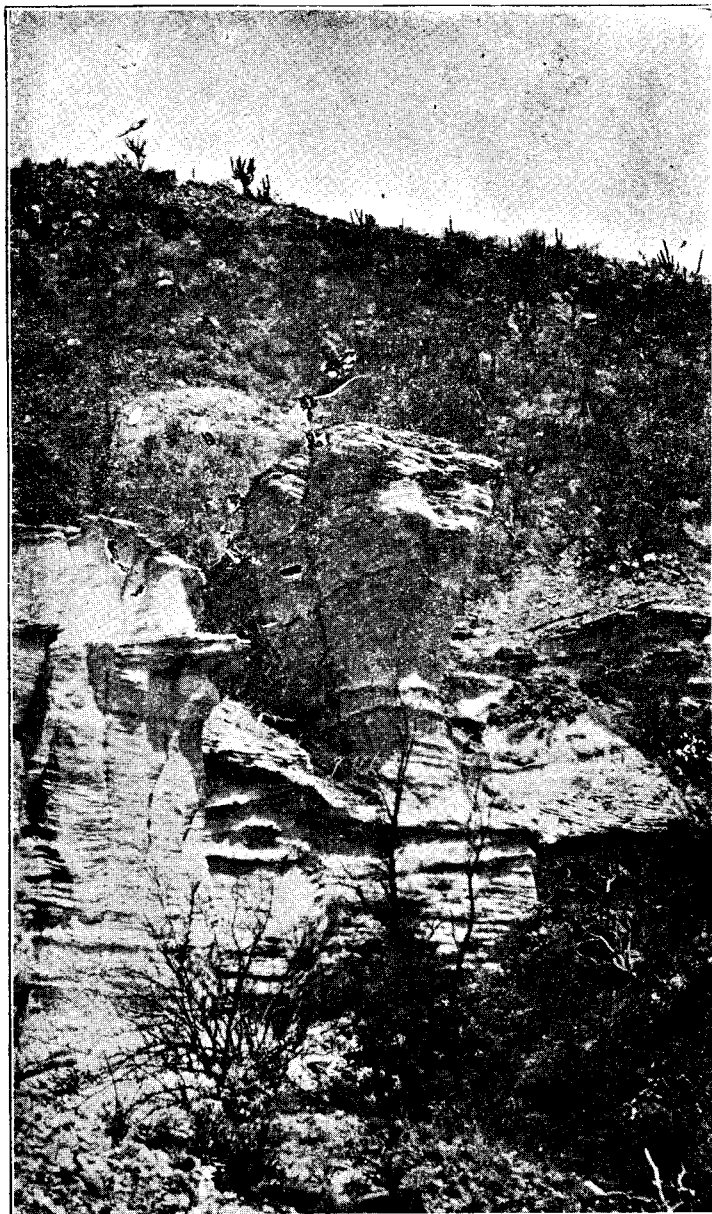
En cuanto al origen de la roca efusiva de que se ha venido tratando, presenta todas las probabilidades de haber sido emitida por grietas, habiéndose verificado los derrames según una dirección dominante de E. a W.; se observa principalmente este hecho, en el conjunto de elevaciones que se encuentran al SE. y S. de La Paz, lado al que dirigen su declive, perdiéndose bajo los materiales arenosos de origen granítico que cubre la planicie.

La acción de las aguas ha cortado en varias partes la roca efusiva formando varios pequeños y angostos valles entre estas alturas, como los que se ob-

(1) El cuarzo no se menciona en el estudio al microscopio debido a la razón expuesta al tratar de las rocas dioríticas en la sierra del Novillo, es decir, por el mal estado de los aparatos laminadores.



Fot. 30.—Depósitos sedimentarios en el arroyo de Pozos.



