

SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TRABAJO

DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLOGICOS

JEFE DEL DEPARTAMENTO Y DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLOGICO, ING. JUAN D. VILLARELLO

ANALES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

TOMO II. NUMERO 4



IMPRENTA AZTECA

MEXICO - 1926

Los pueblos de Villa de Alvarez, Coquimatlán, Ixtlahuacán, Tecomán y Minatitlán, del Estado de Colima, considerados en sus recursos en aguas subterráneas.

POR EL ING. DE MINAS VICENTE GALVEZ.

El Senador por el Estado de Colima, señor don Elías Arias, gestionó ante las Secretarías de Industria, Comercio y Trabajo, y de Agricultura y Fomento, que se hicieran estudios de hidrología subterránea en varios lugares pertenecientes a ese Estado. Con motivo de dichas gestiones e instancias, tuve la satisfacción de haber sido nombrado por el señor Director del Instituto Geológico Nacional, para desempeñar los trabajos encaminados al indicado objeto.

Como no todos los pueblos de que vamos a ocuparnos, se encuentran situados en una sola cuenca, dividiremos el estudio en cuatro partes: la primera tendrá por objeto las inmediaciones de Villa de Alvarez y de Coquimatlán, en el Valle de Colima; la segunda tratará de los alrededores de Ixtlahuacán; la tercera, de las cercanías y de la planicie costera, donde se encuentra Tecomán; y la cuarta se dedicará al valle del Mamey, donde está situado Minatitlán.

PRIMERA PARTE

VILLA DE ALVAREZ Y COQUIMATLAN

Localización de la zona estudiada

En la región situada al S. de la cadena montañosa que, desprendiéndose de la Sierra Madre Occidental, remata en los flancos meridionales de las elevaciones conocidas con los nombres de Nevado de Colima y Volcán de Colima, se encuentra la vasta extensión de terreno llamada Valle de Colima, que los anteriores accidentes orogénicos limitan al N.; la sucesión de alturas que se alzan en el Estado de Jalisco, al E; la barrera en la que se destacan, como principales, los cerros de Rincón, Alcomún, Picila, Aguacate y los Volcancillos, al S.; y las notables e interesantes eminencias de los cerros de La Vieja, Grande, del Grupiche y de Juloapan, al W.

Dentro de esta zona así delimitada, se encuentran los pueblos de Villa de

Alvarez y Coquimatlán, cuyos recursos en aguas subterráneas forman el principal objeto de esta parte, y para lo que hubo de recorrerse la porción comprendida entre las estribaciones meridionales del Volcán de Colima por el N.; Tonila, Alcaraces, Cuauhtemoc, El Parián, La Estancia y Alpuyeque por el E. y SE.; El Peregrino, Agua Hedionda, El Tanque, Cerros del Rincón, de Los Amiales y de Los Libros, por el S.; cerros de La Vieja, Grande, del Grupiche y de Juloapan, por el W.

VIAS DE COMUNICACION

Fácil es el acceso a los pueblos de que nos ocupamos pues Coquimatlán es una de las estaciones del Ferrocarril

que une a Guadalajara con Manzanillo, y Villa de Alvarez está ligada con Colima, capital del Estado del mismo nombre, por una vía herrada en la que circulan carros movidos por tracción animal; además, entre estos pueblos y la mayor parte de los lugares de importancia situados en el Valle, existe una red de caminos en buenas condiciones que, en carruajes y automóviles, hace la comunicación entre ellos, rápida y cómoda. Dado el carácter general del terreno que forma el fondo del valle, puede decirse que ningún punto de su relieve deja de ser accesible con relativa facilidad, pues los caminos de herradura en su mayor parte son buenos, y sólo se encuentran tramos hasta cierto punto peligrosos, en las cercanías de los flancos meridionales del Nevado y el Volcán de Colima.

FISIOGRAFIA

RELIEVE DEL SUELO.—Lo consideraremos en la región ocupada por los accidentes montañosos que limitan el valle, y en la parte que constituye el fondo formado por los rellenos del mismo.

En la serie de cerros y montañas, se pueden distinguir varias formas que están en relación con la naturaleza de las rocas de los macizos, su modo de formación, la edad relativa de ellos y las acciones dinámicas a que han estado sometidos. Desde luego, por el N. llaman la atención los poderosos remates volcánicos, que se elevan a 4340 y 3980 metros sobre el nivel del mar, conocidos con los nombres de El Nevado de Colima y el Volcán de Colima respectivamente (1); la forma de este último, observada a distancia desde el Valle, es decir, por los flancos meridionales, asemeja la de un cono truncado bastante regular, cuya figura no vuelve a encontrarse en las demás eminencias cercanas al Valle, lo que se explica, porque es de naturaleza ígnea, ha sido el resultado de varias erupciones, es más reciente y no participó de los esfuerzos a que estuvieron sometidos los materiales, de las acumulaciones sedimentarias, que constituyen los demás límites.

Las particularidades de las formas en estas últimas, se manifiestan por caracteres variados e irregulares, como sucede en lo general, cuando se trata de extensiones ocupadas por rocas sedimentarias solubles, que han sufrido además de la influencia de las precipitaciones pluviales, los efectos de presiones que las han plegado y dislocado, y los producidos por intrusiones ígneas que posteriormente atravesaron su masa. De suerte que, desde el cerro de Julopan hasta más allá de la Sierra de Picila pasando por los de La Vieja, El Rincón etc., encontraremos las características de estas formaciones. Muros acantilados casi a plomo, rematados por figuras caprichosas y sugestivas, como sucede por ejemplo en las proximidades de la presa de La Palmita, en los cerros del Alcuahue, de Tecolapa y otros. Cañones estrechos y profundos como el conocido con el nombre de San Palmar, que se desarrolla desde el río de Armería hasta los flancos orientales del cerro del Astillero, al W. de la finca El Platanarillo; el mismo río de Armería, al pasar entre los cerros del Rincón, Amiales, de Los Libros, La Vieja y Cuastecomán, etc. Cavernas y grutas más o menos extensas, generalmente irregulares, entre las que son de mencionarse las de los Amiales y de Los Ortices, particularmente interesantes por ser asiento de explotación de nitratos. Hundimientos de dimensiones variadas, algunos pequeños e infundibuliformes, como en Los Amiales; otros de proporciones más vastas como los sitios de las lagunas del Alcuahue, Colorada, y probablemente la de Amela; y por último, los que han abarcado grandes extensiones, pues el valle de Colima me parece haber tenido como origen, una gran depresión en todo comparable a las de la misma clase que en ciertas comarcas europeas designan con el nombre de polje (2). Esta depresión, es de presumirse que en otros tiempos, pudo haber estado relacionada con los huecos actualmente ocupados por las lagunas de Zapotlán, Zayula, Zacoalco, y aún con los conocidos en la zona meridional con los nombres de Alcuahue,

(1).—Memorias de la Sociedad Alzate 3.—La erupción del Volcán de Colima el 5° de noviembre de 1889, por G. B. Puga.







(2).—Traité de géographie physique pour Emmanuel de Martonne.

- Comarca
- Poblado
- Cerrado
- Agua
- Llanura
- Bosque

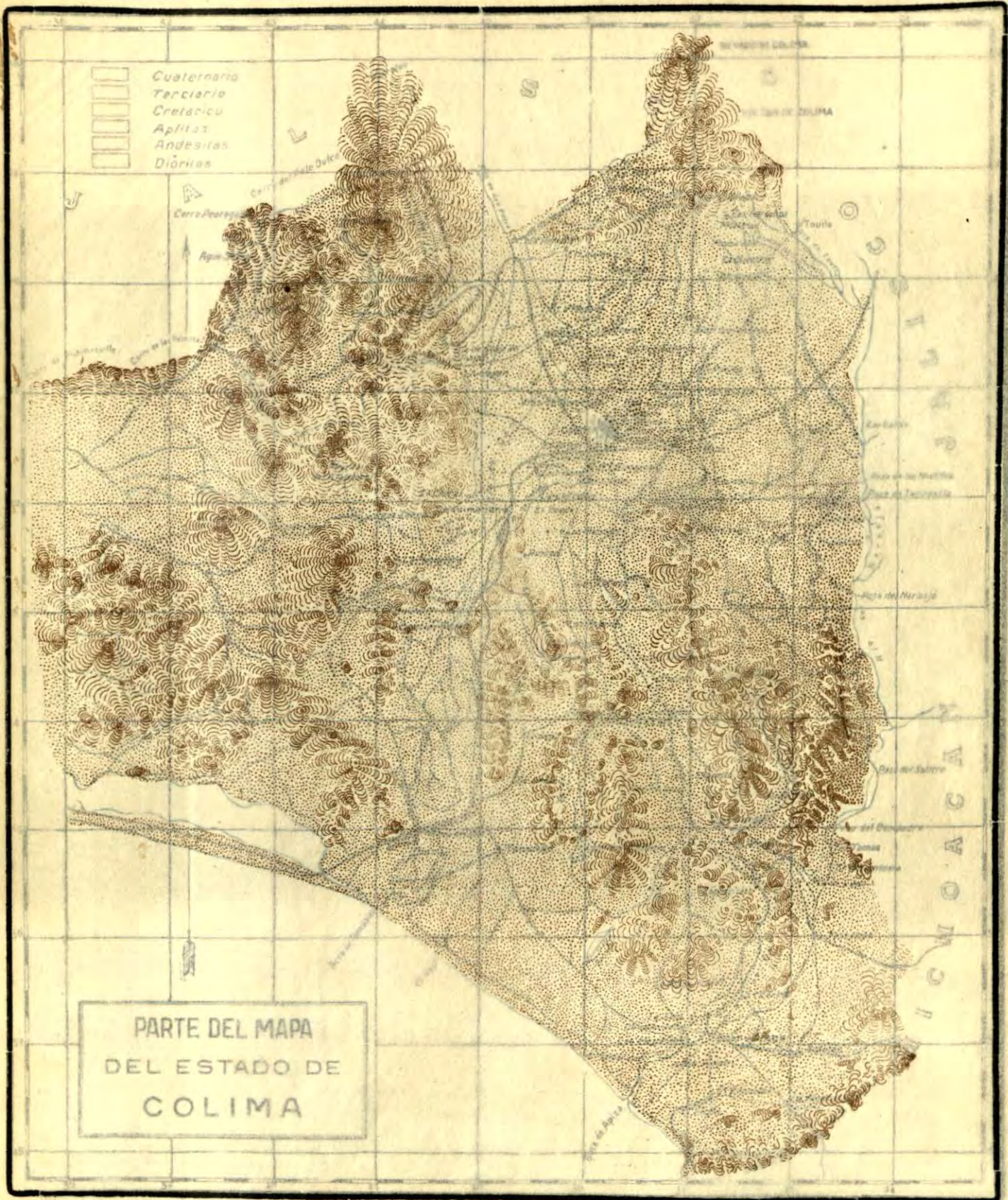


PARTE DEL MAPA
DEL ESTADO DE
COLIMA

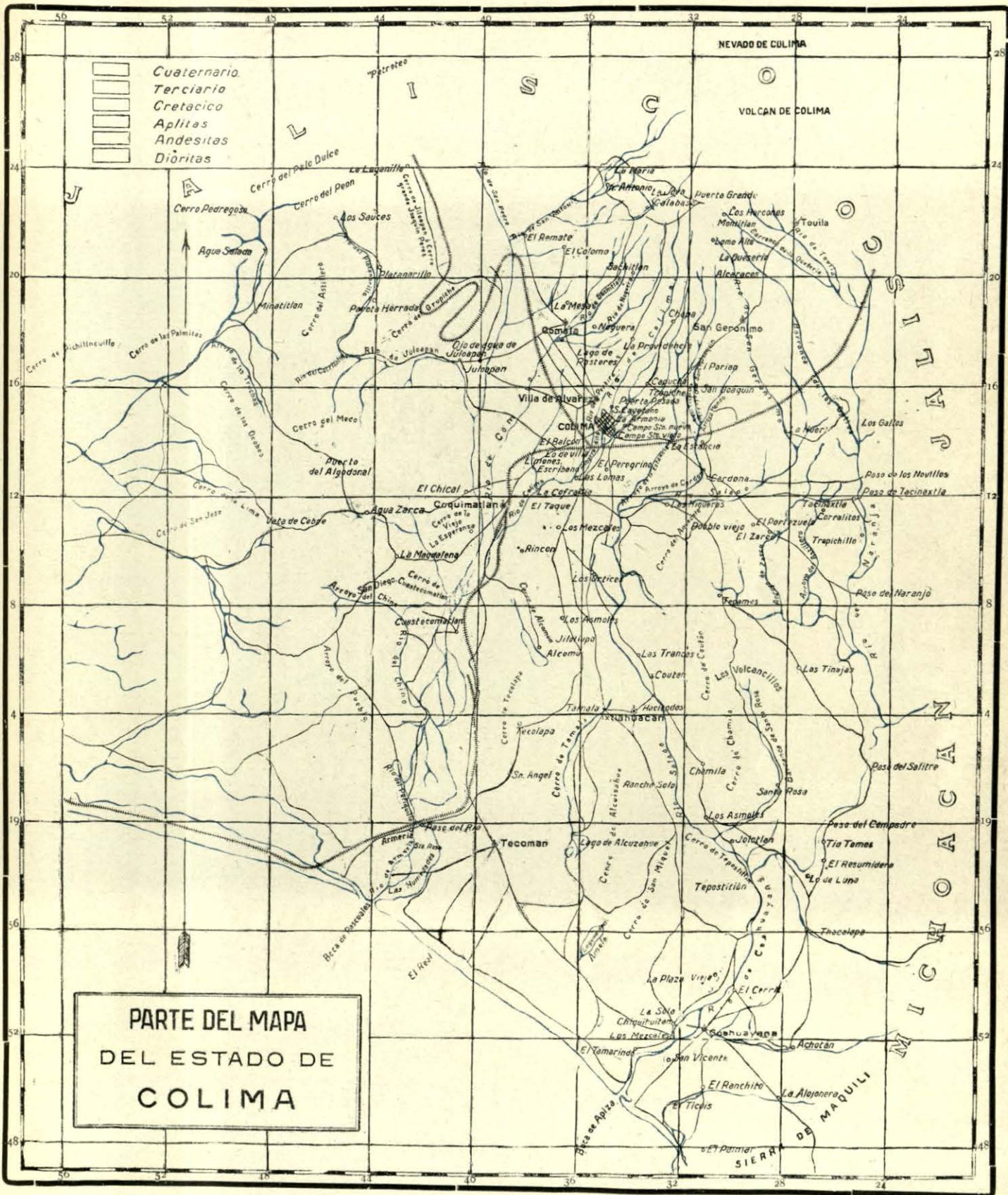


-  Cuaternario
-  Terciario
-  Cretácico
-  Apfilitas
-  Andesitas
-  Dióritas

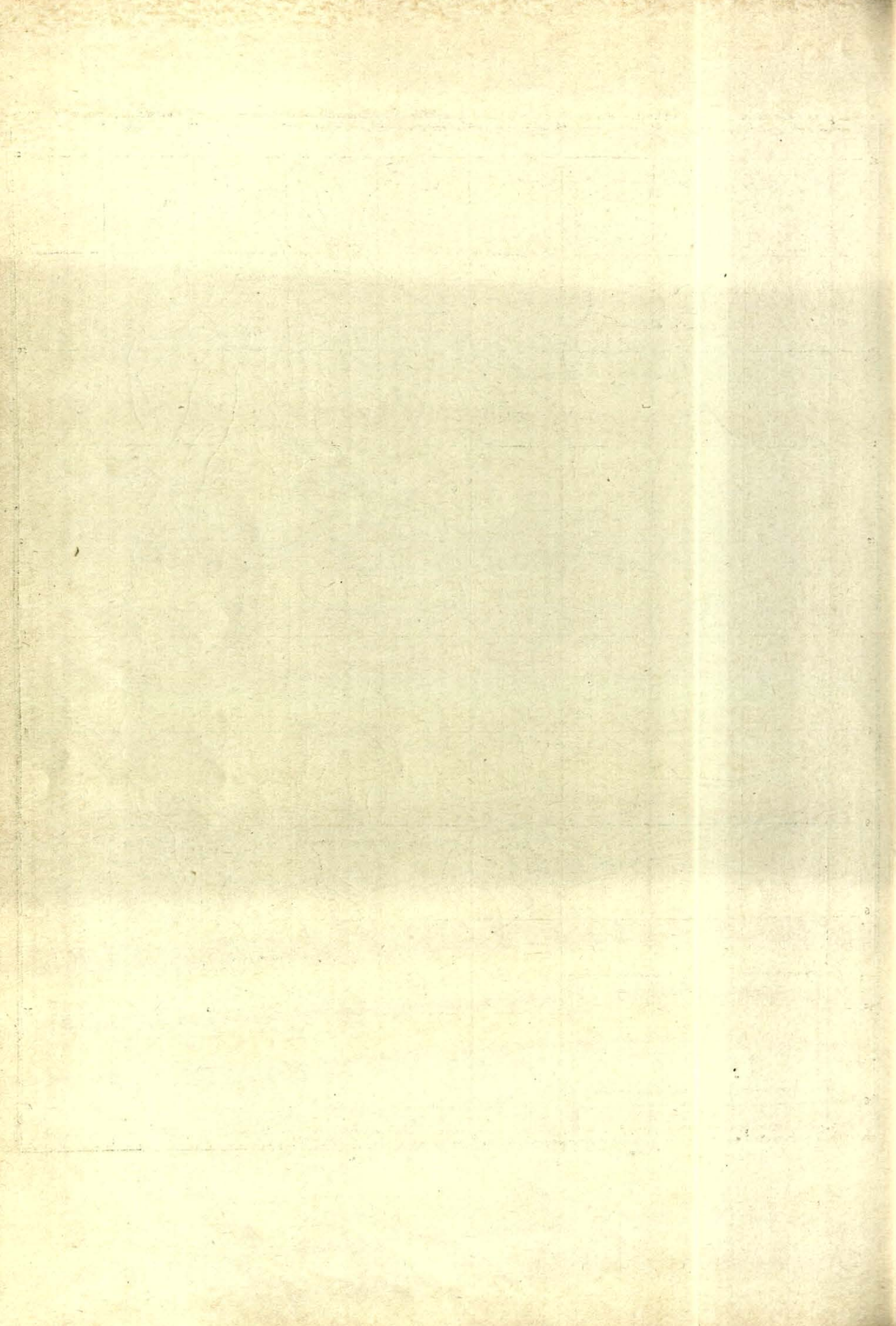
PARTE DEL MAPA
DEL ESTADO DE
COLIMA

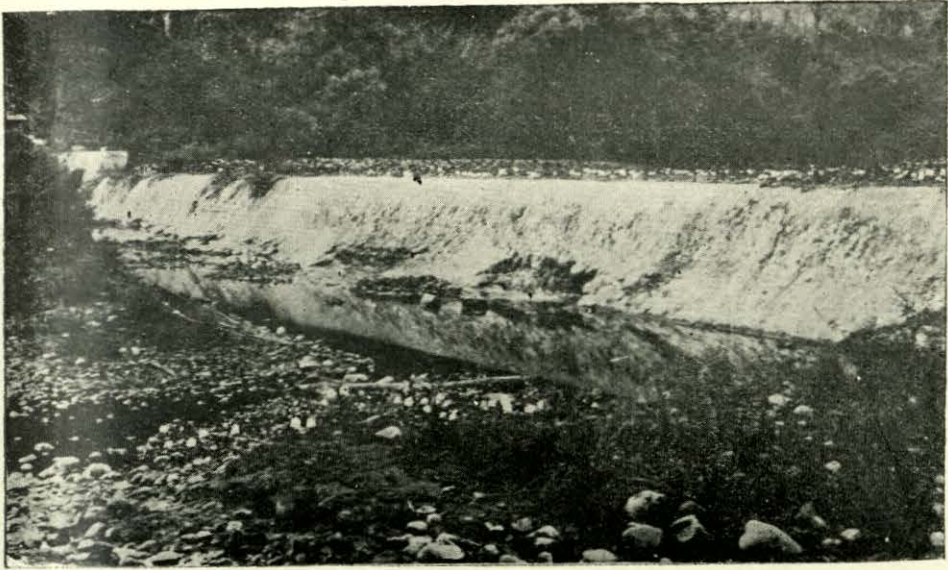




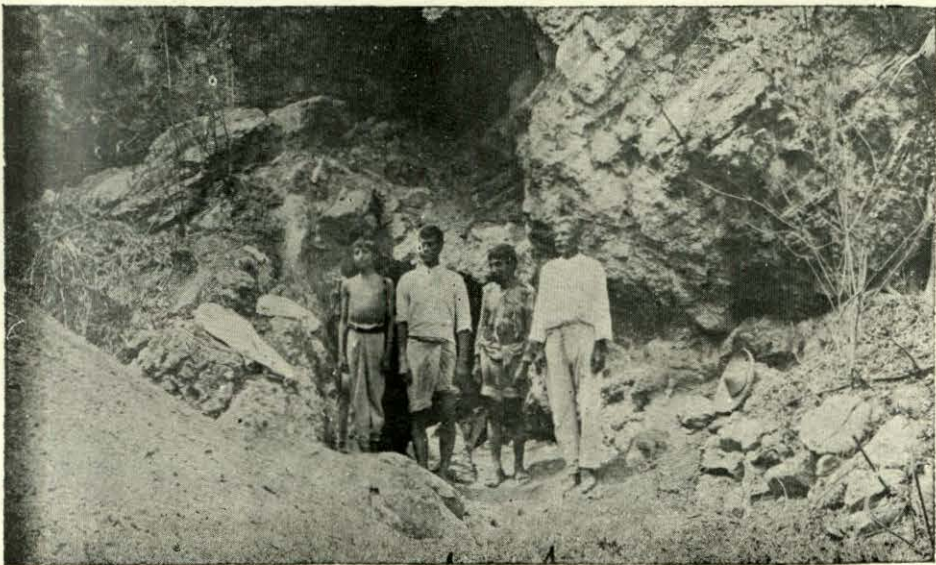


PARTE DEL MAPA
DEL ESTADO DE
COLIMA

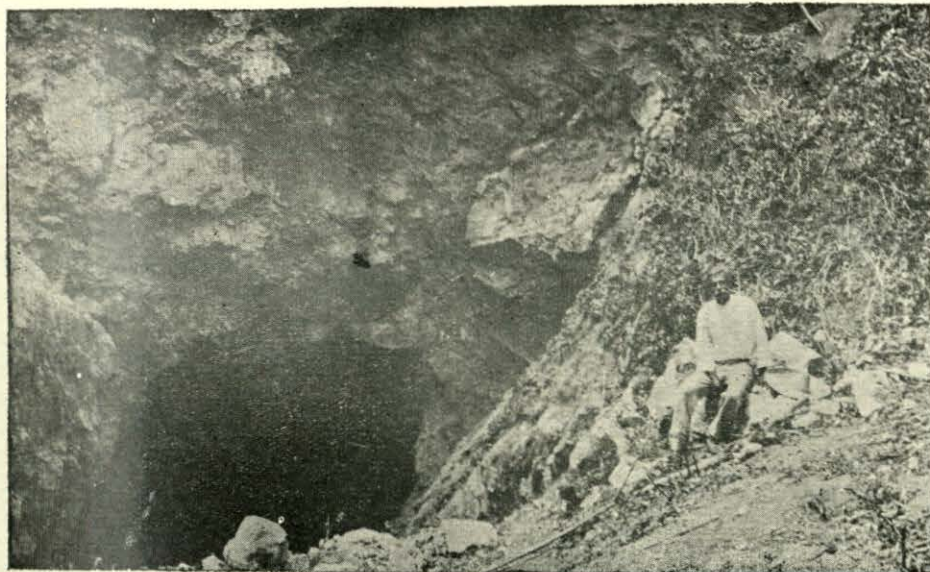




No. 1.—PRESA DE LA PALMITA. ESTADO DE COLIMA.