Fot. 31.—Depósitos sedimentarios en el arroyo de Pozos.

servan entre los cerros del Bledal, Quiote, Mezquitito, etc. La acción de las aguas no solamente se ha reducido a las corrientes superficiales, sino que se presenta también la acción del mar; la extensión estudiada manifiesta claramente los restos de esta segunda influencia, pues en muchas partes actualmente bastante alejadas de él, se encuentran restos de playas y organismos marinos, situados a 80 y 100 metros sobre el nivel del mar. Estos restos principalmente de moluscos se hallan estremezados con los materiales arenosos. Todavía más, estos mismos restos han sido encontrados en alturas que alcanzan hasta 600 metros sobre el nivel del mar, en la sierra de Cacachila, (1) a esto puede agregarse la existencia de las cuevas marinas de que se ha tratado al hablar de los cerros de San Juan y de La Calavera.

Respecto a la sucesión de lomeríos que enlaza a estos dos cerros, ya hemos dicho que están constituidas de toba y que tiene una inclinación dominante hacia el mar, que los materiales de que están constituidas fueron depositados bajo el agua, después de las emisiones rhyolíticas que a su vez han estado sometidas a los movimientos de sumersión y emersión.

Las tobas que constituyen dichos lomeríos, fueron depositadas en el seno de las aguas, cuyo nivel se marca en la actualidad por las cuevas marinas situadas sensiblemente a la misma altura en los cerros de La Calavera y de San Juan.

Al iniciarse el levantamiento de la región se formaron los valles consecuentes actuales en las tobas, depositándose sobre éstas las arenas rhyolíticas y a continuación los conglomerados que rellenan los valles mencionados.

En resumen, tanto la comarca granítica como la rhyolítica, han estado sometidas a los efectos alternativos de inmersión y emersión, mostrados en la primera, por la intensa acción dinámica (fenómenos de dinamometamorfismo) y en la segunda, por las huellas dejadas por el mar (playas, moluscos marinos, etc.).

Los grandes macizos graníticos, que seguramente son la base en que reposan las demás formaciones, han invadido con sus productos de desintegración, todas las partes bajas de la región, entremezclándose con los detritus rhyolíticos en las cercanías de las elevaciones formadas por esta roca efusiva.

A su vez, esta roca ígnea después de diferentes emisiones verificadas unas veces bajo el nivel de las aguas y otras sobre él, sufrieron la acción de los agentes exteriores; principalmente la de las aguas, que abriéndose paso a través de la roca, dieron origen al conjunto de alturas entre las que se establecieron angostos y pequeños valles que invadidos por el mar (valles sumergidos) fueron rellenos por materiales de desintegración, que por levantamientos posteriores quedaron sometidos de nuevo a los efectos de la denudación, dando origen a los macizos rhyolíticos y lomas que aisladas unas veces, o ligadas entre sí, o a los macizos rhyolíticos completan el relieve actual de la región.

Las formas tan características, sobre todo las afectadas por las alturas situadas al Oriente del camino entre La Paz y El Triunfo (cerros del Bledal, Atravesado, Quiote, etc., etc.), hacen suponer la existencia de dislocaciones verificadas de acuerdo con los movimientos efectuados en la región.

En cuanto a la presencia de la roca basáltica, sólo ocupa un pequeño espacio dentro de la comarca rhyolítica, por lo que se le ha considerado como incidental; ya se hizo notar la existencia de fragmentos de esta roca, en la parte que se visitó de la isla de Espíritu Santo y cuyo origen no pudo determinarse.

El tiempo asignado a la aparición de las rhyolitas en el país, ha sido durante las últimas etapas del Terciario (2), habiéndose verificado su emisión después de las andesitas de hornblenda.

(1) Parergones del Instituto Geológico de México. Tomo I. núm. II, 1904. Fisiografía, Geología e Hidrología de los alrededores de La Paz, Baja California, por el Dr. E. Angermann, págs. 9 y 10.

(2) Boletín núms. 4, 5 y 6 del Instituto Geológico de México, 1896. 2ª parte. Sinopsis de la Geología Mexicana, por José G. Aguilera, págs. 233-234.

En la región recorrida por nosotros, no se observaron afloramientos andesíticos de ninguna clase, pues sólo se encontraron fragmentos de esta roca entre el conglomerado existente en los materiales sedimentarios del arroyo de Pozos, de cuyo estudio al microscopio se habló ya.