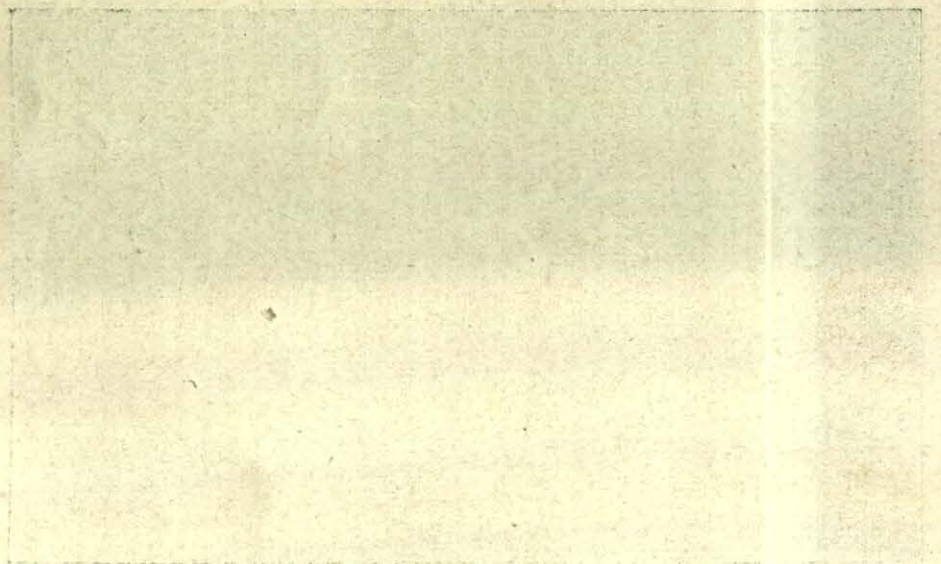
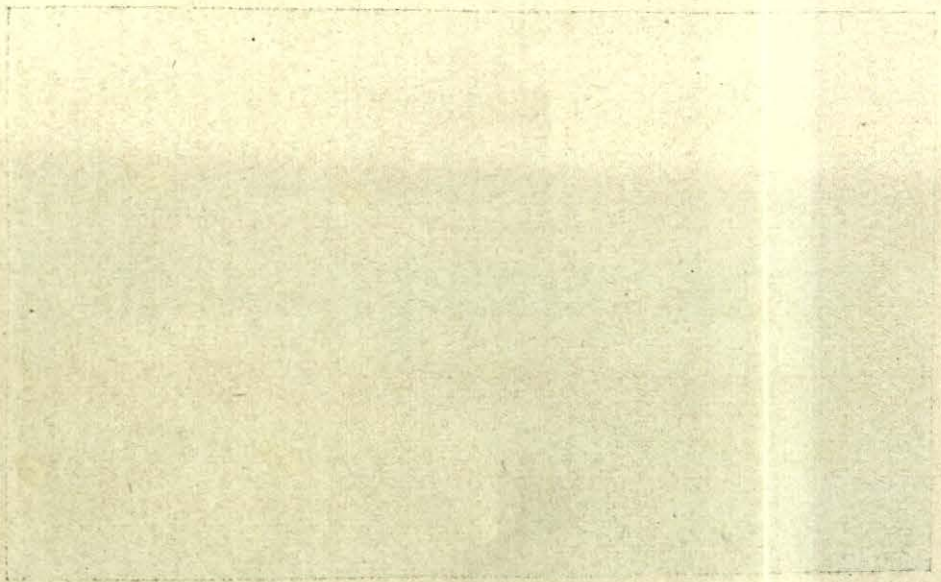
No. 2.—MINA DE LOS AMIALES. ESTADO DE COLIMA.



No. 3.—CAVERNA DE LOS AMIALES. ESTADO DE COLIMA.



No. 4.—RIO SALADO. ESTADO DE COLIMA.



Colorada y Amela, pues es notable su colocación según una línea casi recta, en el terreno comprendido entre los ríos de Tuxpan y Tuxcacuesco, cuyos cursos al recorrer el Estado de Colima, bajo los nombres de Armería, Naranjo y Coahuayana, siguen trayectos más o menos paralelos. (Fotografías 1, 2 y 3).

La exposición anterior da una idea de la diversidad de las formas que se presentan en las elevaciones montañosas, constituidas por rocas sedimentarias, permeables y solubles, que han sufrido los efectos de diversos agentes de la naturaleza.

Sin tomar en consideración las proximidades a los contrafuertes del Nevado y Volcán de Colima, donde el terreno se manifiesta abrupto y accidentado, pues lo cortan barrancas profundas con muros acantilados y pedregosos, el aspecto exterior del relleno, en el resto del valle, parece en lo general, un plano de inclinación poco pronunciada y casi uniforme, desde la terminación austral de la zona que indicamos por el N., hasta el pié de los accidentes que lo limitan por el S., en los alrededores de Coquimatlán, Picila, La Cardona, El Portezuelo, etc., que constituyen una barrera con entrantes largos y relativamente estrechos, hasta donde llega la parte inferior del valle que venimos estudiando.

Mas observando con detenimiento, se nota que la superficie del relleno está compuesta por extensiones de poca pendiente, unidas a otras por escalones de más o menos importancia, cuyo conjunto determina una sucesión de tramos poco inclinados y escalonados, que se extienden hasta la parte más baja del valle, donde se encuentran superficies más a nivel.

En este terreno que tiene lugares de una feracidad notable, se encuentran la capital del Estado de Colima y varios pueblos y fincas agrícolas, cuyas alturas sobre el nivel del mar, observadas con aneroides, son las que a continuación se expresan:

	Metros.
Colima.	480
Villa de Alvarez.	530
Comala.	625
Cuahtemoc.	970
Coquimatlán.	365
Puerta de los Limones.	515
Hacienda de los Limones.	480
Ranchería de los Limones.	450
El Balcón.	470
El Escribano.	495

	Metros.
La Albarradita.	490
El Peregrino.	470
La Estancia.	545
Mina de Peña.	560
Los Trapichillos.	550
El Carmen.	600
Pastores.	755
Chapa.	895
Capacha.	675
Santa Gertrudis.	640
La Armonía.	555
Las Trancas.	770
Los Colomos.	1063
San Antonio.	1170
El Remate.	840
Planta hidroeléctrica del Remate.	720
Confluencia Arroyo Remate con río Armería.	600
El Trapiche.	660
El Parián.	750
Alcaraces.	1150
Quesería.	1250
Tonila.	1245
Torreón.	465
Lo de Villa.	445
El Rincón.	320
Confluencia de los ríos de Colima y Armería.	320
La Esperanza.	310
La Magdalena.	330
Quisalapita.	420
Las Palmas.	460
Alpuyequé.	450

Los datos anteriores deben adolecer de errores dependientes de la marcha del aneroides, pero de cualquiera manera son de utilidad, pues hacen posible el conocimiento aproximado de los desniveles entre diferentes puntos del terreno.

HIDROGRAFIA.—El drenaje se verifica por medio de una red de arroyos principales y secundarios que, iniciándose en los contrafuertes del Nevado y Volcán de Colima, y en otras partes altas del valle, concurren a la formación de algunos ríos de importancia relativa, pero que no son comparables con los colectores generales que son tres: el del Naranjo, el Salado y el de Armería.

El río del Naranjo, que determina una parte de la línea divisoria entre los Estados de Colima y Jalisco, no es más que el desarrollo del río conocido con el nombre de Tuxpan, en el segundo de los Estados mencionados; recibe por su margen derecha varios afluentes, entre los que indicaremos: el formado por las Barrancas del Muerto y de Quesería, el de los Gallos y el Zarco, que antes de su confluencia se une con el del Astillero; es muy notable el curso del río del Naranjo tanto por sus magníficas terrazas, indicadoras del diastrofismo

traducido en movimientos de elevación, como porque en sus dos tercios superiores, es decir hasta poco después de alcanzar la región montañosa de la parte meridional del Estado, toma una dirección sensiblemente NS., cambiándola en seguida por otra al SW.; en las proximidades del cerro de Tepostitlán se le une el Salado, y ya juntos, hasta la Boca de Apiza, en el Pacífico, constituyen el de Coahuayana, vía fluvial de importancia que en el estiaje tiene un gasto de cinco metros cúbicos por segundo. (1)

El trayecto seguido por el río Salado, parece afectar la forma de una Z cuyas ramas superior e inferior, estuvieran orientadas según líneas en el cuadrante SE., y ligadas por otra según el rumbo aproximado EW., pues es de considerarse como la prolongación del río de San Jerónimo; así es que iniciándose al S. de Montitlán, con el nombre de río de San Jerónimo, se desarrolla hasta la finca de La Huerta, donde cambia de dirección, y ya bajo la designación de río Salado sigue hasta Picila, y de allí, con rumbo casi igual a la rama San Jerónimo, continúa a través de la zona montañosa meridional hasta el cerro de Tepostitlán, en cuya vecindad indicamos que verifica su confluencia con el río del Naranjo.

No es fácil con el mapa de que se dispone, darse cuenta suficientemente fundada del por qué del curso caprichoso del río Salado, pero es posible que se trate de una captura por medio de la rama EW., que tal vez se haya establecido según una línea de dislocación o de débil resistencia en esa dirección, que también es más o menos la del borde meridional de la planicie inclinada del valle de Colima. (Fotografía 4).

Sus afluentes principales son dos: el arroyo de Cardona que resulta de la unión de El Hondo, el San Joaquín y del Trapiche; y el arroyo de La Estancia que se enlaza con el Salado, precisamente en el lugar donde cambia bruscamente de rumbo, frente a Picila.

El Armería es una vía fluvial de gran importancia, tanto por su caudal como porque recibe los afluentes más notables de la red hidrogáfica que venimos estudiando; constituye en el Estado de Colima, la prolongación del río de

Tuxcacuesco en el Estado de Jalisco, y determina aproximadamente, por el W., el límite de la parte baja del valle, ocupada por el relleno.

Su cauce, en su mayor parte, sigue una trayectoria poco diferente de la línea N.S., pues sólo en el último tercio de su curso y ya en la planicie costera, cambia definitivamente hacia el S.W. hasta la Boca de Pascuales, por donde vierte su contingente en el Océano Pacífico. (Fotografía 5).

Observando los cursos de los ríos de Armería y Naranjo, llama la atención el paralelismo que existe entre ellos, paralelismo que lleva a ciertas consideraciones tectónicas de las que posteriormente nos ocuparemos, y que nos darán la clave, con el grado de certeza posible, de la génesis de la cuenca en cuyo fondo se encuentra el valle de Colima.

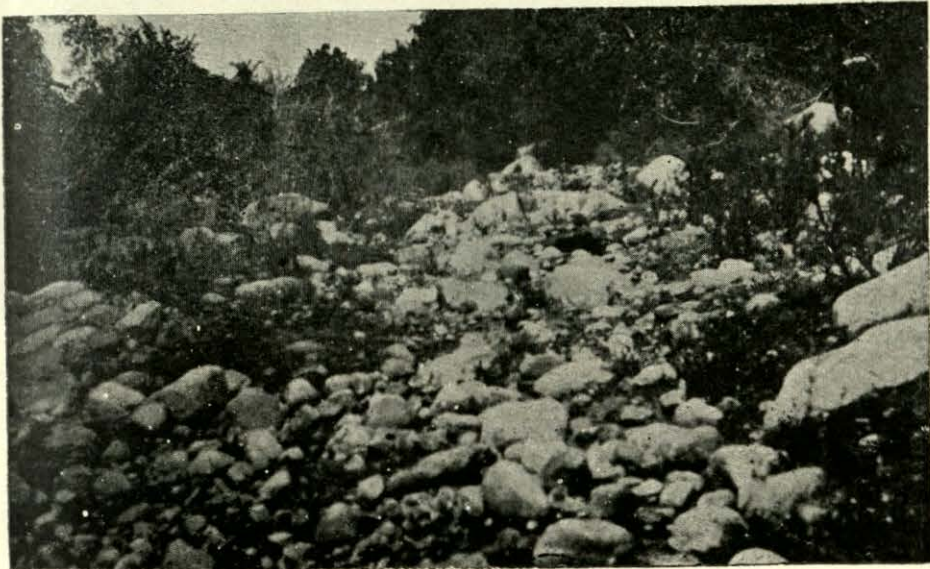
Por la margen izquierda recibe, en el límite N. del Estado, el arroyo de San Antonio que se origina en los contrafuertes del grupo Nevado y Volcán de Colima; al S. de Coquimatlán la vía fluvial resultante de la unión de los ríos de Comala y Colima, compuestos a su vez por varios arroyos entre los que mencionaremos los de Nogueras y Suchitlán que concurren al río de Comala, y el de Pereira que atraviesa el pueblo de Villa de Alvarez, al de Colima. Por la margen derecha hay que indicar, como más notables, el que titulan con los nombres de río del Platanarillo y de Juloapan, cuyo punto de confluencia con el Armería queda dentro de los límites del valle; más al S., pero todavía en la región montañosa, el arroyo del Chino; y en la planicie costera, el arroyo del Periquillo. Al río de Armería le asigna el señor Ing. Arturo Le Harivel, un volumen de agua de cinco metros cúbicos por segundo en tiempo de secas, caudal que también da al Coahuayana, y que revelan la importancia de ambas arterias. (Fotografía 6).

Debido al relieve de la superficie del relleno, y también a la constitución heterogénea del mismo, que muestra por consiguiente porciones de desigual permeabilidad, existen algunas depresiones donde se han acumulado las aguas, dando lugar a pequeñas lagunas como la de María, la del Calabozo y la del Jabalí;

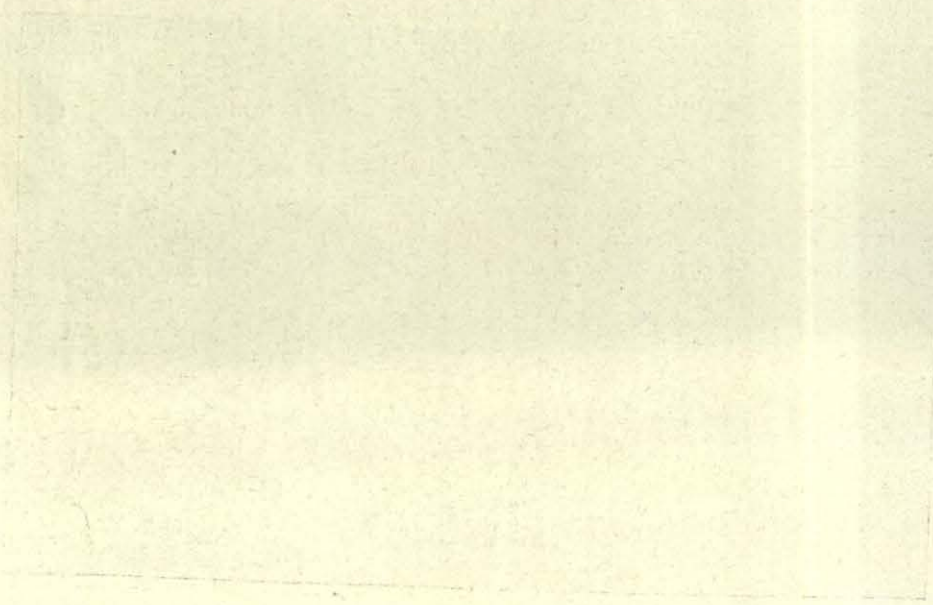
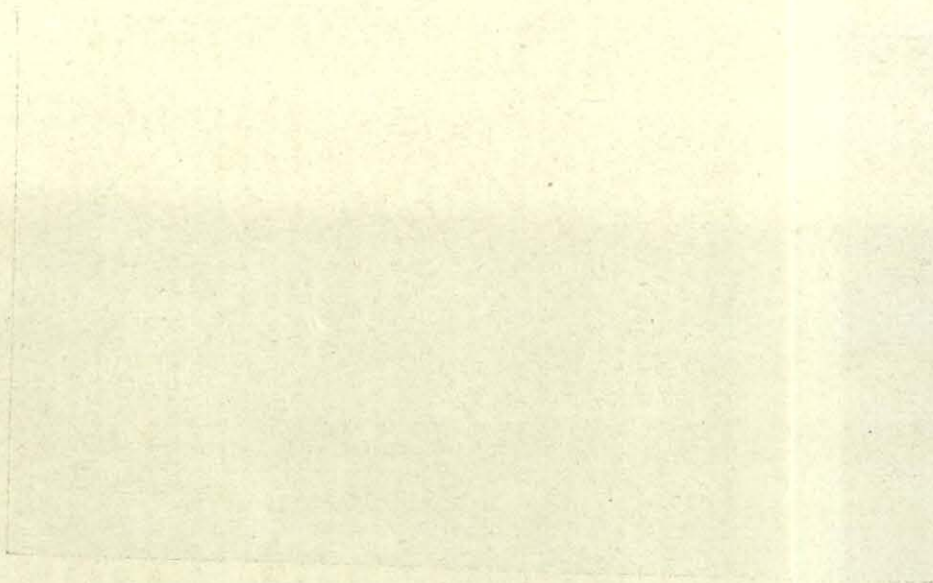
(1).—Dato tomado del Mapa del Estado de Colima, publicado el año de 1900, por el Ing. Arturo Le Harivel.

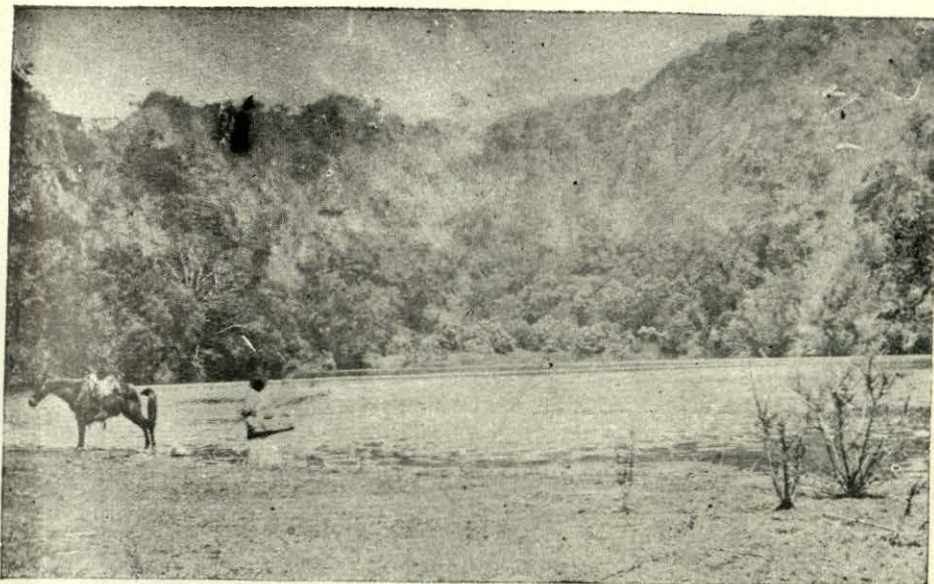


No. 5.—RIO ARMERIA, FRENTE A LAS JUNTAS. ESTADO DE COLIMA.

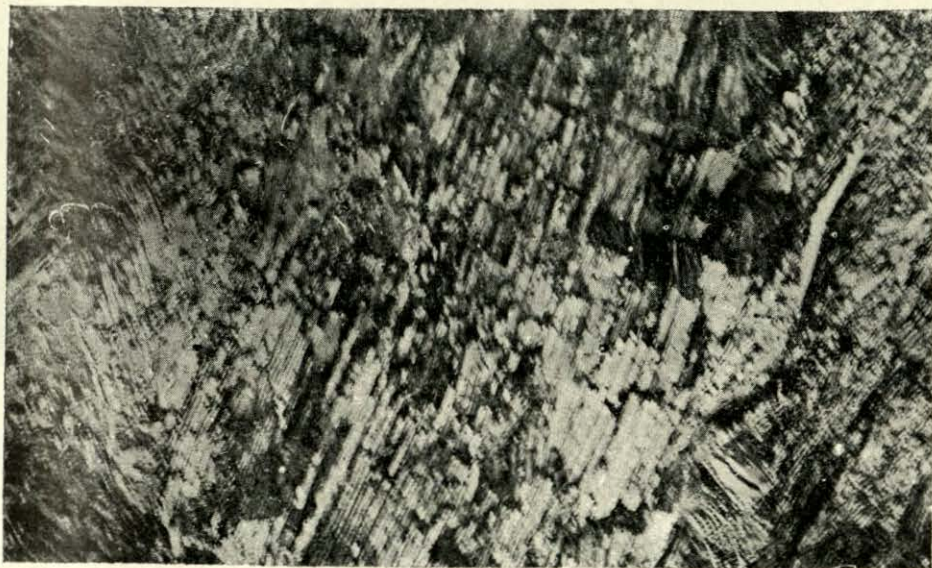


No. 6.—RIO DE COMALA. ESTADO DE COLIMA.

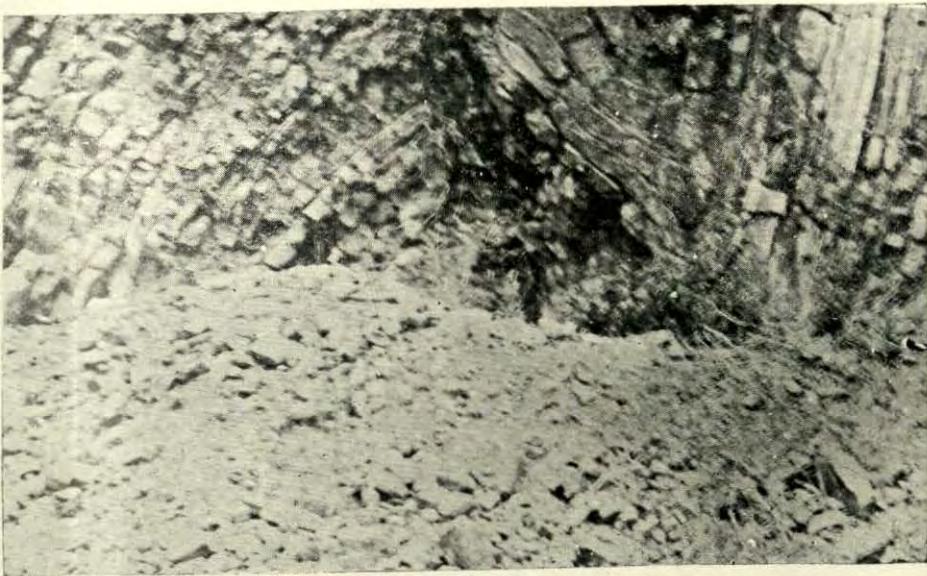




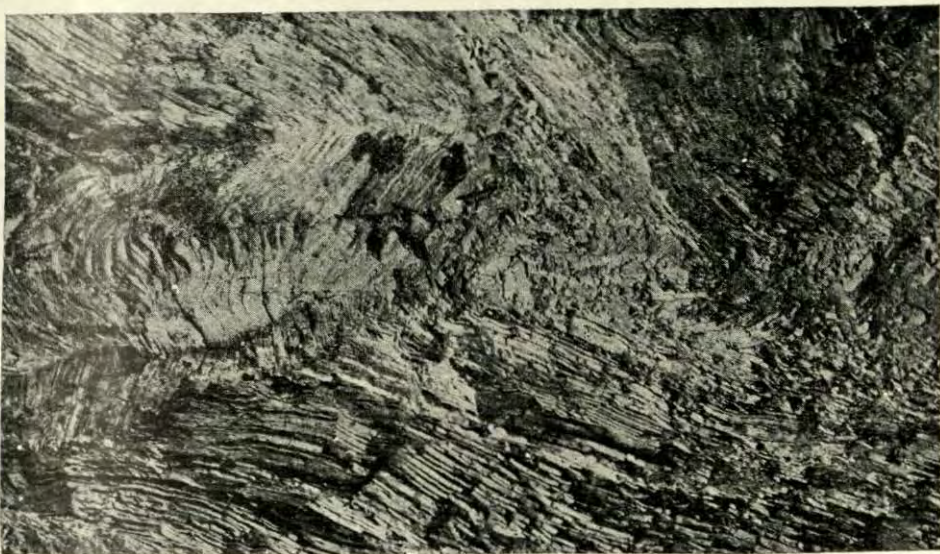
No. 7.—LAGUNA DEL JABALI. ESTADO DE COLIMA.