Creemos que estas emisiones rhyolíticas, que se verificaron en relación con los movimientos efectuados en la región y que se continuaron todavía después de la aparición de esta roca efusiva, que puede considerarse como contemporánea de las emisiones del mismo carácter en el Norte y centro del país, deben referirse también al Plioceno.

Al Pleistoceno y Cuaternario corresponden los materiales sedimentarios que con mayor o menor grado de consolidación, se encuentran entre los macizos ígneos, y en los que se hallan comprendidos los restos de organismos marinos ya mencionados, quedando comprendida la emisión basáltica que ha sido considerada como incidental, en la formación rhyolítica.

Una excursión que se hizo al lugar llamado Cañón de los Reyes (Fots. números 32 y 33) en el lado occidental de la bahía de La Paz, fué de unas cuantas horas por lo que se dará una idea muy ligera de este lugar.

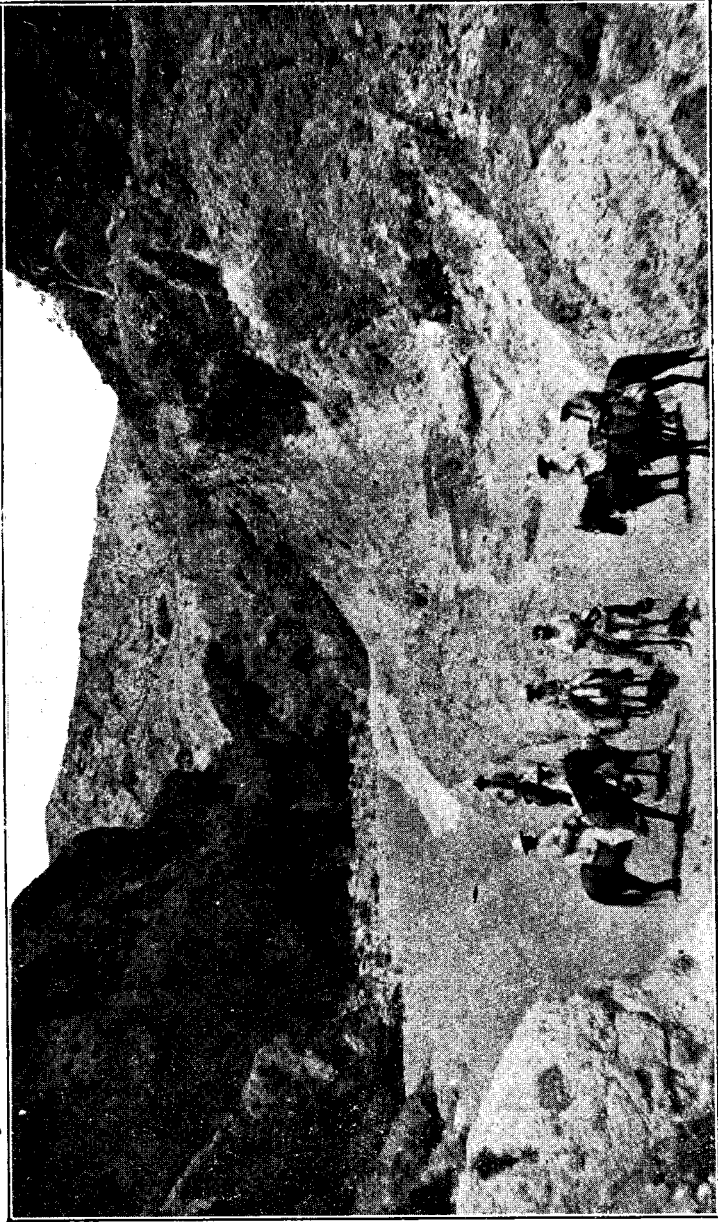
Las aguas han abierto un cauce bastante profundo a través de los materiales sedimentarios, que presentan en este lugar una fuerte potencia. En dicho cauce se encuentran algunas capas muy consolidadas que afloran a uno y otro lado del cañón, algunas de las cuales presentan los efectos de la acción dinámica, estando plegadas (Fots. núms. 34, 35 y 36), y existiendo algunas fallas (Fots. núms. 37, 38 y 39). Los principales materiales observados son: brecha y conglomerado basálticos, toba arenosa y como material de carácter secundario, es decir, no dominante entre los depósitos antes citados, puede señalarse una arenisca bastante consolidada de color rosado, análoga a la encontrada cerca de la falda del cerro del Coyote, entre las formaciones situadas al N. de La Paz, así como algunos materiales de rellenamiento de grietas existentes a uno y a otro lado de los muros acantilados del arroyo.