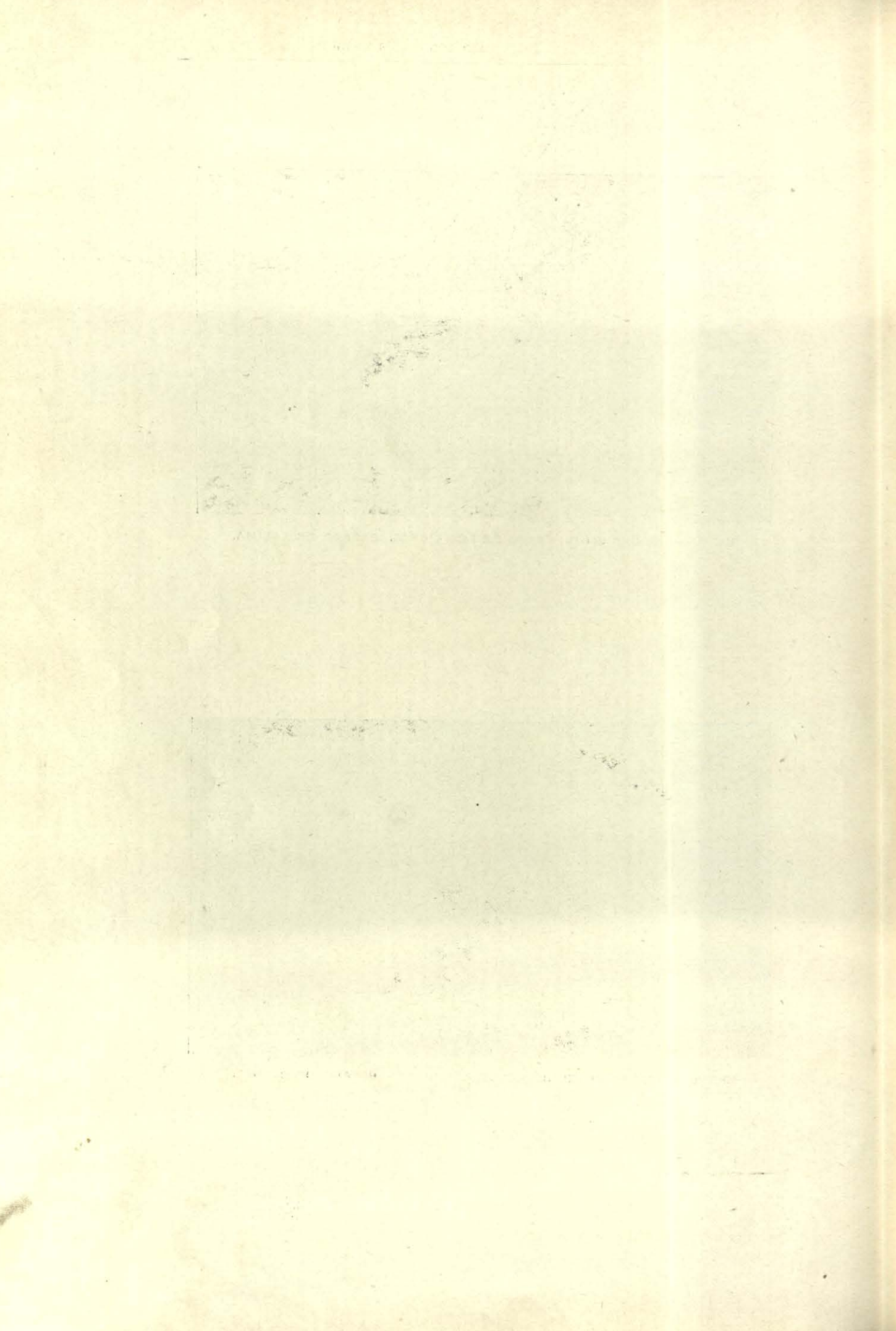
No. 8.—PLIEGUES EN EL CERRO DE LOS LIBRES. ESTADO DE COLIMA.



No. 9.—PLIEGUES EN EL CERRO DE LOS LIBROS. ESTADO DE COLIMA.



No. 10.—PLIEGUES EN EL CERRO DE LOS LIBROS. ESTADO DE COLIMA.



esta última se abastece en parte por un afluente del arroyo de San Antonio, que nace en los contrafuertes del Volcán de Colima, cuyas aguas han sido desviadas por un túnel y después canalizadas hasta las proximidades de dicho recipiente; de modo que esa lagunita sirve más bien en la actualidad, como un regulador del gasto que usan en la hacienda de San Antonio. (Fotografía 7).

El contingente de aguas de algunos de los afluentes de las arterias principales, ha sido aprovechado con el fin de engendrar potencia, como sucede en el Remate donde se ha construído un canal de 1.23 por 1.21 metros de sección, que sirve para conducir el líquido motor hasta la altura conveniente, de la que se precipita para poner en funcionamiento las máquinas hidráulicas de la planta hidroeléctrica del Remate, donde transformada la fuerza producida en energía eléctrica, se utiliza para el alumbrado de las poblaciones de Colima y de Villa de Alvarez, y para el servicio de bombas establecidas en distintos lugares.

CLASIFICACION DEL VALLE DE COLIMA.—Dada la descripción que anteriormente se hizo de la red fluvial, consideramos a dicho valle entre los llamados abiertos, pues tiene comunicación con las planicies costeras, por medio de los pasos existentes entre las elevaciones montañosas cercanas a Coquimatlán, Ixtlahuacán y las próximas al río del Naranjo.

Hay que tener presente lo que se acaba de exponer por ser de bastante importancia desde el punto de vista de la hidrología subterránea, pues es claro que las condiciones en las cuales se encuentran las aguas subterráneas, cambian entre otras causas, con la forma de los receptáculos que las contienen.

GEOLOGIA

El material que concurre a la constitución de las formaciones, en el terreno estudiado, lo consideraremos en la parte montañosa que circunda el Valle y en el relleno del mismo.

En las alturas encontramos principalmente andesitas, calizas, tobas calizas, pizarras calizas, yesos, brechas y areniscas.

ANDESITAS.—Las andesitas se manifiestan de preferencia, en la zona

ocupada por los macizos del Nevado y Volcán de Colima, estando por consecuencia, en mayor proporción, en las elevaciones que por el N. limitan el valle.

Generalmente son de una textura compacta, pero hay también ejemplares donde es celular; sus colores varían de los tintes rosados a los negros, pasando por los grises claros y oscuros; se presentan comunmente como macizos ígneos que interrumpen los depósitos sedimentarios.

CALIZAS.—Son la rocas dominantes en los demás límites del valle, y sus depósitos poderosos se observan en la sucesión de cerros que forman las barreras occidental y austral; son particularmente interesantes, por los caracteres que presentan, en la margen izquierda del río Armería, precisamente a su paso por los cerros del Rincón, de Los Amiales y de Los Libros, y en el Cerro de La Vieja.

Los depósitos están estratificados, y con relación a su posición primitiva, se muestran bastante trastornados, plegados y dislocados, manifestando en el rumbo de la inclinación de sus estratos, grandes diferencias que dificultan la apreciación de sus direcciones; todos estos caracteres ponen en claro los poderosos esfuerzos de presión a que estuvieron sometidos, y cuyo resultado final fué su emersión del seno de las aguas, para determinar los principales rasgos orográficos de la comarca.

Comunmente son compactas, pero suelen mostrar zonas de estructura cavernosa así como atravesadas por grietas rellenas posteriormente por carbonatos de cal cristalino.

Sus colores, por lo regular grises, varían desde los tintes claros, casi blancos, hasta los casi negros, pasando por una gradación de matices entre los que se distinguen lo rojizos y los azulados.

No en todos los lechos de estas calizas pueden apreciarse fósiles, pero en algunas sí se distinguen los cortes de varios de ellos, que son de difícil determinación a consecuencia de que sólo las secciones pueden verse, como sucede en las calizas del cerro del Rincón.

Como efecto de los movimientos verificados en los enormes depósitos de las calizas, y a causa de las fuertes presiones a que estuvieron sometidos, varias fallas se produjeron, llamando

particularmente la atención las fallas casi paralelas, que con dirección aproximada a la línea N. S., están demarcadas por los cursos de los ríos del Naranjo y de Armería, y que determinaron el gran polje tectónico, ocupado por el valle de Colima, al que ya hicimos referencia al tratar la Fisiografía.

TOBAS CALIZAS.—Las aguas subterráneas cargadas de ácido carbónico, bajo la influencia de una temperatura mayor que la del medio ambiente, al circular entre los estratos calizos, disolvieron en proporciones diversas el material de dichos estratos, de manera que, cargadas con cantidades variables de carbonatos salieron posteriormente a la superficie, en donde al cambiar las condiciones bajo las cuales verificaron la disolución, depositaron gruesas costras que cubren en porciones la superficie del terreno y que, entre otros lugares, se observan muy bien en el cerro del Rincón.

PIZARRAS CALIZAS.—En la extensión que se exploró son muy interesantes en el cerro de Los Libros, en el espolón del cerro de La Vieja, llamado de Nahualapa, y en la barranca de Chinimila.

La sucesión de capas de estas pizarras calizas, me ha parecido inferior a la de las calizas; los estratos varían en su potencia o espesor, llegando en sus menores dimensiones hasta 0.02m., y mostrándose algunas veces finamente laminadas. Su color es gris oscuro, casi negro.

Son fosilíferas, aun cuando no siempre es fácil encontrar los fósiles; entre los escombros acumulados a los lados del ferrocarril que va a Manzanillo, y provenientes del tajo que se practicó en el cerro de Los Libros, tuve la fortuna de encontrar un fragmento de pizarra, con un ejemplar de amonitas ya desgastado en sus relieves, pero que aún se distingue; no está del todo propio para efectuar su determinación, pero creo que sí puede llegarse a ella cuando la estudie un experto en la materia, pareciéndome entre tanto suponer que tal vez se trate de la Ammonites varicosus, a la que se refirió el señor Ing. Rosalío Banda en su nota sobre varios fósiles del Estado de Colima, determinados por el señor Ing. don Antonio del Castillo (1).

Los efectos de los trastornos sufridos por los estratos de las pizarras son muy notables, pues claramente se observan en el cerro de Los Libros y en la barranca de Chinimila, los pliegues y fracturas que los afectan.

Los pliegues son en lo general asimétricos, tendiendo algunas veces a ser invertidos, y mostrándose rotos en la parte correspondiente a la cabeza del pliegue. (Fotografías 8, 9 y 10).

YESOS.—Entre los cerros de Los Amiales y de Los Libros, existe un depósito de yeso muy interesante. Poco antes de llegar a donde están practicadas las excavaciones que se conocen como minas de Los Amiales, se encuentra un grupo de rocas muy deleznales, compuestas de capas arcillosas; entre la masa de este grupo, el yeso está intercalado en vetillas, que se cortan, con espesores por lo regular de mts. 0.02 a 0.04 m.; pasada esta manifestación se entra de lleno en un cuerpo yesífero, donde este mineral es casi el único que se presenta, y que difiere del encontrado en vetillas, tanto por su estructura como por su forma de depósito, pues el primero es fibroso y el segundo finamente granular y compacto; el fibroso se muestra como se dijo, en cintas o vetillas, y el granular o compacto en grandes masas.

El color es comunmente blanco, pero también existen variedades grises oscuras; el lustre es brillante en los ejemplares granulares de yeso sacaroide, y aperlado en el fibroso.

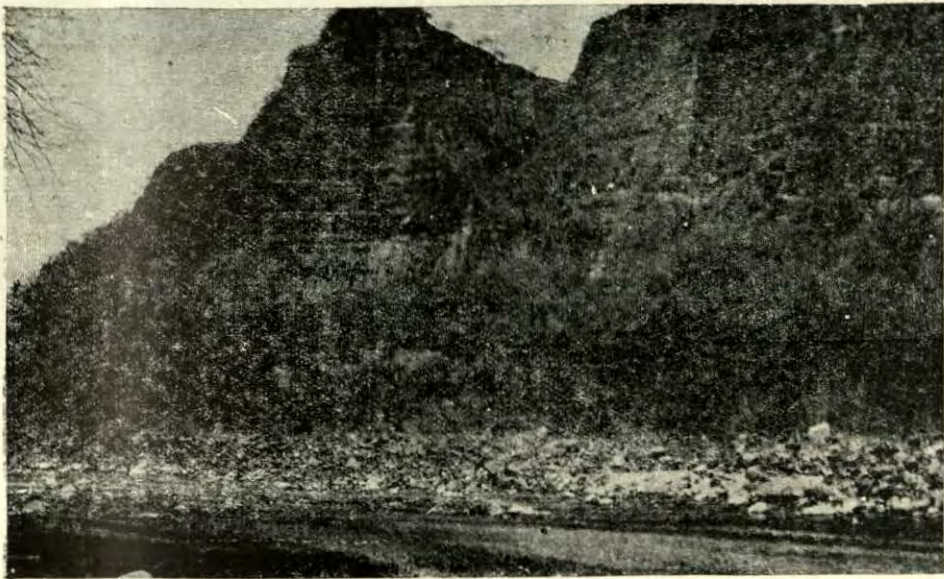
No se hizo un examen detallado de estos depósitos para poder opinar de manera concluyente sobre su génesis, pero es muy probable que se trate de almacenamientos de aguas salinas, restos de los mares que antiguamente cubrieron esta región de nuestra República, y que más tarde, aislados por el levantamiento del suelo, de la masa de aguas a que pertenecían, estuvieron expuestas a la influencia del intemperismo, principalmente de la evaporación que, obrando sobre extensiones mas cortas de agua, produjo la saturación de ellas y por consiguiente les permitió verificar las acumulaciones yesíferas que venimos estudiando.

BRECHAS.—Aun cuando no nos estamos ocupando del material que rellena el valle, es conveniente indicar que

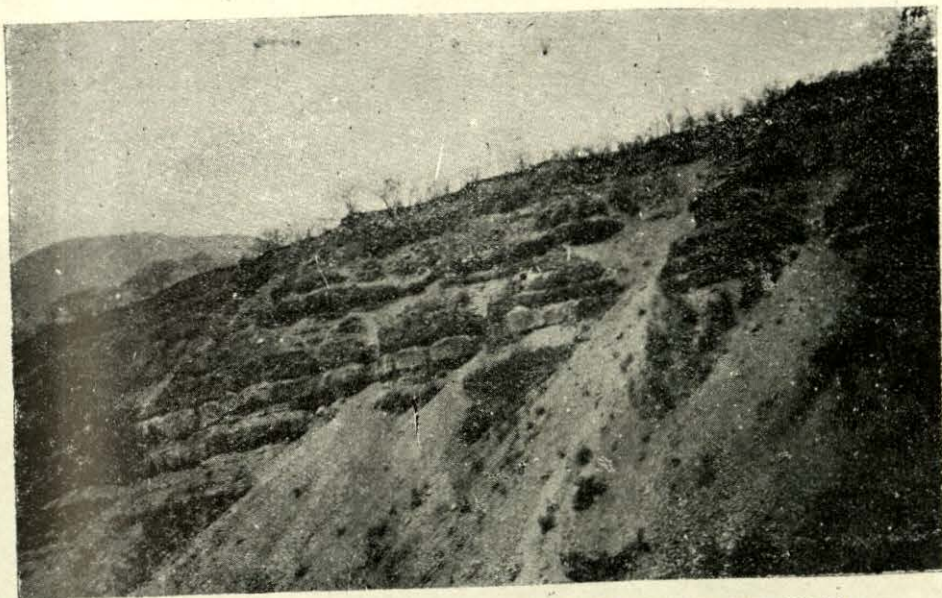
(1).—El Minero Mexicano.—Tomo VII, Núm. 7.



No. 11.—BRECHAS Y ARENISCAS. CERRO DEL RINCON. ESTADO DE COLIMA.



No. 12.—BRECHAS Y DEPOSITOS ARCILLOSOS. RIO ARMERIA. ESTADO DE COLIMA.



No. 13.—DEPOSITOS ARCILLOSOS. RIO ARMERIA. ESTADO DE COLIMA.



No. 14.—MANANTIALES DE ZACUALPAN. ESTADO DE COLIMA.

existen dos clases de brechas: las de las alturas y las que rellenaron el fondo, perfectamente distintas por los caracteres que se indicarán en su oportunidad; por ahora vamos a dedicar las siguientes líneas a las primeramente mencionadas.

Estas brechas constituyen fuertes acumulaciones de material estratificado, y están diseminadas en el terreno, pues las he encontrado en varias partes del Estado, en porciones aisladas unas de otras.

Se depositaron sobre las formaciones de pizarras y calizas, en capas que varían en sus dimensiones y en su estructura; su rumbo no es uniforme, pero por datos tomados en los cerros del Rincón y de La Vieja, se concluye que está comprendido en los cuadrantes NW. a SE. o viceversa; en efecto, en el cerro del Rincón es de 40° NW. y en el de La Vieja de 30° en el mismo cuadrante; su echado también variable, es de 10° al NE. en el primer accidente orográfico y de 20° al NE. en el segundo, inclinándose por consecuencia hacia el Valle de Colima. (Fotografía 11).

Están bien consolidadas, y en su material se distinguen fragmentos de rocas ígneas y sedimentarias como andesitas y calizas, unidos por un cemento calizo que tal vez esté mezclado con alguna proporción de siliza; el color, por lo regular rojizo, varía desde el claro al obscuro, más bien morado, encontrándose también de matices verdosos como en Las Higueras, en el cerro de Picila.

ARENISCAS.—El material de las brechas está compuesto en general, de fragmentos de cortas dimensiones, pues así se nota por lo menos, en los lugares donde pude observarlo; pero en las varias capas que se suceden, se presenta más y más fino, determinando entonces depósitos con los caracteres de las areniscas.

Estos lechos de arenisca, intercalados entre los de la brecha perfectamente definida, son menos potentes y demuestran la desigualdad en el régimen de las aguas que verificaron el depósito. Tienden a una laminación fina; el cemento es calizo; y el color es como el de las brechas, es decir, rojo obscuro que se aproxima mucho al morado.

RELLENO.—Habiéndonos ocupado de las distintas clases de rocas que forman la montaña, vamos ahora a tratar de los sedimentos que rellenan el fon-

do de la zona entre los ríos del Naranjo y de Armería, en la extensión delimitada anteriormente.

El relleno está formado, haciendo omisión de la capa de tierra vegetal, por depósitos alternados de diferentes espesores, de brechas y materiales arcillosos, que son generales en la extensión ocupada por dicho relleno; pero además existen arenas y gravas, cuyas acumulaciones más importantes parecen cercanas a los cauces de los ríos y arroyos que actualmente drenan esta parte del valle.

BRECHAS.—De fragmentos angulosos y de diferentes dimensiones, de varias rocas entre las que son de notarse, como más comunes, las andesitas y los basaltos unidos por un cemento arcilloso.

Los componentes demuestran haber sido transportados en extensiones relativamente cortas, pues aunque sus aristas presentan desgastes que no pueden ser más que efectos del acarreo, los fragmentos no perdieron el carácter que distingue a las brechas.

El cemento arcilloso, de color amarillo claro, está desigualmente repartido; por lo que existen lugares donde los depósitos se presentan con todos los caracteres de esta clase de acumulaciones, y partes donde la proporción de sustancia cementante está de tal manera restringida, que el conjunto ya no es propiamente una brecha, sino más bien un aglomerado en que los destrozos están adheridos por la acomodación de unos con otros, bajo la influencia de las presiones, del tiempo y de una inmovilidad relativa. Esta última disposición en los materiales se observa también en varios lugares, pero es particularmente interesante en el corte practicado por el arroyo del Remate.

Los bancos en los que está distribuida la brecha, son de espesores variables que no fué posible fijar, pero por algunos datos tomados en la noria de La Guadalupe, río de Comala y arroyo de Los Mezcales, pasan en la generalidad de 5 metros.

Los bancos no están enteramente unidos y uniformes, pues por varias causas, entre las que son de notarse los movimientos originados por los sismos que han sacudido esa región, se han producido agrietamientos irregulares que no son perceptibles en toda la su-

perficie del terreno, pero que se advierten en algunos cortes y desniveles del mismo. (Fotografía 12).

DEPOSITOS ARCILLOSOS.—En capas o bancos intercalados entre las brechas, se observa este material comunmente de color amarillo obscuro, en varias partes del terreno entre las que citaremos el corte del río de Armería cerca de Las Juntas y frente a Zacualpan, y el arroyo de Comola donde lo cruza el camino que va de Villa de Alvarez al Pedregal; como la erosión ha destruído porciones más o menos importantes de la superficie del relleno, el agua, como vehículo principal, al acarrear los destrozos ocasionados, ha puesto al descubierto estos depósitos arcillosos en el camino entre Comala y Villa de Alvarez; entre Colima y El Mezquite, frente al Peregrino; al Sur de Villa de Alvarez en el camino que va a Coquimatlán; y en otros varios. (Fotografía 13.)

La alternación de capas diferentes dá lugar a que cuando se recorre el terreno, se camine por tramos constituidos por brechas, por materiales arcillosos o por arenas, que han sido puestas al descubierto, como ya se dijo, por la erosión.

El espesor medio de los lechos arcillosos no pudo determinarse, pero se han encontrado de 0.50 m. y también con dimensiones muy superiores a esta última cifra; su inclinación es muy pequeña y hacia la parte baja del valle, pero más bien deben considerarse como horizontales.

ARENAS Y GRAVAS.—Entre las arenas hay que distinguir las que provienen de la desagregación de las rocas y las que son de origen volcánico, es decir, que fueron productos de erupciones, bajo la forma de arenas.