Los materiales principales que se han mencionado antes, se encuentran alternando, como por ejemplo, en la desembocadura del cañón en la que se observa: primero, una capa de brecha basáltica, sobre ésta, una de toba algo consolidada, conteniendo fragmentos de pomez de regulares dimensiones, volviendo a presentarse encima la brecha basáltica (Fot. núm. 36) en la que reposa una capa de ceniza volcánica.

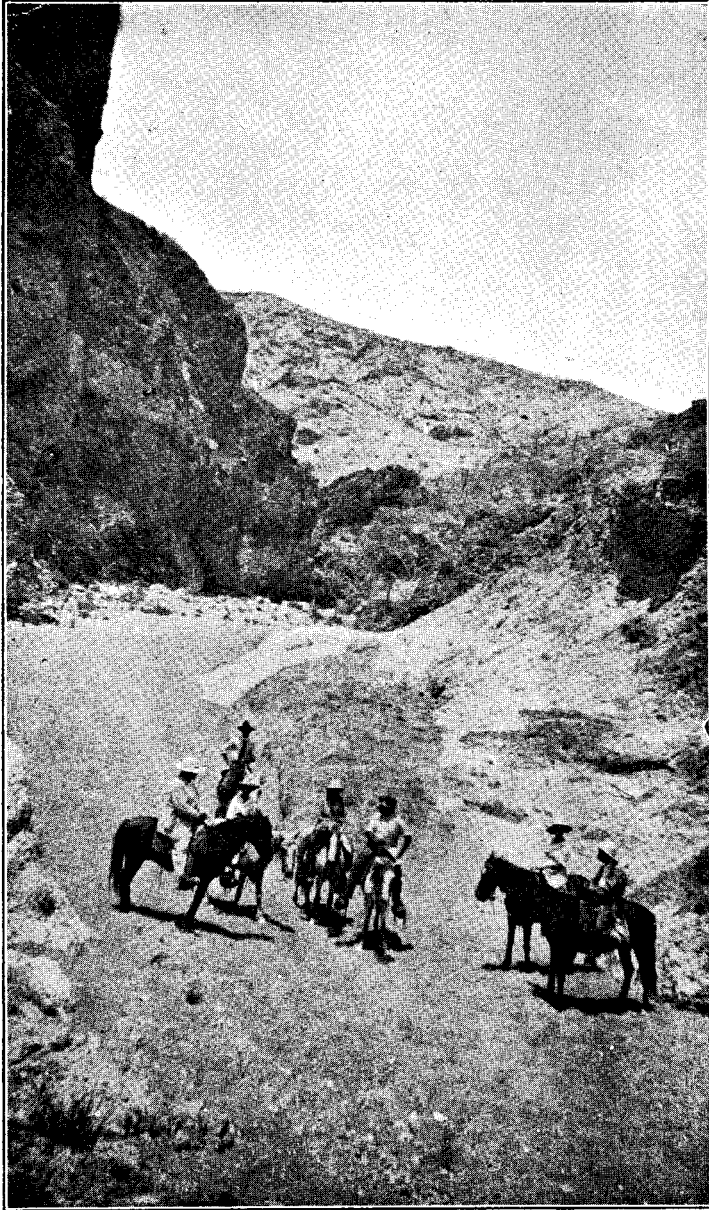
El basalto se encuentra en fragmentos irregulares, diseminados en el cauce; es probable que estos fragmentos provengan de la parte superior del cañón. Tampoco fué posible determinar su origen.