Las primeras han determinado acumulaciones próximas a los cauces de los ríos y arroyos, en la superficie, pero también se hallan como intercalaciones en la brecha, sin poder precisar su extensión y forma, pues no existen datos suficientes para hacerlo, aun cuando por lo observado en algunas norias y pozos, es de conjeturarse que no van muy lejos de las líneas que marcan los cauces de la red hidrográfica. Estas intercalaciones se ven en la noria núm. 1

de La Albarradita, entre el arroyo de Pereira y el río de Colima, con espesores desde 0.30 m. hasta más de 1.25, m. y con una separación de cuatro y cinco metros

El material es mixto, pues proviene de varias rocas; y las arenas, por el tamaño de sus granos, se gradúan desde la fina hasta la gruesa.

Las volcánicas forman también depósitos importantes entre la brecha; se presentan estratificados y finamente laminados en el arroyo de Los Mezcales; las partículas son bastante finas al grado de que pueden tomarse como cenizas, pero observadas con atención se nota el carácter áspero y granuloso de las arenas; su color varía desde el casi blanco hasta el gris negro, y en el arroyo de Los Mezcales los depósitos acusan potencias alrededor de 3.00 metros.

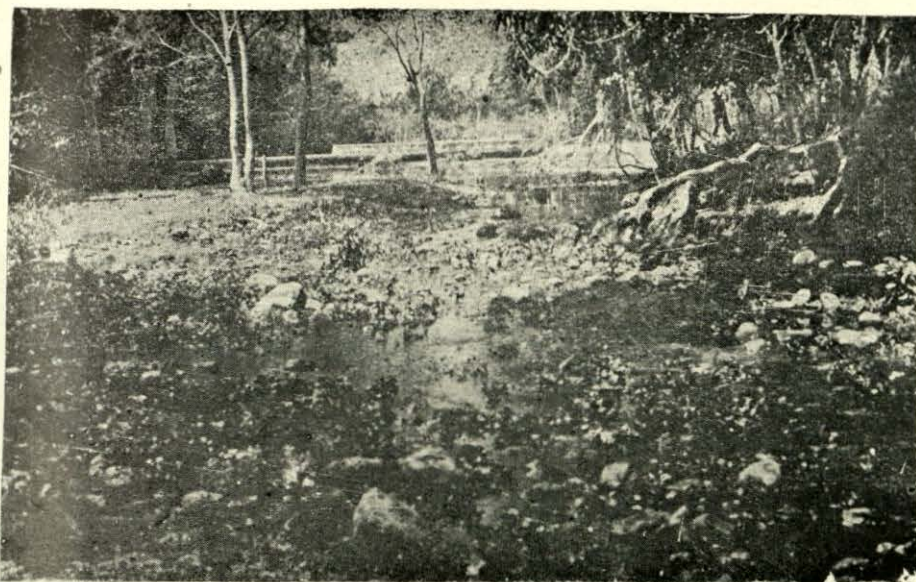
Las gravas se encuentran con las arenas y su colocación es semejante a la de estas últimas.

FALLAS.—Al tratar sobre hidrografía y rocas calizas, indicamos que el terreno manifiesta líneas de debilidad según las cuales se produjeron dislocaciones de más o menos importancia; además de las señaladas en el relleno del valle, por los acantilados próximos a Coquimatlán, son notables las que se establecieron en los macizos montañosos, con direcciones casi paralelas, próximas a la línea N. S., y que me parecen actualmente demarcadas por los cursos de los ríos del Naranja y de Armería.

Estos fenómenos, unidos a otros verificados según la gran línea de debilidad señalada por los huecos ocupados por la serie de lagunas, desde la de Amela hasta el Valle de Colima, y quizá hasta las de Zapotlán y Sayula, dieron lugar a la formación del polje tectónico llamado actualmente Valle de Colima, que es de presumirse anteriormente en comunicación con las lagunas de Zapotlán y Sayula; esta idea fué externada hace algún tiempo por el señor Ing. don Eduardo Harcot (1), lo que me es satisfactorio consignar en este trabajo, pues apoya las ideas que ya me había formado del particular.

HISTORIA GEOLOGICA.— Por no haber hecho un estudio estratigráfico detallado, no estoy en aptitud de tratar con la precisión posible este asunto, del

(1).—Boletín de Geografía y Estadística 1-2. Ensayo estadístico sobre el territorio de Colima.



No. 15.—MANANTIALES DE EL CHICAL, ESTADO DE COLIMA



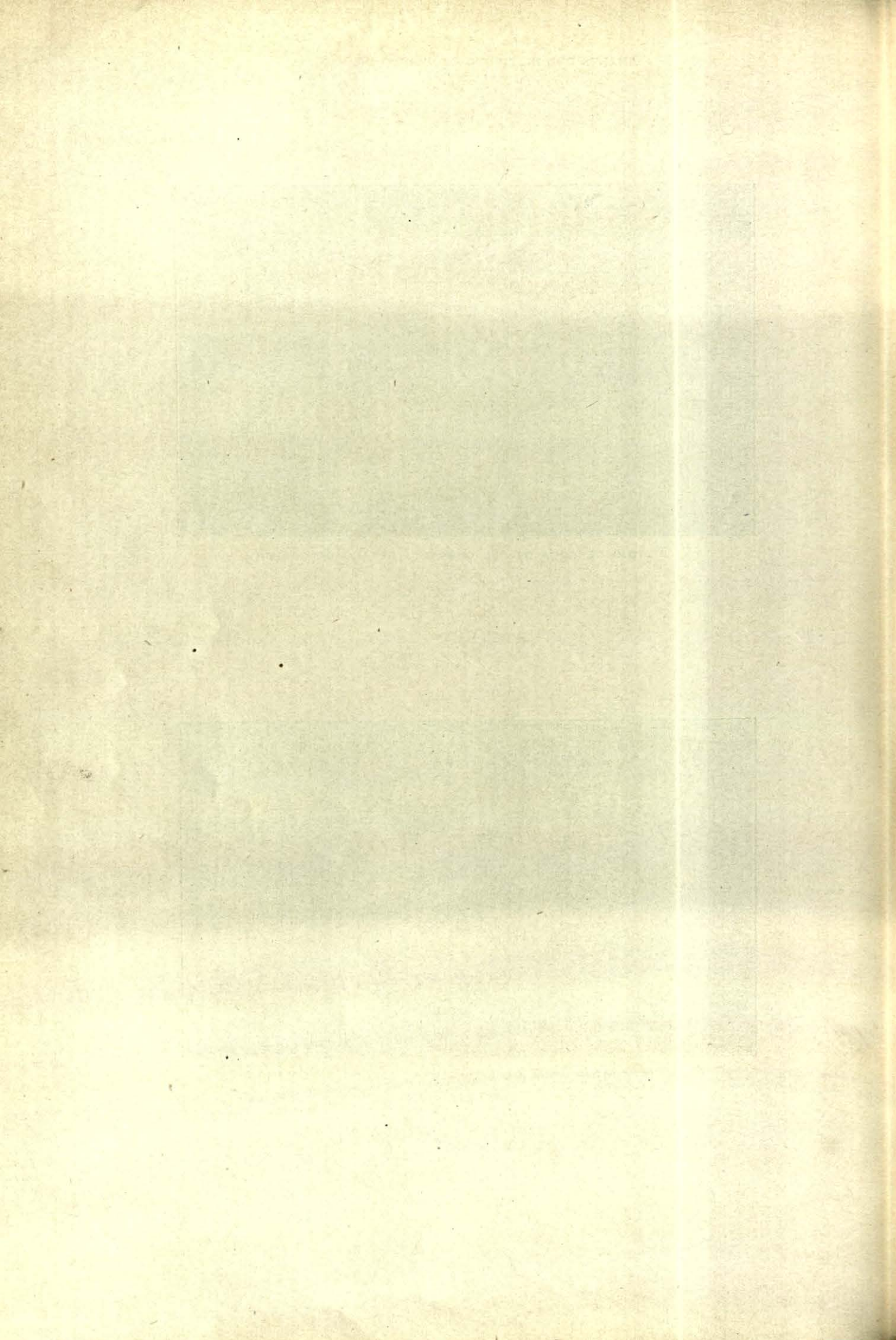
No. 16.—OJO DE AGUA DE LOS TAMARINDOS, ESTADO DE COLIMA.



No. 17.—OJO DE AGUA DE "EL CURATO". ESTADO DE COLIMA.



No. 18.—OJO DE AGUA DE LA HUERTA. ESTADO DE COLIMA.



que daré únicamente algunas ideas generales.

Las rocas más antiguas de la región son las que constituyen el poderoso depósito de calizas y pizarras calizas, pertenecientes al Cretácico.

Estos sedimentos, debido a movimientos orogénicos durante el mismo período, surgieron del seno de los mares para formar parte del relieve continental; al experimentar los esfuerzos de presión lateral se plegaron, contorsionaron y dislocaron, datando tal vez de ese tiempo, el establecimiento de las fallas principales que posteriormente determinaron, ayudadas por otras causas, la formación del hueco tectónico en cuya parte meridional se encuentra el Valle de Colima.

En el Terciario aparecieron los productos de las erupciones andesíticas, cuyos macizos principales se presentan en el Nevado y Volcán de Colima, que interrumpieron los estratos del Cretácico, así como la continuidad del polje

tectónico colocado entre los ríos del Naranjo y Armería, que son, respectivamente, prolongaciones del de Tuxpan y el de Tuxcacuesco.

Durante ese período se verificó el depósito de las brechas y areniscas que se encuentran en varias partes del Estado, pero bien caracterizadas en el cerro del Rincón. Nos fundamos para hacer esta apreciación en que las brechas tienen entre sus agregados, materiales que me parecieron fragmentos de andesita, lo que fué después confirmado por el petrógrafo señor Martínez Quintero.

Posteriormente vinieron los depósitos aluviales del Cuaternario, que hicieron el relleno del Valle de Colima, y de cuya estructura se deduce que si bien los depósitos brechoides fueron el producto de avenidas torrenciales, también hubo intermitencias de relativa tranquilidad, como lo prueban los bancos arcillosos intercalados.

ROCAS CLASIFICADAS AL MICROSCOPIO.

(Por el Petrógrafo Rodolfo Martínez Quintero).

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.	Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
1.—	Depósito frente al Peregrino, Mun. de Colima, Estado de Colima.	Graywacke. Com.: Feldespato bastante cálcico (promedio andesina) fm.: augita, biotita, fragmentos de roca de apariencia traquítica cementados por arcilla, ocasionalmente teñida por óxidos de hierro. Mac.: La roca está constituida por materiales diversos finamente divididos.			lente se distinguen cristales de feldespato y fenocristales de piroxena.
2.—	Material del relleno, Hacienda de Pastores Mun. de Villa de Alvarez, Estado de Colima.	ANDESITA BASALTICA. Comp.: Andesina-labradorita, (promedio augita y magnetita diopsida?) Mac.: Roca oscura holocrystalina, de grano medio, con cristales de piroxena y feldespato.			
3.—	Material del relleno, Hacienda de los Colomos, Mun. de Comala, Estado de Colima.	ANDESITA DE AUGITA Comp.: Andesina (cálcica) augita, óxido de hierro. Mac.: El ejemplar tiene un color rojizo. Con la			
4.—	Material al pié del Volcán de Colima, Mun. de Comala, Estado de Colima.				ANDESITA DE PIROXENAS. Comp.: Andesina (algunas veces labradorita, sobre todo en las zonas internas) hiperstena, augita y magnetita. Mac.: Roca granuda, gris oscura con fms. y feldespato.
5.—	Material al pié del Volcán de Colima, Mun. de Comala, Edo. de Colima.				ANDESITA DE PIROXENA. Comp.: El feldespato de esta roca muestra ciertas analogías con aquel de la roca núm. 6, solamente las zonas no son tan frecuentes ni tan marcadas como en la última. La masa es amorfa vesicular. Promedio para el feldespato: andesina cálcica. La piroxena también está presente.

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.	Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
		Mac: El ejemplar es bastante poroso, casi negro, con fenocristales de feldespatos, que alcanzan de 1 a 2 mm. de longitud; los fms. son mayores.			mayor parte, se encuentran cementando los constituyentes. La plagioclasa pertenece a fragmentos de otros materiales de composición andesítica de diversos tipos.
6.—	Material al pie del Volcán de Colima, Edo. de Colima.	ANDESITA DE AUGITA. Comp: Fenocristales de andesina (ocasionalmente con zonas) y augita con cristales de hornblenda reabsorbidos. La masa está compuesta de cristales muy pequeños y probablemente mezclados con algo de vidrio. También hay grandes granos de magnetita.			No es posible dar una clasificación exacta a la roca por el estado de alteración en que se encuentra; pero probablemente se trata de un material de origen andesítico.
		Mac: El ejemplar es bastante compacto, con cristales de feldespatos y fms. de regular tamaño.	8.—	Cerro del Rincón, Mun. de Coahuila, Edo. de Colima.	ARENISCA CALÇAREA. Comp: Fragmentos de distintos materiales, granos de cuarzo, feldespatos, epidota, granate, magnetita, clorita y otros minerales de menos importancia, se encuentran cementados en parte por carbonatos.
7.—	Cerro del Rincón, Mun. de Coahuila, Edo. de Colima.	CONGLOMERADO. Mac: La roca está constituida principalmente por fragmentos arredondados y subangulosos de composición heterogénea. Mic. Cons: Su composición es muy heterogénea, pero entre los minerales que más a menudo se encuentran, se reconocieron los siguientes: cuarzo, plagioclasas, siderita, zolita, magnetita, apatita, hornblenda verde (?) ortoclasa, sericita y óxidos de fierro. Los carbonatos, probablemente calcita en su			Mac: Roca de grano fino, de color rojo sucio.
			9.—	Cerro de la Vieja, Mun. de Coahuila, Edo. de Colima.	ARENISCA. Los constituyentes de esta roca son tan heterogéneos como aquellos de la número 8. El cemento es calcita. Los constituyentes de la última roca están presentes en ésta menos el granate y las epidotas. Mac: Sus caracteres macroscópicos recuerdan mucho la roca número 8, solamente que ésta contiene fragmentos más finos.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Habiendo explicado con la extensión necesaria, para el objeto del presente trabajo, la estructura del terreno explorado, vamos a ocuparnos de los fenómenos de hidrología subterránea que se verifican.

Recordando lo que se indicó al enumerar las rocas que forman las barreras del valle, y también al mencionar las que han rellenado el fondo del mismo, se llega a la conclusión de que la cuenca es un vasto receptáculo en que,

salvo la porción N. donde están situados los macizos andesíticos del Nevado y Volcán de Colima, los demás bordes y con toda probabilidad la mayor parte del fondo, están formados por rocas sedimentarias, solubles y de permeabilidad localizada o por litoclasas; en el relleno, además de los lechos irregulares de arenas y gravas, existe una sucesión de bancos de rocas permeables como las brechas de cemento arcilloso, con intercalaciones de capas arcillosas, prácticamente impermeables.



No. 19.—OJO DE AGUA DE EL CARMEN, ESTADO DE COLIMA.



No. 20.—"EL TANQUE", ESTADO DE COLIMA.

MANANTIALES.— En las distintas partes de este receptácuo así definido se observan emergencias acuíferas, reveladoras de las aguas subterráneas.

Los manantiales en las rocas de permeabilidad en grande, están establecidos por regla general, a un nivel poco diferente del que tienen los cauces de los ríos y arroyos; de manera que, siguiendo éstos, se encuentran de cuando en cuando en los macizos de las elevaciones montañosas, las manifestaciones de las aguas que circulan por las litoclasas de las rocas.

Entre esta clase de manantiales citaremos los de Zacualpan, Chinimila y El Chical; no contando los de Los Amiales, porque no me fué posible observarlos a la salida del macizo del cerro, sino a través de los escombros de las obras del Ferrocarril de Guadalajara a Manzanillo, y como por allí se deslizan las aguas del río Armería, muy bien pudiera suceder que no sean mas que las resurgencias de dichas aguas que, en otros puntos de nivel superior se pierden bajo los escombros, lo que parece confirmarse por ser su temperatura casi la misma. (Fotografías 14 y 15).

Los datos de los manantiales que nos ocupan, son los que en seguida se anotan, debiendo tener presente que las diferencias en la temperatura ambiente se deben: a las condiciones topográficas de los lugares donde emergen las aguas, al estado del tiempo, y a la hora en que se hicieron las observaciones.

	Altura sobre Niv. del mar.	Temp. Ambiente.	Temp. agua.
Zacualpan.	580 m.	—	—
El Chical.	405 "	27°0	26°0
Chinimila.	570 "	31°0	25°0

No conozco la temperatura media de la comarca, pero se puede conjeturar en vista de los datos anteriores, que el agua al circular por los macizos de pizarras y calizas, no desciende a grandes profundidades; y que en algunas partes no son más que las aguas de los ríos, que pasando a través de los contrafuertes calizos, van a salir a un nivel inferior, como me parece que sucede en las márgenes del río Armería, frente al Remate, donde se encuentran los ojos de agua de Zacualpan, y donde la corriente parece estar rectificando un meandro.

En el cuerpo del relleno existen también emergencias acuíferas, que pueden considerarse entre las de grietas, de superficie y de afloramiento.

Ya hemos expuesto que la acumulación de las brechas con sus intercalaciones de lechos arcillosos, no es homogénea, sino que está compuesta de tramos que contienen mayor cantidad de cemento arcilloso que otros, y que por consecuencia, la permeabilidad no es uniforme; que los distintos depósitos no están enteramente unidos, sino que, como resultado de varias causas, se han producido agrietamientos por donde circulan las aguas con más facilidad.

Estas grietas, al encontrar las vías fluviales o alguna otra desigualdad del terreno, determinan sitios donde se manifiestan escurrimientos de agua que forman los manantiales.

La circulación por grietas, explica lo que sucede en ciertos pozos y norias, pues mientras que en unos el agua no llega a agotarse, no obstante lo avanzado que esté el período de secas, en otros sí se alcanza dicho agotamiento, lo que se debe a que los primeros quedaron situados sobre el trayecto de las grietas, y por lo mismo las cortaron, y los segundos se localizaron fuera de esas soluciones de continuidad.

Las aguas freáticas, poco profundas, en determinadas porciones se aproximan mucho a la superficie del terreno, de manera que suelen aparecer cuando existe un desnivel que permite al perfil general del suelo cortarlas, originándose así varios manantiales éstos que los llamaremos de superficie, se caracterizan por su inconstancia, pues se secan cuando la falta de precipitaciones atmosféricas hace descender el nivel de las aguas freáticas.

Entre las manifestaciones de la existencia de las aguas subterráneas en el relleno, mencionaremos: La Albarradita, Pastores, Alcaraces, El Curato y Los Tamarindos, cercanos a Colima, Villa de Alvarez, Cuauhtemoc y Lo de Villa, con alturas que varían entre 445 y 1150 metros sobre el nivel del mar. Además los siguientes en los que hacemos las mismas observaciones anteriores, sobre la temperatura ambiente. (Fotografías 16, 17 y 18).

	Altura sobre Niv. del mar.	Temp. Amte.	Temp. agua.
Los Limones, V. Alvarez.	500 m.	28°0	26°5
El Carmen, V. Alvarez.	620 "	25°5	23°5
Las Filas, Cuauhtemoc.	970 "	30°0	23°0
El Tanque, Coquimatlán.	370 "	28°0	29°0

Atendiendo a las temperaturas de las aguas, se nota que con excepción de El Tanque, todos los demás son alumbramientos de líquidos de circulación poco profunda; en cuanto al que se encuentra en Coquimatlán y probablemente el del Tecuanillo, es de establecerse que, no obstante que brotan en los depósitos que ocupan el fondo del valle, provienen de aguas de circulación más extensa y más profunda, y que no sería muy aventurado suponerlas como las que han descendido y atravesado el macizo calizo del cerro del Alcomún. (Fotografías 19, 20 y 21).

CONDICIONES EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.— En párrafos anteriores se expusieron hasta donde fué necesario, los datos por medio de los cuales se puede adquirir, con fundamento, una idea de la clase de los receptáculos subterráneos tanto en las barreras como en el relleno del valle; el subsuelo probable donde descansan los depósitos lacustres del mismo; las razones por las cuales se clasificó como abierto, al tener en cuenta sus escapes por los ríos de Armería, Salado y Naranjo; y las formas de presentarse así como los caracteres, de las emergencias acuíferas que forman los manantiales en el terreno recorrido.

Apoyándose en esos datos, se concluye que, las aguas contenidas en el relleno, por lo menos hasta la profundidad donde fué posible su estudio, están bajo la forma de mantos (1), sin la presión y condiciones necesarias para juzgarlas como artesianas; que probablemente se comunican unas con otras por los espacios existentes en los lechos de materiales arcillosos, intercalados entre las brechas.

La superficie de las aguas freáticas,

cercana al suelo, sigue más o menos el relieve del terreno, pero afectando un perfil más suave y regular, y a profundidades que varían con las desigualdades del mismo. A consecuencia de la disminución en la cantidad de las lluvias, desde hace varios años, el nivel de esas aguas ha descendido notablemente, habiendo lugares donde ha sido preciso profundizar cerca de tres metros para volver a encontrarlas, y también donde han desaparecido los manantiales de superficie que antes existían.

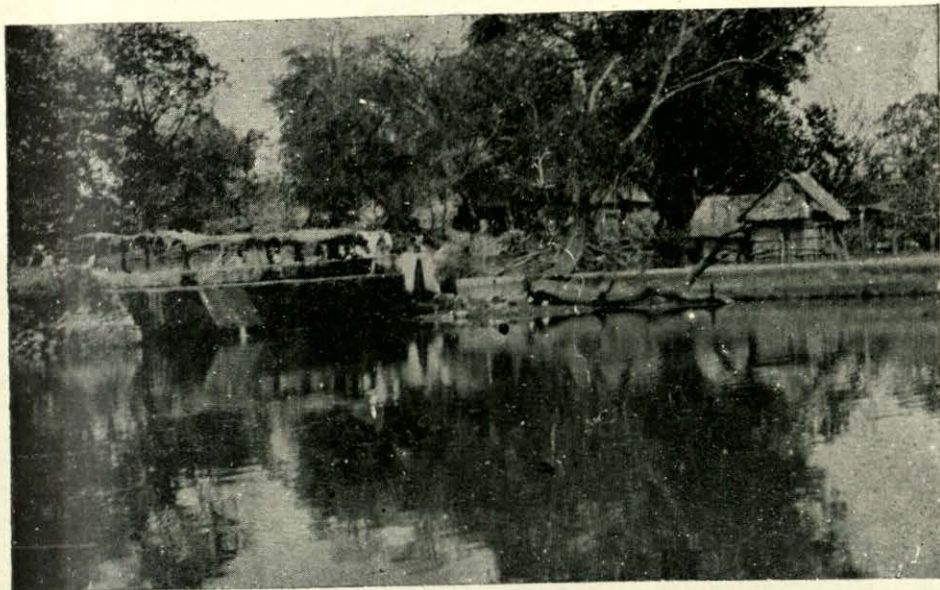
Por el examen practicado en cincuenta y dos pozos y norias, haciendo abstracción de algunos que acusan profundidades anormales, debido a la posición de sus brocales, o por el trabajo de desagüe que en ellos se verifica, se adquiere el conocimiento de que la profundidad a que se cortaron las aguas freáticas, es por término medio de seis a siete metros en las zonas de Cuauhtemoc, Villa de Alvarez, Colima, Comala y Estación Coquimatlán; de dos a tres metros por la Hacienda de La Estancia; de tres a cuatro metros por Alpuyequé; de diez y seis a diez y siete metros por Coquimatlán; y de veintiocho a treinta metros por El Ranchito y Los Amoles. (Fotografías 22 y 23).