Sin embargo, en algún punto del cañón se presenta esta roca con las apariencias de un *dique*, comprendido entre dos macizos de conglomerado, erosionados en el contacto con esta roca. Al microscopio presenta una textura porfirítica microlítica, conteniendo fenocristales de *labrador* \triangleright (35°) $>$ *hornblenda alterada*, presentándose como accesorio la *magnetita* y conteniendo su masa *labrador* y *augitu*, siendo sus elementos secundarios *hematita* y *kaolín*.

Estos son los pocos datos que pudieron obtenerse durante nuestra corta permanencia en el Cañón de Los Reyes. Es de desearse que para más tarde se pueda emprender un estudio más minucioso en esta región.



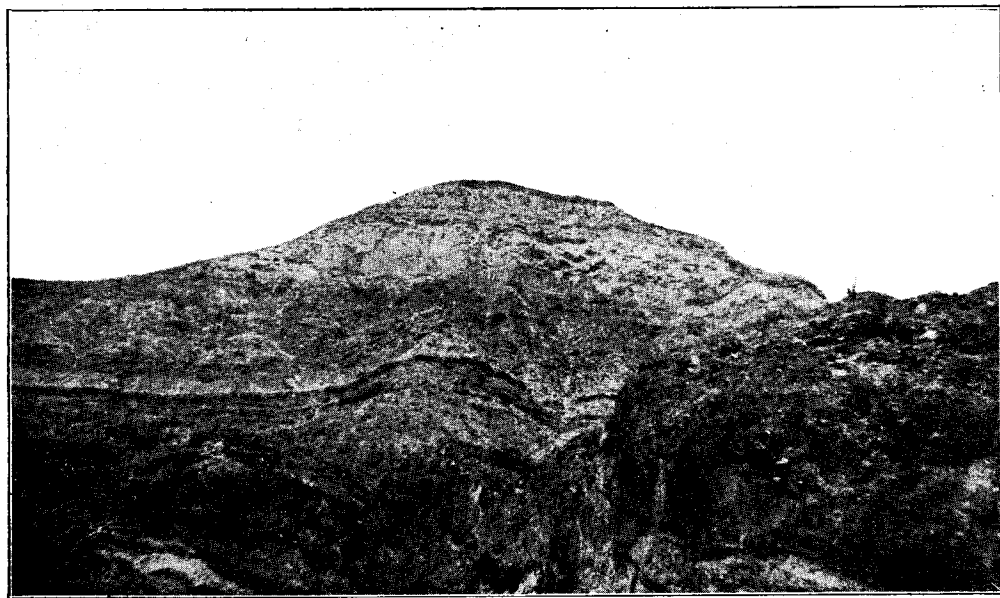
Fot. 32.—Cañón de Los Reyes.



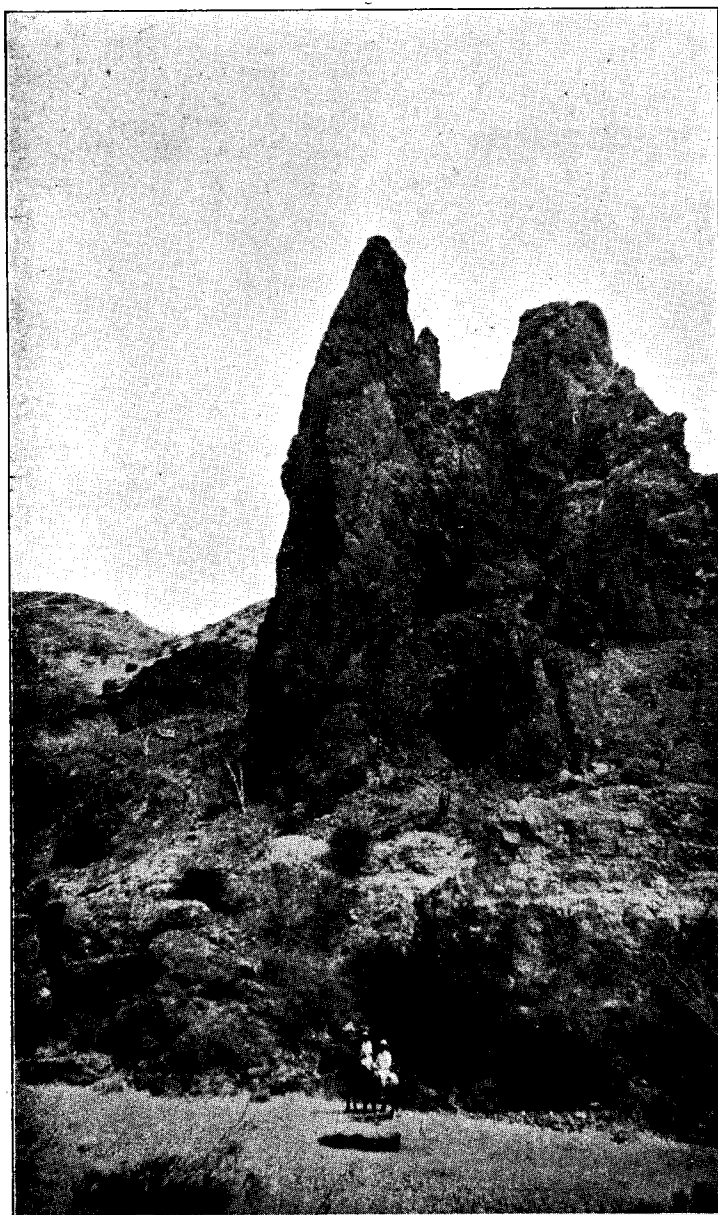
Fot. 33.—Cañón de Los Reyes.