Ya hemos tratado de algunas de las causas que motivan las variaciones de las profundidades, en conexión con las desigualdades del relieve del terreno, y que pueden aplicarse en nuestro caso, a las cifras que difieren poco unas de otras; en cuanto a las grandes variaciones en Coquimatlán, El Ranchito y Los Amoles, hay que tratar de explicarlas: ya sea por un hundimiento en el subsuelo calizo, y el consiguiente trastorno en la posición de los materiales permeables e impermeables del relleno; por la ruptura de las capas impermeables que de esta manera han facilitado el descenso de las aguas, poniéndolas en comunicación con los escapes que puede proporcionarles el subsuelo calizo; por su proximidad a los desagües del valle en la barrera austral; o por todas estas causas combinadas.

Expusimos antes que la cuenca del Valle de Colima, no reúne las condicio-

(1).—En francés se les designa con la palabra nappes; no encontrando una traducción satisfactoria, usaremos la de mantos aun cuando no me

nappes; no encontrando una traducción satisfactoria parece muy apropiada para el caso.



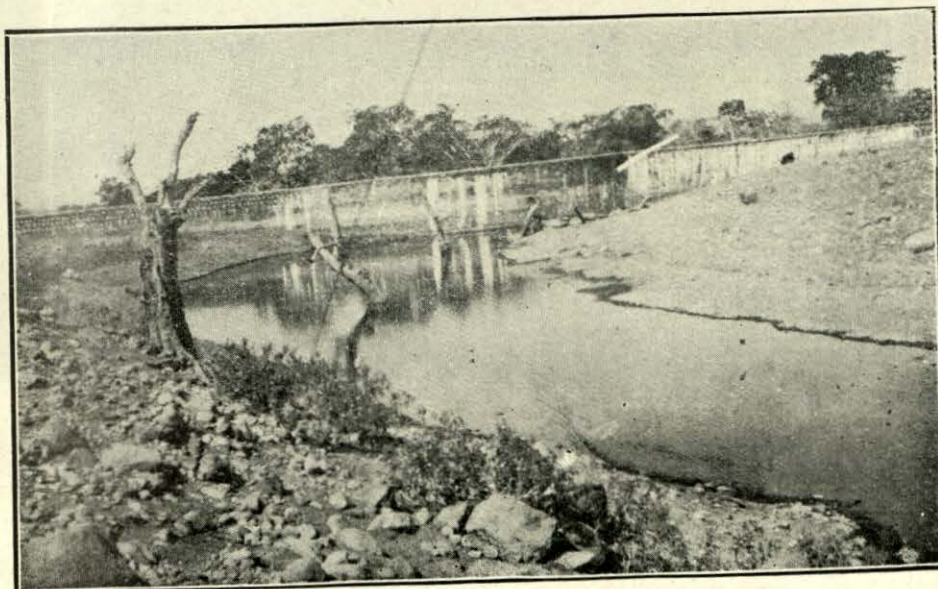
No. 21.—TANQUE EN LA CAPACHA. ESTADO DE COLIMA.



No. 22.—POZO EN PASTORES. ESTADO DE COLIMA.



No. 23.—POZO EN LA ESTANCIA, ESTADO DE COLIMA.



No. 24.—PRESA EN ALPUYEQUE, ESTADO DE COLIMA.

nes necesarias para que existan aguas artesianas, y en comprobación creo prudente referir lo que me indicaron en la Hacienda del Balcón, con relación a unos trabajos que se llevaron a cabo, hace varios años, a fin de buscar las aguas mencionadas.

Los trabajos consistieron en la perforación de un pozo, proyectado por el señor Augusto Morrill. El trabajador Lino Ricarte, que presencié la ejecución de las obras, relata: que llegaron a la profundidad de 55 metros, suspendiéndose posteriormente la continuación, por haberse roto la barrena que ya no pudieron extraer; que con la perforación se alcanzó una capa de aguas ascendentes, pues el líquido se elevó por el tubo del pozo hasta unos dos metros abajo de la superficie del terreno.

En la actualidad, la obra se compone de una noria de ocho metros de profundidad, en cuyo fondo se inicia una perforación de corto diámetro, provista de un tubo de 6 pulgadas; la plomada se detuvo a los 31 metros contados desde el brocal de la noria, por lo que, si es cierto lo que dice Ricarte, debe haberse verificado un derrumbe que acortó la longitud de la perforación.

El agua se encuentra a siete metros abajo del brocal, de manera que, el tubo no puede verse por estar cubierto por ella; así es que, si realmente hubo agua ascendente hasta la altura que se nos indicó, posteriormente debe haber descendido hasta el nivel actual.

Como la localización se hizo en un lugar de corta altura, a fin de aprovechar las aguas, han labrado un pequeño túnel que las conduce a terrenos más bajos; creen que la que corre por dicho túnel es la que produce la perforación profunda, en cuyo caso quedaría comprobada la existencia de aguas ascendentes, pero de éste no se pudo obtener una prueba concluyente, y sería de mucho interés ponerlo en claro, porque muy bien pudiera suceder que el líquido en cuestión, no fuera mas que el producido por la capa freática cortada por dicha obra; repito lo interesante de dilucidar dicho asunto, y por eso aconsejé, en un resumen que rendí hace algún tiempo, se hicieran unas perforaciones de exploración en lugares prudentemente seleccionados, de los Municipios de Colima y Coquimatlán.

Los receptáculos formados por el acarreo superficial, que hemos encontrado cerca de las vías fluviales, contienen también aguas que provienen, en su mayor parte, de filtraciones laterales. Como el cuerpo de tales acarreos no es homogéneo, resulta que su permeabilidad no es la misma en toda su extensión, presentando tramos donde el agua circula como lo haría en un medio de permeabilidad continua, y donde su circulación se hace de preferencia por venas o canalitos subterráneos, de curso irregular.

Varios receptáculos de esta naturaleza pudieran mencionarse cuya riqueza en aguas está en relación directa con el estado de la vía fluvial a que están próximos, pues es claro que si el agua es abundante y permanente en los cauces, las filtraciones serán continuas, y cesarán cuando el río o arroyo llegue a la sequedad. (Fotografías 24 y 25).

La huerta de Alvarez, es un bonito lugar donde existen unos manantiales captados, que producen parte del agua que se consume en la ciudad de Colima; son muy interesantes por los caracteres que presentan sus aguas, cuya circulación final se verifica por el acarreo sobre las márgenes del río de Colima, pues acusan determinada presión que las hace elevarse cerca de 1.50 m. en los tanques o recipientes de mampostera que sirven para su captación.

Las observaciones efectuadas fueron las siguientes:

	Altura sobre Niv. del mar.	Temp. Amte.	Temp. agua.
Ojo de Agua N° 1	495 m.	32°5	26°0
Ojo de Agua N° 2	495 ..	32°5	26°0

Como se vé, son aguas frías, y en mi concepto provienen de las filtraciones del río de Colima, a través del acarreo diseminado sobre la brecha; en cuanto a la elevación que alcanzan en los recipientes de captación, se debe a que sus movimientos se hacen más bien por canalitos, y obstruyéndose éstos por diferentes causas, se interrumpe la libre circulación y por consecuencia, el agua al represarse experimenta un ascenso que depende de la pendiente de los conductos y de la dificultad que tiene para seguir su camino. (Fotografías 26 y 27).

POTABILIDAD.—Tres muestras se tomaron: una del pozo de la casa del señor Zeferino López, en Villa de Alvarez, marcada con el número 1; otra del pozo de la casa del señor Faustino Aguilar, en Coquimatlán, marcada con el número 2; y la última del manantial del Tanque, en Coquimatlán, marcada con el número 3.

Las muestras fueron analizadas por el señor Prof. don Carlos Castro, Jefe del Laboratorio de Química en el Instituto Geológico.

ANALISIS NUMERO 221.

Muestra de agua marca con el N^o. 1.

	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	0.320
SiO ₂	0.018
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.018
Ca.	0.009
Mg.	0.014
K.	0.016
Na.	0.073
Cl.	0.015
SO ₄	0.075
CO ₃	0.097
Suma.	<u>0.335</u>

Composición del agua calculada con los resultados obtenidos en el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.018
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.018
CO ₃ Ca.	0.022
CO ₃ Mg.	0.048
CO ₃ Na ₂	0.088
SO ₄ Na ₂	0.110
KCl	0.031
Suma.	<u>0.335</u>

El agua es potable.

ANALISIS NUMERO 222.

Muestra de agua procedente de Coquimatlán, Colima, marcada con el número 2.

	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	0.692
SiO ₂	0.016
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.028
Ca.	0.022
Mg.	0.046
K.	0.029
Na.	0.146
Cl.	0.144
SO ₄	0.080
CO ₃	0.190
Suma.	<u>0.701</u>

Composición del agua calculada con los resultados obtenidos en el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.016
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.028
CO ₃ Ca.	0.055
Cl ₂ Mg.	0.180
CO ₃ K ₂	0.051
ClNa.	0.016
CO ₃ Na ₂	0.238
SO ₄ Na ₂	0.117
Suma.	<u>0.701</u>

El agua no es potable; la cantidad de sales alcalinoterrosas no siendo muy grande, puede emplearse para el lavado y para las calderas, y en el caso de no tener una agua mejor, puede usarse ésta sin notable perjuicio para la salud

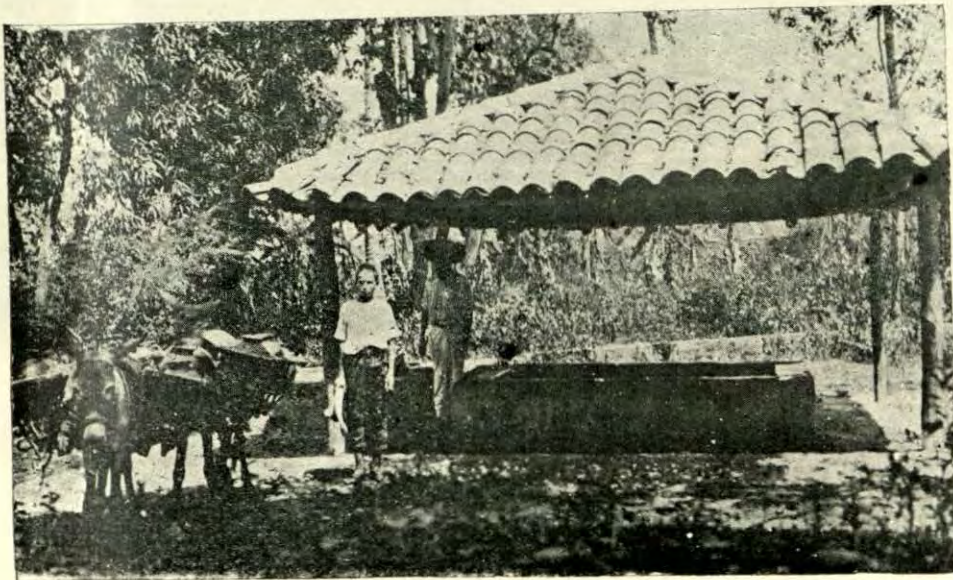
ANALISIS NUMERO 223.

Muestra de agua procedente de Coquimatlán, Colima, marcada con el número 3.

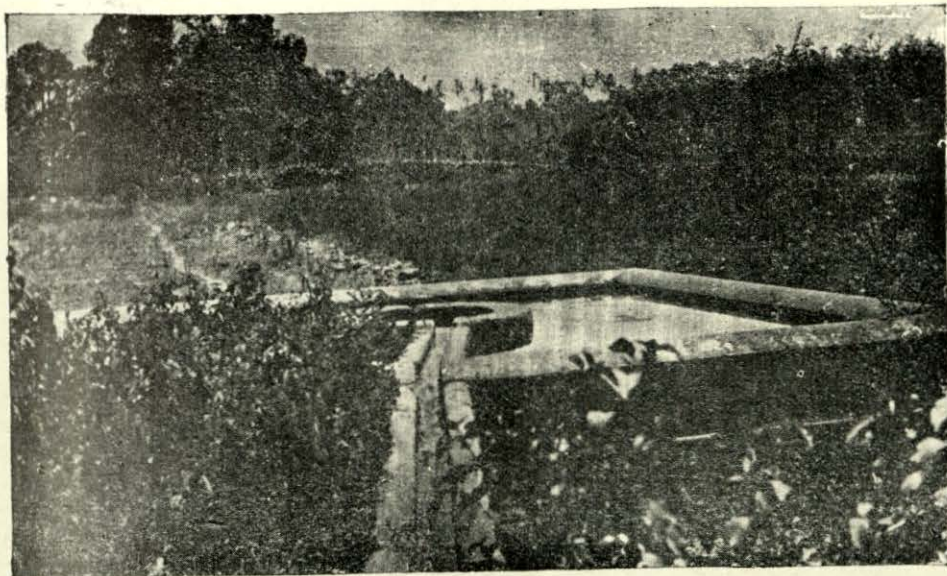
	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	0.687
SiO ₂	0.019
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.028
Ca.	0.117
Mg.	0.023
K.	0.025
Na.	0.080
Cl. y otros ácidos.	0.062
SO ₄	0.115
CO ₃	0.231
Suma.	<u>0.700</u>



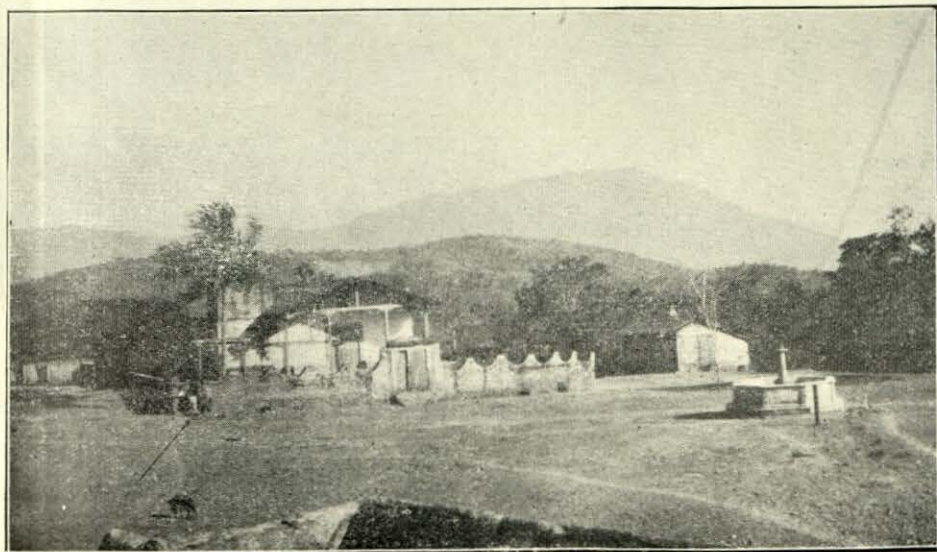
No. 25.—AMIALES DE LAS JOYITAS. ESTADO DE COLIMA.



No. 26.—OJO DE AGUA No. 1.—HUERTA ALVAREZ, ESTADO DE COLIMA.



No. 27.—OJO DE AGUA No. 2.—HUERTA ALVAREZ. ESTADO DE COLIMA.



No. 28.—POZO EN EL PUEBLO IXTLAHUACAN. ESTADO DE COLIMA.

Composición del agua calculada con resultados obtenidos en el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.019
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.028
CO ₂ Ca.	0.292
SO ₄ Mg.	0.113
ClK.	0.047
ClNa.	0.060
CO ₃ Na ₂	0.099
SO ₄ Na ₂	0.042
Suma.	0.700

El agua no es potable, y es impropia para usarse en el lavado y en las calderas.

Por los resultados obtenidos, el Prof. Carlos Castro, clasifica como potable el agua de Villa de Alvarez y como impotables las de Coquimatlán; sin embargo, en este último pueblo se usan para los servicios domésticos las aguas que producen los pozos, sin experimentar grandes dificultades en su manejo, ni alteraciones en la salud de sus habitantes, lo que sería de esperarse, dada la nota que pone al final del análisis número 222 el citado Profesor Castro.

El análisis de la muestra número 3, perteneciente al manantial del Tanque, confirma lo que antes manifestamos sobre la circulación de esas aguas, a través de macizos calizos, pues la proporción en carbonato de cal, de 0.292 gramos por litro, es notablemente superior a la de las otras dos aguas.

El señor Faustino Aguilar, vecino caracterizado de Coquimatlán, me refirió que en una época estuvo tomando las aguas del Tanque y que nunca se sintió enfermo, por lo que piensa pueden emplearse sin temores de que depriman la salud, mas eso no obstante, dados los resultados que se obtuvieron, debe prescindirse de ellas para los usos domésticos, y sólo tratar de aprovecharlas en la irrigación.

VILLA DE ALVAREZ.—Habiéndonos dado cuenta, hasta donde ha sido posible, de la clase de receptáculos donde circulan las aguas, y de las condiciones en que éstas se encuentran, son de aconsejarse, para la cabecera de la Municipalidad de Villa de Alvarez, las norias combinadas con galerías que

tiendan a cortar las aguas contenidas en el relleno del valle; o socavones prudentemente proyectados, y que partiendo de puntos convenientes se dirijan hacia el encuentro de las aguas antes indicadas.

Estas obras deberán labrarse con toda precaución y atendiendo a lo que vaya enseñando el relleno, pues no hay que olvidar las relaciones de posición entre los bancos arcillosos y las brechas, y en general, entre los distintos materiales que lo forman, así como la profundidad a que se encuentran las aguas, profundidad que tiene que variar con las precipitaciones pluviales.

No se ha hecho referencia a la captación en las calizas, por encontrarse bastante alejadas, habiendo de por medio las grandes arterias fluviales, y porque el vencimiento de esos obstáculos, hacen el procedimiento difícil y anti-económico.

COQUIMATLAN. — En la cabecera de esta Municipalidad y en sus alrededores, la capa freática ha sufrido un fuerte descenso, pues tiene como profundidad media unos 17 metros, habiendo lugares donde alcanza hasta 23; este fenómeno cuya explicación intentamos anteriormente, principia a observarse desde la Congregación de los Limones y se extiende hasta pasado el pueblo de Coquimatlán.

En la Estación del Ferrocarril vuelve a ascender hasta la profundidad de 7.60 metros, pareciendo que el agua es de mejor calidad que la obtenida en Coquimatlán, hecho que puede explicarse por estar la noria cercana al río de Armería, cuyas filtraciones, de agua más pura que las de las calizas, llegan hasta dicha noria.

En posesión de las observaciones referidas, nos parece indicado para abastecer el pueblo de Coquimatlán, aprovechar el río de Armería, como ya principiaron a efectuarlo; romper norias combinadas con galerías a la altura de la estación del Ferrocarril y bombear las aguas; captar algunos manantiales como los del Tanque y del Tecuanillo, previa nivelación entre la emergencia y los lugares donde se les destine; y emplear las aguas de Lo de Villa, teniendo presente que ésto resultaría más costoso, por la distancia que separa a los dos lugares.

A las aguas así obtenidas habrá que darles aplicaciones diferentes, pues no hay que olvidar que su grado de potabilidad no es el mismo.

Para terminar repetiré lo importante

que sería practicar algunas perforaciones de exploración, en puntos convenientes de los Municipios de Colima y Coquimatlán, a fin de aclarar el asunto de las aguas ascendentes.

SEGUNDA PARTE

IXTLAHUACAN

SITUACION DE LA ZONA RECORRIDA

Al sur de la capital del Estado de Colima, a una distancia aproximada de 32 kilómetros, está situado el pueblo de Ixtlahuacán en un lugar perteneciente a la cuenca del río Salado y en la margen derecha de esta arteria fluvial, uno de los conductos por donde se establece la comunicación entre el Valle de Colima y la región que se extiende hasta las costas del Pacífico. (Fotografía 28).

La altura de Ixtlahuacán sobre el río, referida al punto que queda directamente al E., es de unos 70 metros; siendo su desnivel sobre el mar, de unos 150 metros aproximadamente.

Las exploraciones que se consideraron necesarias, para llegar a una opinión fundada con respecto a los recursos en aguas subterráneas del pueblo mencionado, se hicieron según itinerarios que partiendo de Ixtlahuacán se dirigieron hacia Colima, Zinacamilán, Rancho Solo, Las Pilas, Tamala y el Agua Salada; quedando limitado el terreno explorado hasta los alrededores de Jilotiupan, por el N.; cerro de Chamila, por el E.; cerro del Alcuzahue, por el S.; y cerros de Tamala y Tecolapa, por el W.

VIAS DE COMUNICACION

Dos caminos parten de la ciudad de Colima poniéndola en comunicación con Ixtlahuacán; ambos se desarrollan por una de las entrantes del Valle de Colima, en la barrera austral, que forma parte de la cuenca del río Salado.

Uno pasa por Los Mezcales, Los Amoles, Jilotiupan y Tamala; y el otro por Los Ortices, Las Trancas y Caután.

En sus trayectos tienen tramos que pueden ser recorridos por coches y automóviles, y porciones cuyo tránsito sólo puede hacerse a pié o en cabalgaduras, considerados como caminos de herradura son bastante buenos, y me parece que no sería muy dispendioso el adaptarlos en su totalidad al uso de carruajes, pues no existen grandes dificultades que vencer; por lo tanto, sería aconsejarse se emprendieran esas mejoras, que redundarían en beneficio de Ixtlahuacán y del Estado a que pertenecen.

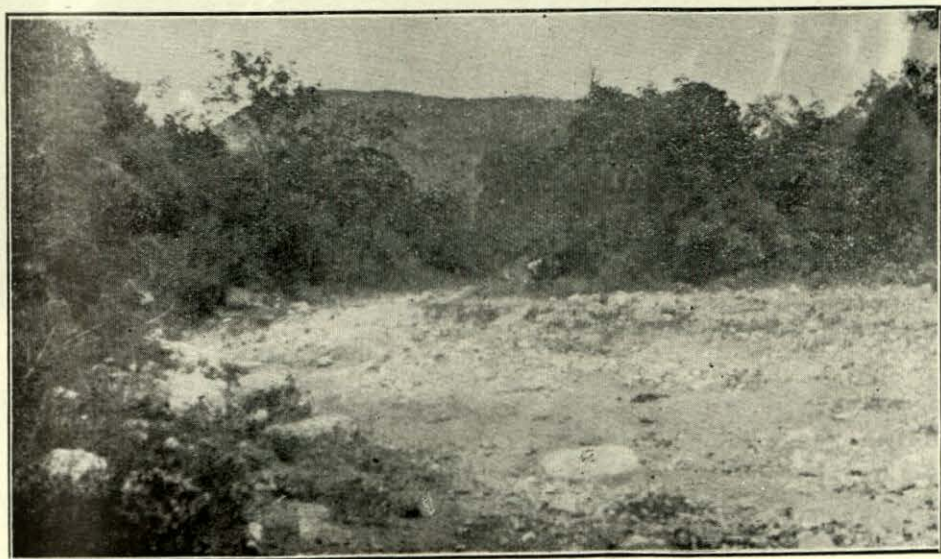
FISIOGRAFIA

RELIEVE DEL SUELO.—Como parte de la cuenca del río Salado, queda en una extensión del Valle de Colima en la barrera austral, y el relleno del citado valle, se prolonga hasta un poco más allá de la finca de Los Amoles, no trataremos ya el relieve que afecta este material, pues nos bastará con recordar lo que sobre el particular se indicó, en la primera parte de este trabajo.

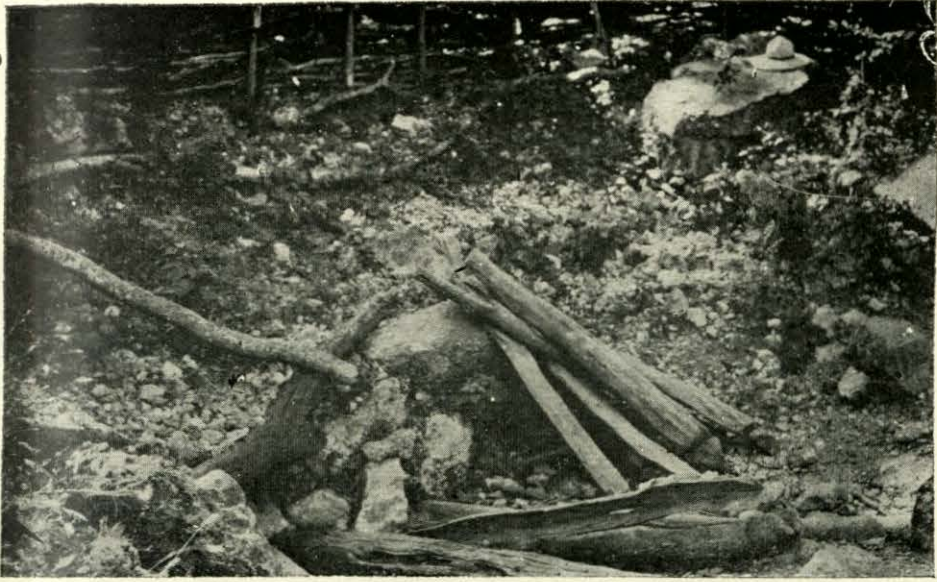
El relleno del valle, por donde se siguió el itinerario Colima-Ixtlahuacán, se pierde entre Jilotiupan y Los Amoles; después se entra a las formaciones de rocas permeables y solubles, de los principales accidentes montañosos, que no han dejado de presentarse a ambos lados del itinerario, y se continúa en ellas hasta descender por el cerro del Alcuzahue, a las llanuras litorales donde se encuentra Tecomán.



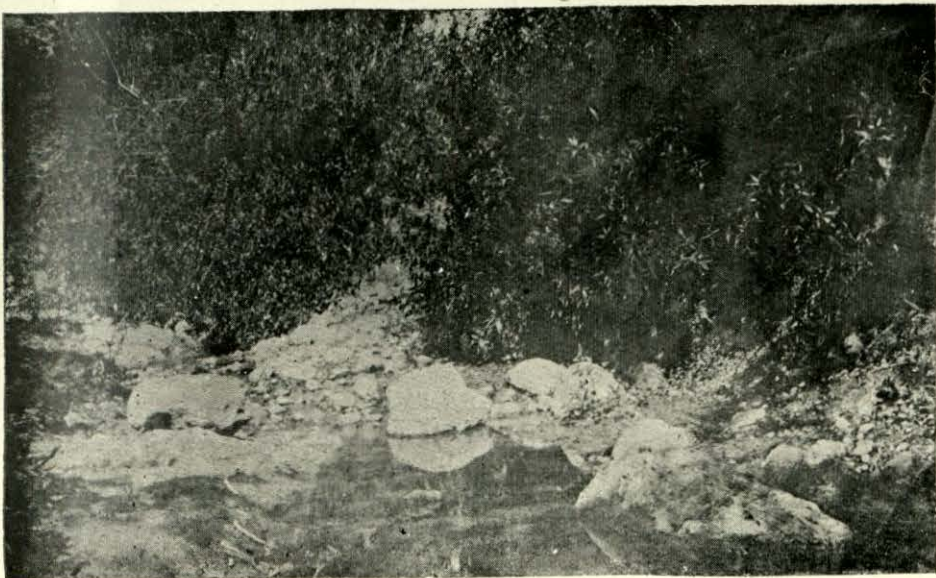
No. 29.—RIO SALADO. ESTADO DE COLIMA



No. 30.—ARROYO DE TAMALA. ESTADO DE COLIMA.



No. 31.—MANANTIAL DE RANCHO SOLO. ESTADO DE COLIMA.



No. 32.—LA SALADA No. 2. ESTADO DE COLIMA.

De manera que el pueblo de Ixtlahuacán, se halla sobre esta clase de material, y de él están constituidos casi en su totalidad, los accidentes montañosos que lo rodean. Así es que la Fisiografía, en relación con el relieve del terreno, se manifiesta por particularidades semejantes a las mencionadas, para esta clase de formaciones, en la parte dedicada a los pueblos de Villa de Alvarez y Coquimatlán; teniendo acantilados casi a plomo que se observan en varios lugares como en los cerros de Tecolapa, de Tamala de Alcu zahue frente al Rancho Solo y en algunos que limitan el camino entre Jilotiupan e Ixtlahuacán; cañones estrechos como el que sigue el arroyo de Tamala, antes de llegar frente a Ixtlahuacán; y en general, los caracteres fisiográficos propios de esta clase de depósitos de rocas sedimentarias, permeables y solubles, que posteriormente fueron el asiento de grandes perturbaciones, debidas en primer término a los poderosos esfuerzos mecánicos que dieron lugar a la orografía de la región.

Los lugares principales visitados durante las excursiones, son los que en seguida se expresan con sus alturas respectivas, sobre el nivel del mar; debiendo repetir aquí lo que se escribió en otra parte, es decir que los datos fueron obtenidos con aneroide y adolecen en consecuencia de errores que dependen de la marcha del instrumento, pero que de todas maneras son útiles porque dan idea aproximada de los desniveles respectivos, y de los perfiles del terreno según los itinerarios emprendidos (1).

	Metros.
El Mezquital.	410
Los Mezcales.	320
El Ranchito.	300
Los Amoles.	310
Jilotiupan.	270
Tamala.	160
Ixtlahuacán.	150
Rancho Solo.	190
Portezuelo de la Pedregosa.	255
Las Pilas.	60
Portezuelo de Tula.	370
El Agua Salada.	310
Las Haciendas.	80
Zinacamitlán.	140

El terreno cuyo relieve acabamos de describir, se comunica con las cuencas

secundarias de los arroyos del Alcu zahue y de Tecolapa, por los portezueos de La Pedregosa y de Tula, que se presentan a 105 y 220 metros respectivamente, sobre Ixtlahuacán; estando el primero en la unión de los cerros de Tamala y Alcu zahue, y el segundo en el cerro de Tamala.

HIDROGRAFIA.—La red hidrográfica, compuesta de arroyos secundarios que se desprenden de los cerros y elevaciones circunvecinas al pueblo, es tributaria del río Salado, y cuenta entre sus componentes a los arroyos de Tamala, Mojotal, Tlanchina, Zinacamitlán, etc. (Fotografía 29).

Dichos arroyos son de régimen variable, y dada la disposición en que se encuentran tanto por su pendiente, como por su colocación en las porciones accidentadas del terreno, pueden considerarse como torrenciales; algunos permanecen secos la mayor parte del año, y en otros, en cuyas cuencas de recepción brotan las aguas de ciertos manantiales, se ve en varios tramos de su cauce, deslizarse el agua en cantidad que varía con el abastecimiento que producen esos manantiales.

Entre los elementos de drenaje en cuestión, es de estimarse como el más interesante, tanto por su desarrollo como por los auxilios que puede prestar a Ixtlahuacán, el arroyo de Tamala, nace en las cercanías de Jilotiupan, y después de un trayecto poco inclinado al S. E. que en parte se desarrolla por un angosto cañón cambia a la altura de Tamala para seguir francamente en dicho cuadrante hacia el cauce del río Salado. (Fotografía 30).

Un poco al N. de Tamala, la caja se une con dos pequeñas barrancas llamadas de Tula y de La Mina, obteniéndose una ampliación en el cauce que se muestra relleno de escombros y acarreos. Dentro de este material está contenida el agua que surte a los pozos de Tamala, siendo importante como almacén de aguas subterráneas y de cuya utilidad nos ocuparemos después.

GEOLOGIA

En los alrededores de Ixtlahuacán, hay, con poca diferencia, las mismas es-

(1).—Para no tratar sobre el mismo asunto, en lo que falta de este informe, creo oportuno advertir que todas las alturas sin aclaración, fueron tomadas con aneroide.

pecies de rocas consignadas en la primera parte de este trabajo, pues con excepción de algunas, como las andesitas, las demás tienen sus representantes respectivos en esta zona.

CALIZAS.—Son las que ocupan la mayor parte del terreno en los cerros y demás accidentes orogénicos que rodean a Ixtlahuacán, y constituyen el zócalo donde se apoyan las otras formaciones.

Se conocen a distancia por sus manifestaciones fisiográficas, los macizos en que entran como componentes principales, y es muy raro no encontrarlas en el transcurso de cualquier itinerario que se emprenda.

Son notables en los cerros de Los Gallos, Los Amoles, Tecualanal, La Venta, El Alcazahué, Tamala y Tecolapa, por los grandes acantilados allí existentes.

En cuanto a los caracteres que afectan con relación a sus depósitos, estructura, textura, color, etc., bastará recordar lo que se expuso en la parte referente a Villa de Alvarez y Coquimatlán; debiendo agregar que en el Tecualanal se han visto parecidas a areniscas de grano muy fino, de color rojo oscuro y divididas en bloques por zonas de juntas orientadas con el rumbo de 15°NW.

TOBAS CALIZAS. Como resultado de los depósitos de las aguas carbonatadas, se observan en varios lugares formando gruesas costras, siendo interesantes entre Ixtlahuacán y La Salada.

PIZARRAS. — Ocupan, por tramos, los cauces de algunos arroyos, como entre Ixtlahuacán y La Salada, donde me parecieron más bien margas apizarradas.

Entre Tamala e Ixtlahuacán y en las cercanías del portezuelo de La Pedregosa, existen cortos manchones de unas rocas cuyos aspectos son los de pizarras arcillosas, de tal manera alteradas y fracturadas, que pudieran tomarse como esquistos; por sus pequeñas extensiones, poca frecuencia y estado en que se presentan, no logré obtener el número suficiente de datos para juzgar de ellas, habiéndolas considerado como pertenecientes a sedimentos posteriores a las brechas y calizas y de origen tal vez lacustre.

BRECHAS DE CEMENTO CALIZO.—Distribuidas en varios lugares, siendo

de indicarse, por la mejor presentación de ellas, los tramos entre Jilotiupan, Tamala e Ixtlahuacán, pero especialmente antes de Tamala y en Ixtlahuacán; entre este último lugar y Rancho Solo, con preponderancia en los alrededores de Rancho Solo entre Ixtlahuacán y La Salada y en el terreno de la Pedregosa a Las Pilas.

Lo expuesto dará una idea sobre las porciones aisladas que ocupan; en cuanto a los caracteres que distinguen a esta roca y a sus depósitos, ya nos hemos ocupado de ellos en la primera parte, donde en caso necesario pueden consultarse.

ARENISCAS.—Se encuentran asociadas con las brechas de cemento calizo; como ya nos ocupamos de areniscas semejantes, al tratar del valle de Colima, no insistiremos en cuanto a sus generalidades.

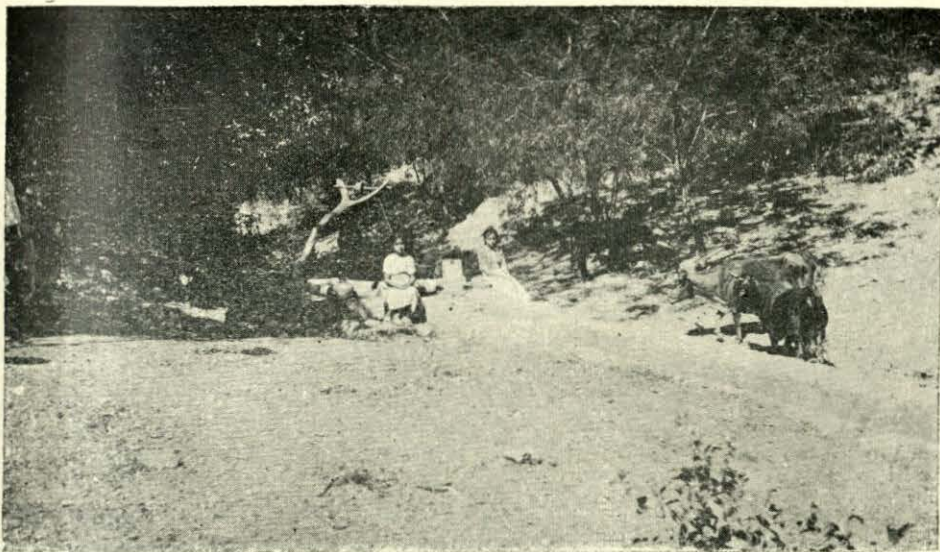
Cerca de Rancho Solo, unas lomas bajas presentan rocas en cintas o bandas, que tienen un rumbo aproximado a la línea N-S; el espesor es variable, más bien son delgadas, pues tienen unos 0.02 mts.; el color es gris rojizo, pero distinto de las areniscas rojas que se han manifestado en otros puntos.

En el arroyo de Las Pilas se nota un afloramiento entre las calizas, de una roca de color gris oscuro, casi negro de más de diez metros de potencia, bastante resistente y que muestra en porciones de su superficie, secciones pertenecientes a esferoides de intemperismo; el rumbo del afloramiento es de 15° NE.

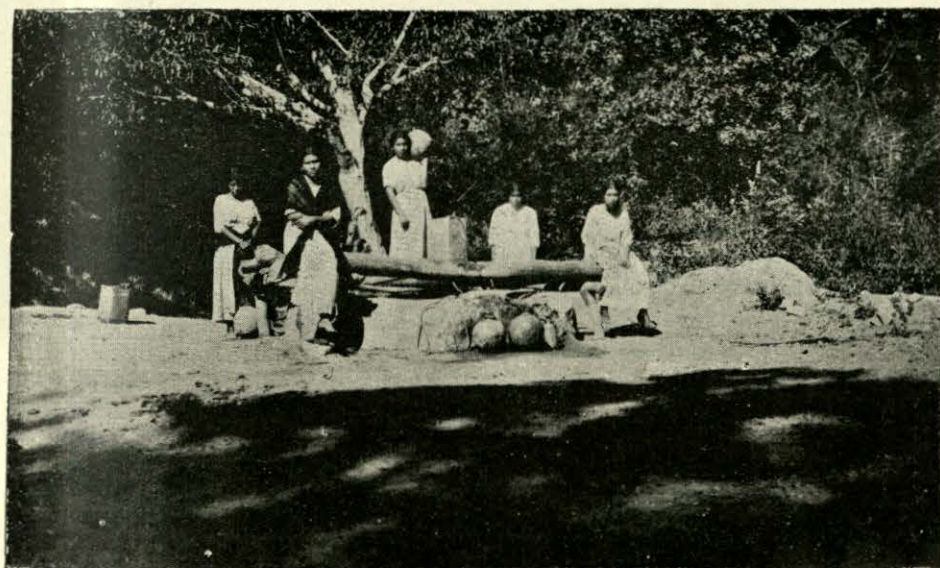
Esta roca por su aspecto y manera de presentarse, me dió la idea de una roca ígnea carbonatada, en vetas intrusivas a través de las calizas; después, el petrógrafo señor Rodolfo Martínez Quintero, la ha clasificado como arenisca de cemento calizo, motivo por lo que así la estimaremos en lo sucesivo.

El pueblo de Ixtlahuacán está situado sobre las brechas y areniscas rojas, los habitantes han labrado en ellas algunos pozos, y por su exámen se ha llegado a determinar que a dicho material lo surcan dos zonas de litoclasas con los rumbos de 80° NE y 10° NW., encontrándose según se deduce, en ángulos aproximados al recto.

MATERIAL DEL RELLENO.—Compuesto de brechas y lechos arcillosos,



No. 33.—POZO DE JILOTIUPA, ESTADO DE COLIMA.



No. 34.—POZO No. 1.—ARROYO DEL MOJOTAL, ESTADO DE COLIMA.

acaba en los alrededores de Los Amoles, como la prolongación del relleno del Valle de Colima, careciendo por lo tanto de interés en las cercanías de Ixtlahuacán.

MATERIAL DE ACARREO.— Localizado de preferencia en las hondonadas y cajas de los ríos y arroyos: está compuesto de fragmentos de dimensiones diversas, como arenas, gravas, guijarros y otros de mayor tamaño; las acumulaciones más importantes las encontramos en las márgenes y fondo del río Salado, y en el arroyo de Tamala.

FALLAS.—Al escribir sobre la Fisiografía de esta segunda parte, anotamos lugares donde se observan acantilados casi a plomo y otras particularidades fisiográficas de la comarca, que por sus caracteres se dedujo que son el producto de fallas que interrumpieron la continuidad de los depósitos.

HISTORIA GEOLOGICA.—Al tratar de la región septentrional del Estado, se hicieron algunas referencias con motivo de su Geología Histórica, que pueden hacerse extensivas al presente caso, atendiendo a que los materiales en el S., no son más que los representantes de los de igual especie en el N., y a que no se han notado diferencias esenciales en cuanto a sus relaciones de posición.

Los acarreos de los ríos y arroyos son del Cuaternario, y también recientes.

ROCAS CLASIFICADAS AL MICROCOPPIO

(Por el petrógrafo señor Rodolfo Martínez Quintero).

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
1.—	Lomas del Rancho Solo, Ixtlahuacán, Estado de Colima.	ARENISCA CALCA- REA. Mic: Pequeños fragmentos de distintos materiales y tipos, predominando aquellos de composición andesítica, pero también hay otros más cálcicos, así como otros ricos en álcalis. Todos ellos están cementados por carbonatos.

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
2.—	Lomas de Rancho Solo, Ixtlahuacán, Estado de Colima.	ARENISCA FERRUGINOSA. Por lo general consiste en fragmentos pequeños, sub-angulosos, cementados probablemente por arcillas teñidas por óxidos de hierro. Algunos de los cristales de plagioclasa que se pudieron determinar indicaron ser oligoclasa y andesina.
3.—	Arroyo de Las Pías Ixtlahuacán, Estado de Colima.	ARENISCA CALCA- REA (?) Mic: Fragmentos angulosos y arredondados cementados por calcita. Algunos cristales de feldspato no alterados dieron una composición que varía entre oligoclasa y andesita. También hay algunos granos de cuarzo y clorita.
4.—	Pueblo Ixtlahuacán, Estado de Colima.	Arenisca brechoide.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

CLASIFICACION. — Con excepción de los aluviones que en nuestro caso son de poco interés, tanto por su posición como por no formar receptáculos de importancia, y que debemos incluirlos entre los de permeabilidad continua: los demás materiales permiten el descenso y circulación de las aguas, por medio de litoclasas que interrumpen su continuidad, y por lo mismo pertenecen a los de permeabilidad localizada.

MANANTIALES. — Se manifiestan por lo general en las calizas, y dada la disposición de los estratos, es peligroso el emprender obras para aumentar su rendimiento, pues sucede con frecuencia que, en lugar de obtener un caudal más abundante, desaparecen los manantiales.

Esto se debe entre otras causas, al trastorno en que se encuentran los estratos en relación con su posición primitiva y al hecho de que, el agua, al circular por las grietas, sale al exterior a consecuencia de que esos conductos están muchas veces obstruidos por sustancias arcillosas que hacen el oficio de un tapón que les impide el descenso, y como durante los trabajos se producen

vibraciones y movimientos en las rocas, a lo que hay que agregar la falta de precaución al conducir las labores, y también al estancamiento momentáneo que tienen las aguas por la acumulación de los escombros motivo por lo que aumentan la presión en el receptáculo, resulta que dichos taponos son parcial o enteramente destruídos, y el agua, por consecuencia, desciende a niveles inferiores, dejando de aparecer donde antes existía el manantial.

Lo anterior en lo esencial, sirve de explicación a algunos hechos sucedidos en Ixtlahuacán: hace algún tiempo hubo un manantial de donde obtenían el agua para abastecer la fuente pública, y con motivo de intensas precipitaciones pluviales que entonces se descargaron sobre la región, el manantial desapareció poco después. Este suceso parece, a primera vista contradictorio, pues era de esperarse que por haber caído más líquido alimentador, mayor hubiera sido el gasto del manantial; pero fijándose en lo ya indicado, es fácil de explicarlo dado que al aumentar el agua que circulaba por las grietas, se acrecentó la presión desarrollada por ella y la velocidad de escurrimiento lo que bastó para destruir el cuerpo impermeable que la obligaba a derramarse al exterior en ese nivel, permitiéndole el descenso a mayores profundidades.

Los manantiales visitados son los que en seguida se expresan, con sus datos correspondientes, debiendo tener en cuenta las advertencias que se anotaron en la primera parte, con relación a la temperatura ambiente.

	Altura sobre Niv. del mar.	Temp. Amb.	Temp. Agua.
El Tecualanal.	90 m.	25°	25°
Rancho Solo.	310 "	25°	25°
La Salada Núm. 1	430 "	29°	26°
La Salada Núm. 2.	330 "	31°	27°

Todos son de gasto poco abundante, y de aguas que manifiestan su descenso a poca profundidad y el desarrollo poco extenso de su trayecto subterráneo.

El Tecualanal brota en el cauce del arroyo de Tamala, entre los escombros, por lo que es probable no sea más que

una resurgencia de las aguas que circulan por los acarrees que existen en el cauce.

Los de Rancho Solo y La Salada núm. 1, están en las calizas, siendo de observarse que el segundo se presenta al pié de un acantilado calizo, con un gasto mayor y produciendo agua de buen gusto en comparación con las demás que se usan en la región. (Fotografía 31).

La Salada núm. 2, queda en el cauce del arroyo del mismo nombre y se vé surgir entre los escombros; pudiera creerse que no es más que una resurgencia del agua que sale en La Salada núm. 1, pero el sabor bastante salino que tiene, es el indicio de que son otras las aguas que allí emergen. (Fotografía 32).

CONDICIONES EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS. — Además de las aguas de los manantiales mencionados existen otras también libres, circulando por las soluciones de continuidad de las brechas y areniscas; éstas son las que actualmente abastecen al pueblo de Ixtlahuacán, para las necesidades domésticas.

Son freáticas, no constituyen capas captivas, y se alcanzan a la profundidad media, en el asiento del pueblo, de 19 metros; hay otras partes donde se obtienen a la profundidad de unos 5 metros pero ésto se debe a la posición de los pozos en el cauce de algunos arroyos, como los de El Mojotal, Tlanchina y Tacocho; los pozos son susceptibles de aumento en su rendimiento combinándolos con galerías normales a las zonas de litoclasas que cruzan las brechas y areniscas. (Fotografías 33 y 34).