Fot. 34.—Capas plegadas en el cañón de Los Reyes.



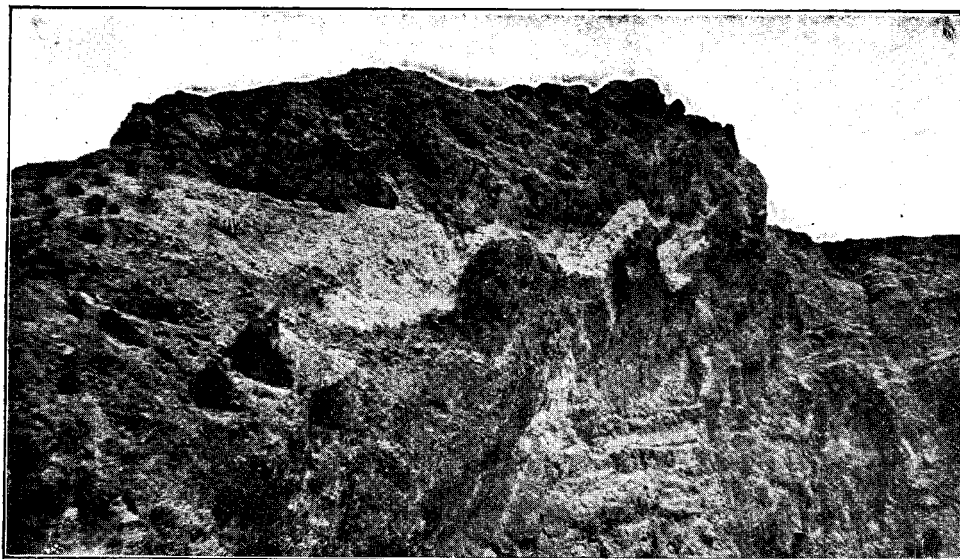
Fot. 35.—Capas plegadas en el cañón de Los Reyes.



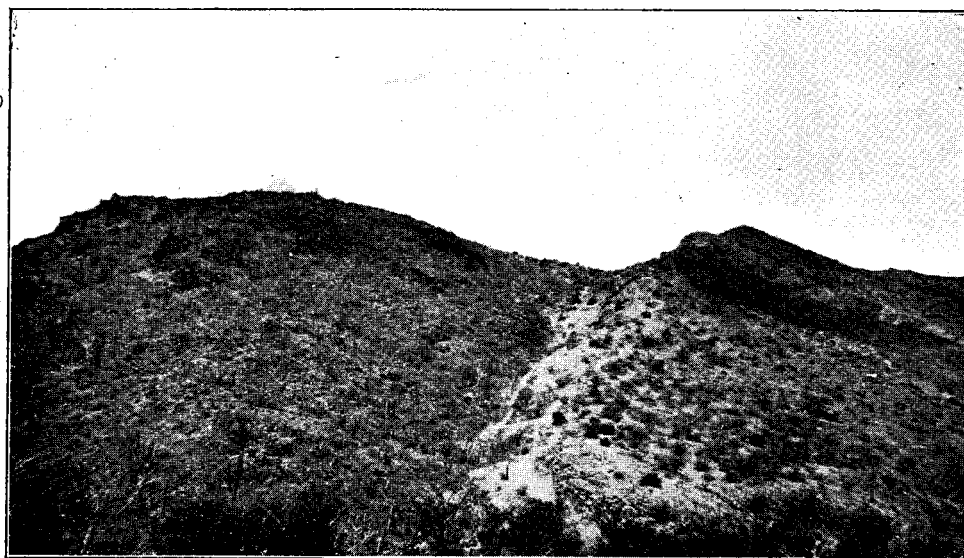
Fot. 36.—Cañón de Los Reyes.



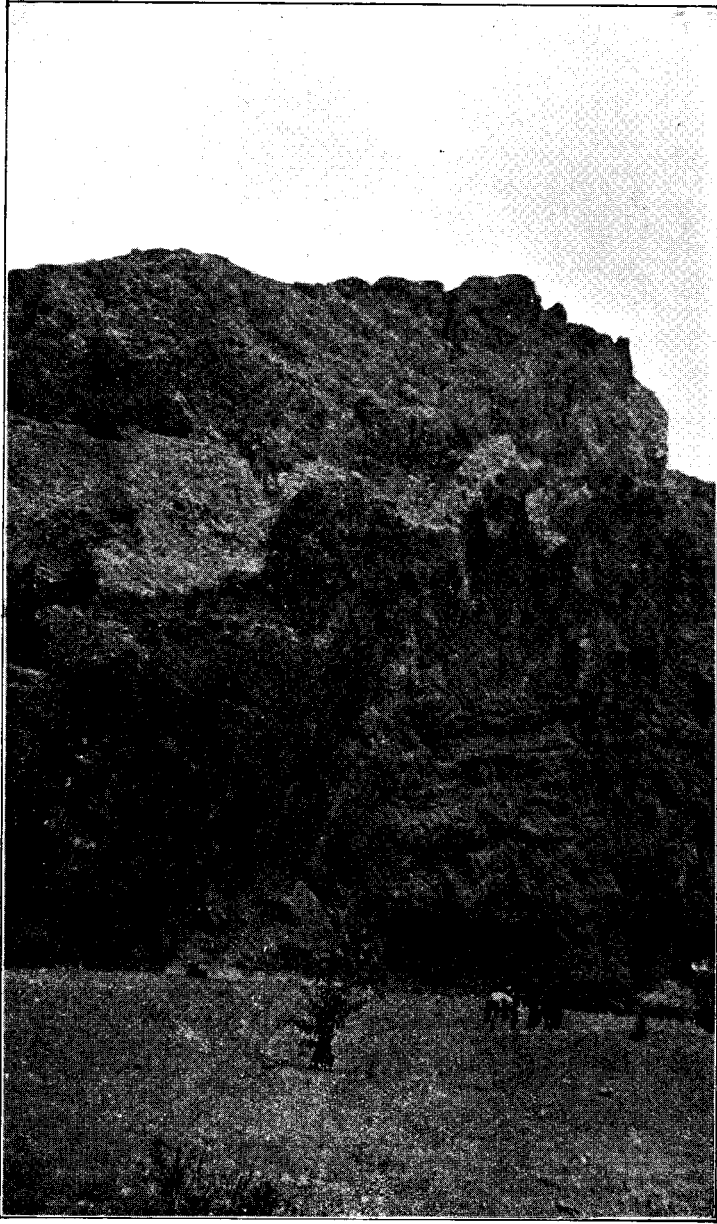
Fot. 37.—Capas falladas en el cañón de Los Reyes.



Fot. 38.—Fallas en el cañón de Los Reyes.



Fot. 39.—Fallas en el cañón de Los Reyes.



Fot. 40.—Brecha basáltica en el cañón de Los Reyes.