POTABILIDAD.—Aunque desde luego se tuvo el convencimiento de que poco diferirían, en distintos lugares, las aguas subterráneas de Ixtlahuacán, pues así lo indicaba el hecho de encontrarse en la misma formación, y algunas de sus propiedades organolépticas, sin embargo, se tomaron dos muestras que, por sus análisis, nos ponen en aptitud de juzgar sobre su calidad y divergencias; comparando dichos análisis, practicados por el señor Profesor Carlos Castro, se nota que, como lo había-



No. 35.—LAGUNA DE ALCUZHUE, ESTADO DE COLIMA.



No. 36.—LAGUNA COLOPADA, ESTADO DE COLIMA.

mos previsto, difieren poco y son por consiguiente prácticamente iguales.

Las muestras se tomaron con las precauciones del caso, en un pozo del arroyo del Mojotal y en el pozo público situado en el atrio de la Iglesia de Ixtlahuacán.

ANALISIS NUMERO 352 A.

Muestra de agua procedente del Mojotal, Ixtlahuacán, Colima.

	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	0.638
Acido sulfhídrico (H ₂ S).	0.048
	Gramos por litro.
SiO ₂	0.025
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.012
Ca.	0.162
Mg.	0.019
K.	0.010
Na.	0.021
Cl.	0.055
CO ₂	0.243
SO ₄	0.011
NO ₃	0.017
B ₂ O ₇	0.049
Suma.	<u>0.624</u>

Composición calculada con los datos suministrados por el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.025
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.012
CO ₂ Ca.	0.405
Cl ₂ Mg.	0.074
SO ₄ Na.	0.016
B ₂ O ₇ Na ₂	0.065
NO ₃ K.	0.027
Suma.	<u>0.624</u>

NOTA: El agua tiene una cantidad de CO₂Ca en exceso para que pueda ser considerada como potable; sin embargo, si antes de usarse se le hierve la mayor parte del CO₂Ca se precipitará y dejando reposar y decantándola, podrá usarse perfectamente como potable.

ANALISIS NUMERO 352 B

Muestra de agua precedente del pozo público del atrio de la Iglesia de Ixtlahuacán, Colima.

	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	0.640
Acido sulfhídrico (H ₂ S).	0.041
	Gramos por litro.
SiO ₂	0.023
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.010
Ca.	0.165
Mg.	0.020
K.	0.010
Na.	0.021
Cl.	0.058
CO ₂	0.247
SO ₄	0.011
NO ₃	0.016
B ₂ O ₇	0.049
Suma.	<u>0.630</u>

Composición calculada con los resultados obtenidos por el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.023
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.010
CO ₂ Ca.	0.412
Cl ₂ Mg.	0.078
SO ₄ Na ₂	0.016
B ₂ O ₇ Na ₂	0.065
NO ₃ K.	0.026
Suma.	<u>0.630</u>

NOTA:—El agua tiene una cantidad de CO₂Ca en exceso para que pueda ser considerada como potable; sin embargo, si antes de usarse se le hierve, la mayor parte del CO₂Ca se precipitará, y dejando reposar y decantándola, el agua podrá usarse como potable

Examinando los resultados de estos análisis, se concluye que las aguas no son potables, como lo indica el Prof. Castro, pues el residuo a 110° es mayor de 500 miligramos por litro, y a este respecto son comparables con las de Coquimatlán, pero estas aguas están aún en más malas condiciones de potabilidad pues además de tener en exceso carbonato de cal, se les han cuan-

teado ácido sulfhídrico y nitratos; estos últimos es indudable que no provienen de descomposición de materias orgánicas, sino de la disolución de algunos nitratos que existen en las calizas y por consiguiente son de admitirse como menos perjudiciales.

No obstante, dichas aguas con poco trabajo pueden convertirse en potables, sometiéndolas al procedimiento que al final de los análisis se aconseja.

En el pueblo se toman estas aguas sin ninguna precaución y sin haberse notado que sean perjudiciales, para la salud de los habitantes.

IXTLAHUACAN.—Dada su posición es en verdad difícil el abastecimiento de aguas para las necesidades del vecindario, pues de los manantiales en las calizas poca utilidad puede obtenerse, por varias razones, entre las que resaltan: su gasto reducido, el encontrarse demasiado lejos, teniendo que salvar algunas veces, barrancas como la de Tecolapa; y la inestabilidad de ellos; todo lo cual hace su empleo antieconómico y poco seguro. El terreno es poco apropiado para la construcción de presas que sirvan para almacenar grandes cantidades de agua, pues no hay que olvidar, entre otras cosas, que la formación dominante es de calizas trastorna-

das que facilitan con frecuencia el escape de las aguas.

De manera que lo más seguro para remediar las necesidades del pueblo, es: hacer uso del contingente del río Salado para los riegos; construir norias, que no penetren hasta las calizas, combinadas con galerías que corten a las litoclasas de las brechas y areniscas; recoger las aguas que circulan entre el acarreo del arroyo de Tamala, teniendo presente que esto será con perjuicio de los pozos en Tamala; hacer pequeñas cortinas previo estudio, en lugares convenientes como en los arroyos del Mojotal, Tlanchina y Tacocho, que servirán para retener un cierto tiempo los productos de las precipitaciones atmosféricas, y ayudarán de este modo al abastecimiento de los pozos; y por último, construir aljibes bien ejecutados para recoger las aguas en la época de lluvias; estas obras me parece que resolverán mejor la cuestión para disponer de aguas potables, que sustituirán en una gran parte de los años, a las subterráneas altamente carbonatadas.

La eficiencia de los medios anteriormente indicados, quedará asegurada si las lluvias no siguen escaseando, como ha sucedido en los últimos tiempos.

TERCERA PARTE

TECOMAN

ZONA RECORRIDA

En la planicie costera colocada al S. de las estribaciones de la gran estructura orográfica, que por el N. define la barrera austral del Valle de Colima, está ubicada la población de Tecomán; queda al SW. de Ixtlahuacán, a una distancia aproximada, según la horizontal, de 19.5 kilómetros, medida tomada sobre el mapa del Estado de Colima, formado por el señor Ing. Arturo Le Harivel.

La planicie, se extiende por el N. y E., hasta el contorno irregular demarcado por los flancos de los cerros que

por esa región la limitan; por el SE. hasta más allá del río Coahuayana, siendo de estimarse que termina en la Sierra de Maquili; por el NW. se dilata hacia la zona ocupada por el río de Armería, y los cerros de este mismo nombre y el de El Cascalote; y por el S. se liga con el cordón litoral limitado por las aguas del Océano Pacífico.

La zona explorada, quedó comprendida entre los cerros de Calera o Tecolapa, por el N.; del Alcuzahue y de San Miguel por el E.; el cordón litoral por el S.; y el río de Armería por el W.

VIAS DE COMUNICACION

Tecomán está bien comunicado con el resto del Estado, pero especialmente con la capital pues está unido a ella por medio de una vía herrada y dos caminos de herradura.

A una distancia de unos 5 kilómetros al N. W. de Tecomán, se encuentra la estación de mismo nombre, sobre la vía del ferrocarril que liga Colima con Manzanillo; el trayecto entre la estación y el pueblo, se desarrolla por la planicie, y es recorrido por carruajes destinados al efecto.

Los caminos de herradura parten de Colima y siguen vías diferentes: uno toca los Mezcales, Los Amoles, El Agua Salada, Tecolapa y San Angel; el otro pasa por Los Ortices, Las Trancas, Caután, Ixtlahuacán, Tamala y Las Pilas. El primero me parece el mejor por presentar un trayecto más regular y menos accidentado, pues el segundo desde Ixtlahuacán hasta llegar a la llanura, va por las desigualdades del cerro del Alcu zahue que lo hacen difícil, sobre todo en los tramos entre Tamala y el Portezuelo de La Pedregosa, La Pedregosa, antes de llegar a Las Pilas, y en el descenso a la laguna del Alcu zahue.

Las mismas observaciones que se hicieron en la segunda parte, con relación a los caminos, pueden transcribirse aquí, manifestando que tienen porciones que pueden ser recorridas por coches y automóviles, y otras cuyo tránsito sólo puede efectuarse a pié o en cabalgaduras; considerados como caminos de herradura, son buenos, y tratando del primero no sería muy trabajoso adaptarlo al uso de carruajes, casi en la totalidad.

Estos caminos, en la parte de la llanura, son dignos de más vigilancia, pues debido a los usos de las aguas del río de Armería, para regar los arrozales y otros cultivos, se inundan algunas porciones de esas vías de comunicación entorpeciendo el tránsito y aún haciéndolo peligroso, por formarse grandes lodazales y depósitos de agua, que los animales salvan difícilmente. lo que puede comprobarse recorriendo los caminos que de Tecomán se dirigen a Tecolapa, Alcu zahue y Chanchopan.

FISIOGRAFIA

RELIEVE DEL SUELO.—En la región correspondiente a Tecomán, el relieve del suelo presenta caracteres bien distintos, que están en relación con la naturaleza de los depósitos, su edad, modo de formación y los sucesos que posteriormente modificaron las acumulaciones sedimentarias que constituyen, en su mayor parte, la comarca. Así es que aquí también vamos a tratar el relieve en las estribaciones montañosas que por el N. limitan la llanura y en la llanura misma.

En las alturas septentrionales se observa semejanza en el modelado, con las extensiones que ya tratamos al ocuparnos del valle de Colima y de los alrededores de Ixtlahuacán, y así era de esperarse si se tiene en cuenta que la sucesión de contrafuertes, no significan más que el término austral del gran macizo que se interpone entre la cuenca de Colima y la planicie costera de Tecomán.

La descripción de los rasgos fisiográficos, de estas acumulaciones compuestas principalmente de materiales permeables y solubles, ya no la emprendemos, pues será bastante en caso necesario, leer lo que sobre la materia se escribió en la primera y segunda partes; sólo haremos notar que los acantilados son muy notables en los cerros de Tecolapa, del Alcu zahue y otros, y que, por la tendencia que manifiestan los más caracterizados por sus magnitudes, a seguir líneas de direcciones más o menos paralelas, tanto entre sí como con las de igual clase que ya hemos mencionado en otras zonas; se presume que se han producido, más bien que por causas relacionadas con la dinámica externa, por efectos tectónicos, que dieron lugar al establecimiento de fallas en el terreno. El estudio sistemático y metódico de estos accidentes, es aquí de gran interés porque conducirá a fundar conclusiones sobre las direcciones de los esfuerzos que desempeñaron un papel preponderante en la orografía de la comarca.

Es bien sabido lo difícil que es comprender los detalles en la Fisiografía de esta clase de formaciones, tomándolos como el resultado del trabajo superficial de las aguas y en general del intemperismo, pues muchas particularidades

están más en relación con el trabajo subterráneo de las aguas, de manera que, para poder explicarlos satisfactoriamente, es muchas veces indispensable conocer la hidrología interna del terreno que se estudia, materia en la que casi siempre se tropieza con grandes obstáculos, por no poder precisar, como se hace exteriormente, el curso subterráneo de los conductos por donde circulan las aguas.

Varios hundimientos son de notarse en las terminaciones de los flancos acantilados de los cerros del Alcuahue y de San Miguel, que están actualmente ocupados por las aguas de las lagunas del Alcuahue, Colorada, Chanchopa y probablemente la de Amela, cuya colocación según una línea próxima a la N-S. y de que ya hicimos mención al ocuparnos de los pueblos de Villa de Alvarez y Coquimatlán, es de tenerse en cuenta, pues bien pudiera marcar el rumbo de una línea o los rumbos de varias líneas de debilidad, según las cuales se han verificado los hundimientos, cuyos contornos son en algunos perfectamente cerrados en el fondo, como en Chanchopa. (Fotografías 35 y 36).

La llanura costera de Tecomán, pocas variantes presenta en su relieve, pues es el de una planicie poco inclinada y casi uniforme, que por una parte se apoya en la base de las alturas que la dominan por el N., y por otra se extiende hasta la zona de médanos que por el S., constituyen el cordón litoral.

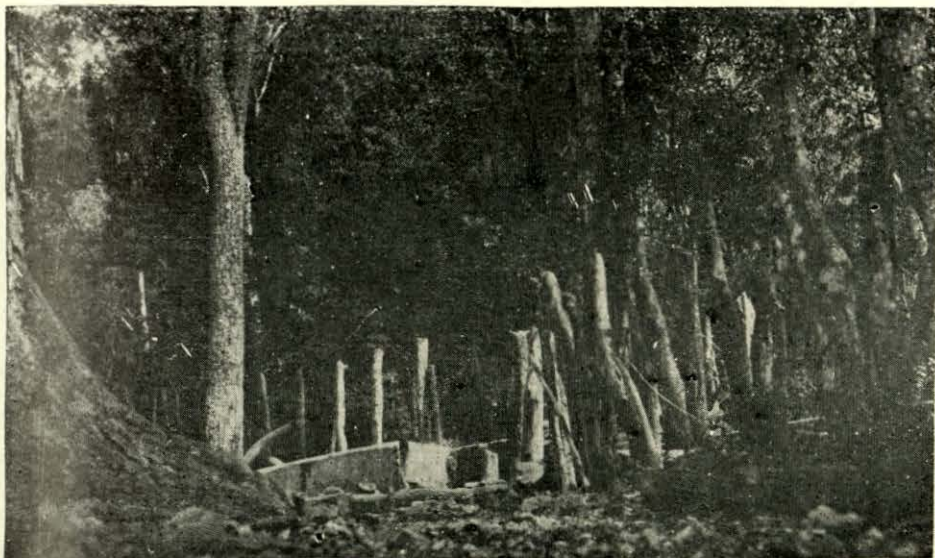
Los cortes debidos a algunos cursos de agua, como el río de Armería, son poco profundos, rara vez exceden de unos 10 metros, lo que está en relación con la altitud de la llanura respecto al nivel del mar, y con el trabajo de los ríos que ya en esos lugares están próximos a alcanzar su base de nivel.

En la formación del cuerpo de los sedimentos, es casi seguro que han intervenido las acciones combinadas de las aguas terrestres y marinas, pero en la actualidad y hasta cierta profundidad, parecen esencialmente fluviales, producidos en gran proporción por los detritus del río de Armería, y por los acarreados por las aguas pluviales que descienden temporalmente de las desigualdades del terreno montañoso hacia la llanura.

En la disposición del cordón litoral, han desempeñado un papel preferente las corrientes marinas, pero como sobre este tema existe una buena descripción hecha por el ingeniero Trinidad Paredes, expongo lo que sobre el particular refiere en su informe, en colaboración con el Ing. J. Aurelio García, sobre la Laguna de Cuyutlán, en el Estado de Colima. (1)

CORDON LITORAL. — El "Cordón Litoral" o sea una faja de médanos de dirección Nornoroeste a Sursureste, casi recta y sólo con ligeras inflexiones, está apoyada en su extremo Poniente en la punta de Campos; a 10 kilómetros al Oriente de la expresada punta de Campos, se encuentra el cerro del Tepalcate, sobre el que también se apoya la faja de arenas siguiendo después sin interrupción hasta "Las Boquillas", para continuar quizá hasta el río de Coahuayana, o sean más de 100 kilómetros. Su formación es debida principalmente a las corrientes marinas y también al aporte de sedimentos por los ríos, como el de Armería, el de Coahuayana y todos los demás que bajan de la Sierra Madre Occidental, los cuales tienen un poder de arrastre o de transporte muy grande, en virtud de su fuerte pendiente, pues descienden del filo de la Sierra Madre Occidental, que se encuentra a una altura mayor de 3000 metros, y en menos de 100 kilómetros de curso llegan al nivel del mar; los materiales arrastrados son muy abundantes con relación al caudal de sus aguas y a la cuenca de abastecimientos, pues como es sabido, el poder de arrastre está en relación con la sexta potencia de la pendiente; esos detritus, al ser arrojados en el mar, las corrientes marinas se encargan de clasificarlos y ordenarlos. Entre las corrientes marinas las principales son: las mareas lunares que se verifican teóricamente cada 12 horas 25 minutos, pero que tienen muchas interferencias producidas por las mareas solares, por las corrientes originadas por los vientos dominantes y por la corriente marítima costera llamada "corriente mexicana"; el efecto de ésta es muy fácil verlo pues de la Boca de Pascuales, o sea de la desembocadura del río Armería, hacia el Poniente, la playa está sembrada de troncos de árboles y de

(1). — Boletín Minero. Tomo VIII números 5 y 6.



No. 37.—PILA DE TECOLAPA. ESTADO DE COLIMA



No. 38.—LA OLA VERDE EN EL REAL. ESTADO DE COLIMA.

guijarros traídos por el río, encontrándose algunos troncos de más de 8 metros de largo, a 5 kilómetros rumbo a Cuyutlán; esta acumulación de guijarros, troncos y materiales voluminosos y pesados, es mayor a una distancia de 2 kilómetros al Poniente de la desembocadura del río; las arenas finas son llevadas mucho más lejos de los 45 kilómetros al Poniente, o sea más allá de la punta de Campos”.

“Lo anterior indica los elementos que aquí existen para la formación del “Cordón litoral”, aun cuando no es indispensable el aporte de sedimentos por los ríos, como se ha observado en otras partes de la República y del extranjero, en donde ha bastado el oleaje y las mareas para producir la erosión del fondo del mar cercano a la costa y acumular las arenas en una dirección determinada”.

“A primera vista, parecería que los sedimentos arrojados por los ríos y por la erosión del mar sobre las costas o riberas escarpadas, irían precipitados y derechos a rellenar las profundidades que existen frente a nuestras costas, en lo general abruptas, pues a muy corta distancia de ellas pasa la curva de 100 brazas y luego la de 100°, pero las mareas y las olas formadas por el viento, cogen normalmente a estos sedimentos no dejándolos asentar y volteándolos hacia la tierra firme, donde se obtiene como resultante final la acumulación de las arenas”.

“El proceso de formación del cordón litoral se verifica tal como lo estamos explicando de una manera general: las mareas, el oleaje formado por el viento y el viento mismo, avientan esas arenas hacia la tierra firme, la corriente costera las obliga a trasladarse hacia el Norte; arrojadas fuera del mar, el viento las obliga a ascender conforme a las reglas seguidas para la formación de los médanos, como tuvimos oportunidad de observarlo.”

Agregaremos que es muy posible que a los efectos de esa corriente costera mexicana, se deba la desviación del último tramo del curso de los ríos, es decir, ya en la planicie, hacia el SW; hecho que resalta fijándose en los cursos finales de los ríos de Armería y Coahuayana, trazados en el mapa del Estado de Colima, por el señor Ing. Arturo Le Harivel.

Las alturas siguientes, sobre el nivel del mar pertenecen a lugares cuya ubicación queda dentro del terreno que se estudió.

	Metros
Tecomán.	40
Tecolapa.	155
Laguna del Alcuzahue.	15
Laguna Colorada.	30
Chanchopa.	55
San Angel.	60
La Báscula.	35
Paso del Rfo.	30
La Finca.	55
La Providencia.	35
El Camichín.	35
La Máquina.	25
Sevilla.	40
San José.	20

HIDROGRAFIA.—Poco hay que exponer en cuanto a la hidrografía, pues fuera de las dos grandes arterias fluviales de los ríos de Armería y Coahuayana, de los que ya hicimos anotaciones al tratar de relieve del suelo procurando explicar el por qué del flexionamiento tan marcado al SW. del final de sus cauces, pocos arroyos de importancia quedan por indicar, teniendo por lo tanto una red hidrográfica sencilla, en la que casi todos los elementos intermedios entre los ríos de Armería y Coahuayana, sólo tienen agua de escurrimiento superficial, en la época de las precipitaciones pluviales, permaneciendo secos en la mayor parte de su curso, durante las demás estaciones, y siendo de desarrollo poco extenso, pues mueren en la llanura, sin alcanzar el océano, a corta distancia del pie de la región montañosa.

Entre estos arroyos mencionaremos el de Tecolapa, que desaparece en la llanura; el de Alcuzahue, cuyas aguas recoge la laguna del mismo nombre; y el de Chanchopa que desciende hacia la Laguna Colorada.

Los ríos que sí surcan la llanura, como por ejemplo, el de Armería, han determinado un corte poco profundo, de unos 10 metros, en el cuerpo de detritus que la constituyen; hecho explicable teniendo en cuenta que, en esa última parte de su curso, la potencia de excavación se debilita por la disminución en la pendiente, por la consiguiente pérdida de velocidad en las corrientes de agua y porque ya están próximos a alcanzar su base de nivel.

GEOLOGIA

En las alturas que limitan la llanura de Tecomán, desde el cerro de San

Miguel hasta el de Armería, se encuentran rocas en todo semejantes a las que se observaron en los alrededores de Ixtlahuacán; es decir: calizas, pizarras calizas, brechas y areniscas, cuyas particularidades se describieron hasta donde lo permitieron los datos obtenidos; por lo tanto, sin perder de vista que las calizas son las dominantes, dejaremos de extendernos más sobre esos materiales sedimentarios, y lo mismo se hará con relación a la historia geológica, porque salvo algunos detalles referentes a los aluviones cuaternarios y recientes de la planicie, cuya disposición no hemos tenido la oportunidad de estudiar antes, todo lo demás pertenece a las edades que indicamos; pudiendo aplicarse en el presente caso los conceptos que sobre el particular expusimos.

ALUVIONES.—Los detritus de la llanura, llevados por las aguas superficiales y allí depositados, están compuestos por fragmentos de distinta naturaleza y de tamaños variados, existiendo arenas, gravas, guijarros, etc.; en la superficie las arenas se manifiestan mezcladas, aunque no de una manera continua, con proporciones diferentes de substancias arcillosas y orgánicas, dando lugar a suelos vegetales propios para el cultivo; en lo general, la capa de tierra vegetal que así resulta, no es potente, habiéndole determinado un espesor en las márgenes del río Armería de 0.60 metros.

La mezcla de los aluviones con arcillas, parece que se acentúa a medida que están más próximas a las faldas de las montañas, pues tal sucede entre El Camichín y Chanchopa. En el subsuelo no logré observar las arcillas en lechos o bancos, intercalados entre los acarreos, tal vez por que no se me presentó ningún corte profundo; el río de Armería no muestra más que arenas en depósitos muy sueltos o algo coherentes por la humedad y algunas otras substancias, pero no hay que dudar de la existencia de materiales arcillosos, ya solos o mezclados con los detritus, determinando lechos prácticamente impermeables, que explican la existencia de las aguas freáticas que se han cortado por medio de pozos.

Los acarreos de caliza, en gravas y guijarros, se ven en extensiones cercanas a la región montañosa y a los lechos

de algunos arroyos, como el de Tecolapa.

FALLAS.—Manifestadas por ciertos accidentes fisiográficos, como cortes acantilados, casi a plomo, en varios cerros y demás alturas.

Oportunamente se hizo referencia a ellas, y aquí es de repetirse lo interesante que sería su estudio metódico y sistemático, porque se obtendrían conclusiones fundadas sobre la tectónica general del terreno, y sobre la orientación tan notable, por diferir relativamente poco en sus rumbos, de los ejes pertenecientes a los elementos orogénicos de la comarca.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

CLASIFICACION. — Las rocas donde están los receptáculos subterráneos, son de permeabilidad localizada como las calizas, y de permeabilidad continua como los aluviones acumulados en la llanura de Tecomán.

Al contrario de lo que sucede en Ixtlahuacán, los receptáculos en los aluviones tienen mayor importancia, y debe de emprenderse en ellos una exploración metódica, que es de esperarse se decida en favor del porvenir del pueblo, al encontrar aguas mejores que substituyan a aquellas de que actualmente disponen y que son por lo regular, malas.

MANANTIALES. — Entre las emergencias acuíferas de esta naturaleza, se visitaron las de Tecolapa y Chanchopa. La primera a 310 metros de altura sobre el nivel del mar, siendo las temperaturas de sus aguas y ambiente, en el momento de la observación de 25°. (Fotografía 37).

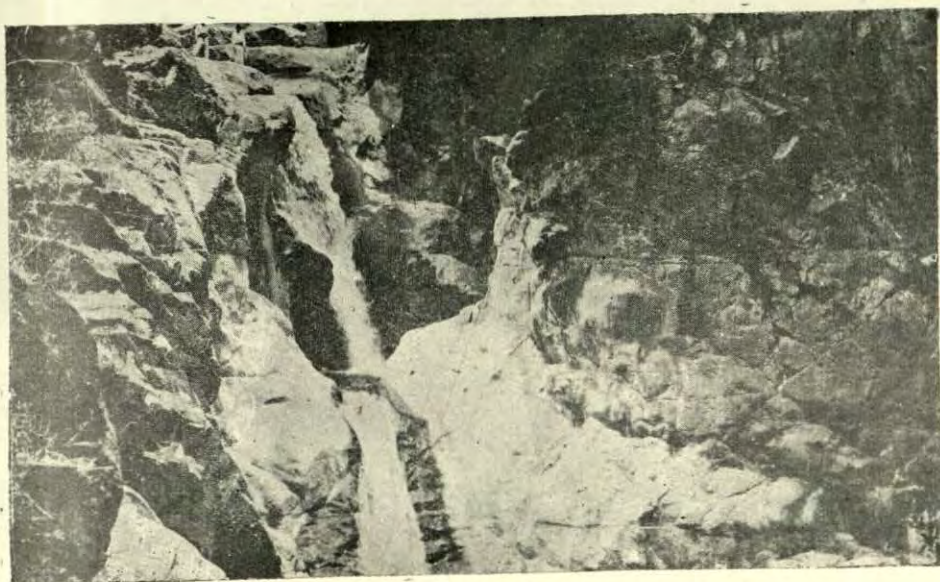
Ambos brotan en las calizas, y aunque el manantial de Chanchopa es superior en su gasto al de Tecolapa, deben considerarse como poco abundantes.

No habiendo diferencias esenciales en cuanto a la manera de ser de los receptáculos en las calizas, las mismas observaciones que se hicieron en la segunda parte, con motivo de esta clase de manantiales, deben aplicarse al caso actual; y otro tanto diremos con relación a las temperaturas.

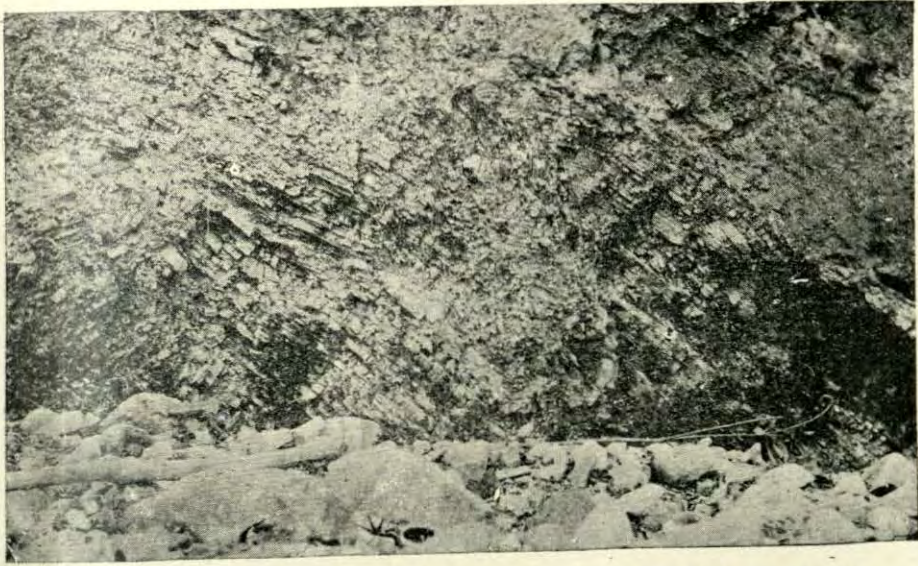
CONDICIONES EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS. — Aquellas bajo las cuales se encuentran las aguas en las calizas se infieren de los



No. 39.—SALTO DE EL MAMEY.—E. DE COLIMA.



No. 40.—APLITAS EN EL SALTO. ESTADO DE COLIMA.



No. 41.—PLIEGUES EN EL ARROYO DE EL GATO. ESTADO DE COLIMA.



No. 42.—MANANTIALES DE LAS GUASIMAS. ESTADO DE COLIMA.

datos tomados en sus emergencias, y sólo agregaremos que constituyen acumulaciones de aguas libres.

Como ya se expuso anteriormente, no me fué posible encontrar un corte apropiado por su profundidad, que nos hubiera llevado al conocimiento de la estructura que afecta el gran receptáculo formado por los aluviones de la llanura, pero ésto no obstante, se impone la necesidad de admitir la existencia de capas impermeables entre los aluviones, porque de otra manera no sería explicable la presencia de la capa acuífera que surte los pozos; éstos son varios y han encontrado las aguas freáticas, únicas hasta ahora alcanzadas, a profundidades variables con las alturas y colocaciones de los brocales.

Las profundidades medias que resultaron del exámen de 16 pozos, pueden tomarse de la manera siguiente: 5 metros por San Angel y Rancho Nuevo; en la zona de Paso del Río, se presenta el caso curioso de que en pozos relativamente próximos, como son La Báscula y Paso del Río, se alcanzó el agua a profundidades muy diferentes pues mientras en el primero es de 20 metros, en el segundo es de 6; por el Camichín, 7 metros; por La Finca y El Casco 14 metros; entre Tecomán y El Real, 7 metros; y en Tecomán y sus alrededores 7 metros.

Por los datos anteriores se deduce: que la profundidad es regularmente de unos 7 metros.

En la primera parte, al tratar del relleno del Valle de Colima, hicimos una descripción de cómo se presenta el nivel superior de las capas de aguas freáticas, con relación al relieve del suelo, lo que entonces indicamos es de aplicarse aquí, de un modo general, pues hay que tener presente que los receptáculos no son los mismos, ni están constituidos de la misma manera. No me ha sido posible construir un perfil de la superficie superior de las aguas freáticas, por no conocer la situación de la mayor parte de los pozos visitados, ni sus desniveles respectivos con la exactitud necesaria para ésto.

Las aguas en Tecomán son por lo común de mala calidad, pero se observa que mejoran a medida que los pozos se alejan del pueblo, en dirección al mar, lo que proviene de causas que después mencionaremos.

POTABILIDAD.—En Tecomán para cubrir las necesidades más apremiantes, hacen uso de las aguas que extraen de diferentes pozos situados en las afueras de la población, y recomiendan como una de las mejores la que produce la noria de El Ranchito.

Después de estar algún tiempo en Tecomán, acostumbrándose a las aguas de que allí se dispone, se nota que, no obstante esa costumbre, el sabor de las obtenidas en el interior del pueblo es notoriamente malo, haciéndose entonces tolerables las que traen del exterior; además, las interiores ni aún para lavar prestan utilidad, por lo que, a fin de mejorarlas un poco, recurren a un procedimiento que consiste en agregarles buena cantidad de ceniza, y pasado un cierto número de horas durante las cuales se deposita la ceniza en el fondo, decantan el líquido que así resulta más propio para el lavado.

Es seguro que por el procedimiento anterior se precipita una buena parte de las sales, disueltas en el agua, que el análisis nos revela en proporciones bastante apreciables.

Las muestras tomadas fueron dos: una del Ranchito empleada en los usos domésticos, y la otra de un pozo de la casa habitación del señor don Ramón Alcaraz, que reputan como una de las aguas de más mala calidad.

Los resultados fueron los siguientes:

ANALISIS NUMERO 352 C.

Muestra de agua marcada C., procedente del pozo del Ranchito, Tecomán, Colima.

	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	0.802
H ₂ S=0.033 por litro.	
SiO ₂	0.027
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.012
Ca.	0.122
Mg.	0.045
K.	0.015
Na.	0.077
Cl.	0.131
CO ₂	0.201
SO ₄	0.115
NO ₃	0.025
B ₂ O ₃	0.028
Suma	0.798

Composición calculada con los datos suministrados por el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.027
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.012
CO ₃ Ca.	0.305
Cl ₂ Mg.	0.176
CO ₃ Na ₂	0.030
SO ₄ Na ₂	0.171
B ₂ O ₃ Na ₂	0.037
NO ₃ K.	0.040
Suma.	<u>0.798</u>

NOTA: El agua analizada no es potable y no se le podría hacer con facilidad.

ANALISIS NUMERO 352 D.

Muestra de agua marcada D. procedente del pozo de la casa Ramón Alcazar Tecomán, Colima.

	Gramos por litro.
Residuo a 110°C.	2.488
SiO ₂	0.027
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.014
Ca.	0.509
Mg.	0.176
K.	0.047
Na.	0.009
Cl.	0.513
CO ₃	0.316
SO ₄	0.750
NO ₃	0.075
B ₂ O ₃	0.028
Suma.	<u>2.464</u>

Composición calculada con los resultados suministrados por el análisis.

	Gramos por litro.
SiO ₂	0.027
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.014
CO ₃ Ca.	0.526
Cl ₂ Mg.	0.689
SO ₄ Ca.	1.049
NO ₃ K.	0.122
B ₂ O ₃ Na ₂	0.037
Suma.	<u>2.464</u>

NOTA: El agua analizada no es potable y no se le podría hacer con facilidad.

El profesor Carlos Castro, las clasifica como no potables con toda razón, pues es suficiente fijarse en el gran exceso que tienen los residuos a 110°, sobre 500 miligramos por litro que es el admitido para las aguas potables. Además, aparte de su riqueza en sales, se les han cuantado nitratos en cantidades inaceptables para aguas de uso doméstico; bajo estos respectos la muestra D., resultó incomparablemente mala con relación a la C., pues no sólo es mucho más alta en carbonatos, cloruros y nitratos, sino tiene fuerte proporción de sulfato de calcio.

En cuanto a los nitratos, la diferencia entre 0.040 gramos y 0.122 gramos que muestran los análisis es de atribuirse a que la capa freática en el interior del pueblo, está contaminada en gran parte por las filtraciones de las aguas negras.

TECOMAN.—La zona de Tecomán es la menos favorecida en cuanto a sus aguas subterráneas, pues no las hemos encontrado peores en las otras partes del Estado que se recorrieron.

El problema de la dotación de aguas naturalmente potables o que puedan volverse fácilmente potables, es bastante difícil, porque los manantiales en las calizas como los de Tecolapa y Chanchopa, están retirados, son de poco gasto y tienen los inconvenientes que indicamos al tratar de Ixtlahuacán; el terreno no es apropiado para la construcción de presas, a fin de almacenar cantidades eficientes de agua; y las del subsuelo en las cercanías de Tecomán son inaceptables.

Para la irrigación cuentan con los caudales de los ríos de Armería y Coahuayana, así como con las norias donde puede establecerse un buen trabajo de bombeo, pues las aguas no son muy profundas.

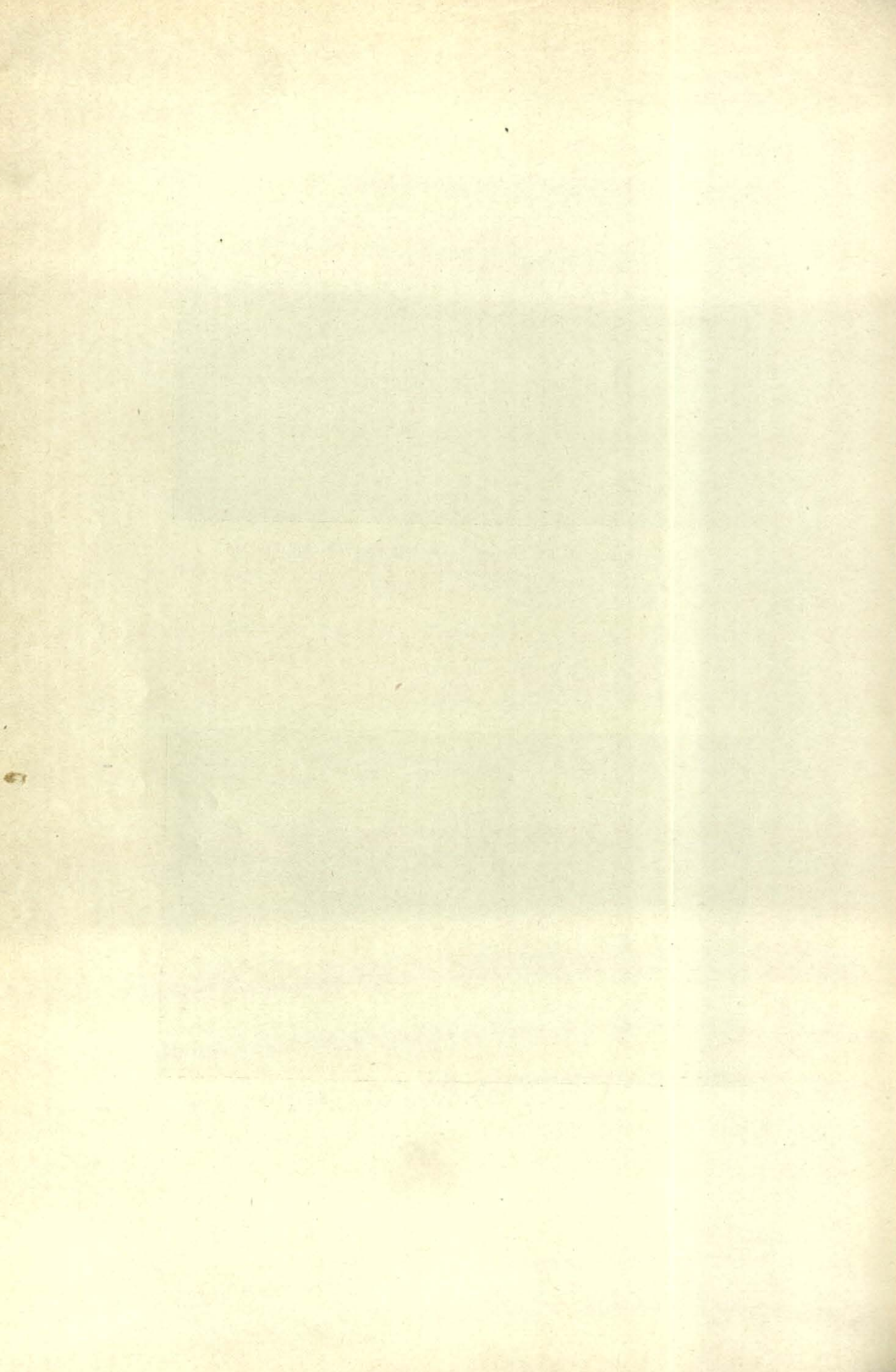
Antes expusimos que las aguas parecen mejorarse a medida que se toman de puntos alejados del pueblo, entre Tecomán y El Real; además en la Finca existe una perforación que alcanzó la capa freática a 15 metros, y que produce agua de mejor calidad que la de otros lugares cercanos. (Fotografía 38).



No. 43.— POZAS EN EL RIO DE EL MAMEY. ESTADO DE COLIMA.



No. 44.—MANANTIAL DE EL SALTO. ESTADO DE COLIMA.



En vista de ésto, creo muy conveniente el que se explore el subsuelo de la llanura, por lo que aconsejo se hagan algunas perforaciones entubadas en lugares prudentemente elegidos; dichas perforaciones deberán ir hasta la profundidad que se juzgue indispensable, que será indicada por el terreno mismo y por las aguas que se irán cortando.

El objeto preferente de estas obras, es descender en busca de aguas mejores que las hasta ahora encontradas, y para eso hay necesidad de llegar a una profundidad varias veces mayor a la media que ha sido suficiente para llegar a las freáticas superiores.

Los trabajos deberán ser conducidos con todo método y cuidado, a fin de que, en caso necesario, se esté en aptitud de

aislar las aguas malas cercanas a la superficie, de las profundas, que es de esperarse sean mejores.

Una vez logrado el fin propuesto, el problema de Tecomán quedará resuelto, pues bastará elevar las aguas para verificar su distribución.

El procedimientos que acabamos de manifestar, nos parece el más indicado para resolver el asunto que tratamos; pero no deben despreciarse algunos otros como la construcción de aljibes bien impermeabilizados, que tan buenos servicios prestan en el Casco; el uso de las aguas del río Armería, previamente depuradas y filtradas; y en último extremo, recurrir a las de los manantiales en las calizas, no obstante lo anti-económico que resultará su empleo.

CUARTA PARTE

MINATITLAN

ZONA RECORRIDA

En la región NW. del Estado de Colima, cerca del límite entre éste y la entidad federativa de Jalisco, está situado el pueblo de Minatitlán, a una altura de 765 metros sobre el nivel del mar. Tiene por coordenadas geográficas aproximadas, las siguientes que fueron tomadas del mapa construido por el señor Ing. Le Harivel, 19° 19' 2" 4 de latitud N. y 4° 48' 33" 6 de longitud al W. del meridiano de México.

El terreno accidentado en cuyo fondo se levanta el caserío de Minatitlán, es de corta extensión, y está limitado al N. por el cerro de Tosín; al E. por el encadenamiento de las elevaciones de El Gato, Los Copales y El Peón; al S. por el cerro Pelón; y al W. por la serie de alturas donde se destacan como más importantes las de los cerros Pedregoso, Prieto y Pelón de la Hacienda.

VIAS DE COMUNICACION

Dada la ubicación de Minatitlán en la región más accidentada del Estado de Colima, es claro que las vías de comunicación se resienten de esta parti-

cularidad, por lo que en lo general son de tránsito poco fácil, pues en la mayor parte de su desarrollo presentan porciones de pendientes acentuadas, que se salvan con dificultad, y en el resto tramos de inclinación más conforme con el uso a que están destinadas. Además, la anchura así como los pisos de esos caminos de herradura, en casi la totalidad de su desarrollo por los flancos montañosos, dejan mucho qué desear, por lo que, de gran utilidad sería se emprendieran trabajos encaminados a mejorar su condición facilitando el acceso a la zona por ellos recorrida, y beneficiando al pueblo de Minatitlán, impulsando su riqueza, que dispone de recursos agrícolas satisfactorios, así como minerales, pues en sus cercanías se encuentran los famosos yacimientos de minerales de fierro del Mamey.

Entre los caminos que parten de Minatitlán, se pueden distinguir cuatro como principales: El primero conduce a varios poblados del Estado de Jalisco. El segundo establece la comunicación con Colima, pasando por Los Rastrojitos, El Platanarillo, La Parota Herrada,

Cofradía y Villa de Alvarez; su trayecto al W. del río de Armería es muy pintoresco, sigue las inflexiones del curso del arroyo de San Palmar o Platanarillo, y es muy desigual por participar de carácter abrupto y escarpado de los flancos que encajonan el cauce de dicho arroyo. El tercero lleva hasta Coquimatlán y Colima, tocando el puerto del Algodonal, Agua Zarca y Magdalena. El cuarto descende hasta el puerto marítimo de Manzanillo, uniendo a Paticao, El Cacao, Camotlán, Punta de Agua y Los Tapextles.

FISIOGRAFIA

RELIEVE DEL SUELO.—Desde la confluencia entre el río de Armería y el arroyo de San Palmar o del Platanarillo, a la altura de 460 metros sobre el nivel del mar, se sigue el cañón cuyo fondo ocupa el cauce del arroyo mencionado, y ascendiendo por los flancos abruptos y escarpados que forman sus orillas se llega al rancho de Los Rastrojitos a la altura de 970 metros sobre el nivel ya indicado.

Desde este lugar, el ascenso continúa por la vertiente E. del cerro del Astillero, profundamente cortada por una red de arroyos, que le imprimen gran accidentación hasta alcanzar el puerto del Astillero a un nivel aproximado de 1250 metros; de este puerto que puede considerarse colocado en la línea de división de las aguas, entre las cuencas de recepción del río del Mamey y el arroyo de San Palmar, se descende hasta el fondo de la primera, que allí se conoce con el nombre de Valle de Minatitlán o de El Mamey.

El valle es de cortas dimensiones; no pudiendo precisarlas por la falta de un plano conveniente, tomaremos las que le asigna el Ing. Enrique Glennie en su informe sobre las minas de El Mamey (1), y que son de 10 x 5 kilómetros; agregando que su figura alargada presenta la longitud en una dirección del NE. al SW., poco diferente de la línea NS., y la anchura según la perpendicular a ella.

Como en esa parte de la cuenca del río del Mamey se encuentran rocas de distinta naturaleza, que difieren por lo tanto en su resistencia a los efectos de

los agentes de la dinámica externa, es claro que las formas bajo las cuales se presentan son también diferentes, observándose una variedad en que los contornos abruptos con porciones acantiladas y recortadas desigualmente, que dominan en las partes altas donde de preferencia se manifiestan las rocas ígneas, hacen contraste con las formas de contornos suaves, de los rellenos del valle.

En los flancos de los macizos montañosos comienzan a presentarse estos rellenos, disminuyendo entonces notablemente la pendiente hasta llegar al fondo, por donde corre la vía fluvial principal; así es que desde la parte baja, el aspecto exterior es de una serie de lomas de perfiles irregulares, pero de contornos suaves, que van a apoyarse en los flancos de los macizos montañosos, donde como ya referimos, se manifiesta el terreno con un grado mayor de accidentación.

Las siguientes son las alturas sobre el nivel del mar, de varios lugares que se visitaron durante el camino emprendido para llegar a Minatitlán, y durante las excursiones que se hicieron con el propósito de tomar datos para fundar este trabajo.

	Metros
Confluencia arroyo S. Palmar y río Armería.	460
La Cofradía.	540
El Platanarillo.	900
Los Rastrojitos.	970
Minatitlán.	765
Ojo de Mar.	800
Lagunita de Ojo de Mar.	770
Cerro Pelón.	940
Portezuelo de Las Guásimas.	760
Las Guásimas.	660
Las Agujas.	990

HIDROGRAFIA.—La red hidrográfica por donde escurren las aguas superficiales en los alrededores de Minatitlán, es poco complicada en su conjunto, pues está formada por arroyos más o menos paralelos que, descendiendo de las partes altas del terreno, van a unirse con el río del Mamey; estos arroyos son de régimen más bien torrencial, y sus pendientes fuertes en la región de las aguas salvajes, van disminuyendo al acercarse al fondo de la cuenca: están aún en el período de su juventud, y lejos de su perfil de equilibrio.

(1).—Boletín Minero, Tomo X, números 3 y 4.

El drenaje se hace por el colector general llamado río del Mamey, que recorre el valle desde el cerro de Tosín hasta el cerro Pelón, con un curso bastante regular, próximo a la línea NS.; su cauce queda frente al pueblo de Minatitlán y en el lugar por donde sale fuera del valle, a las alturas de 715 y 690 metros respectivamente, pasando por lo tanto a una profundidad aproximada de 50 metros frente al caserío.

Entre sus afluentes de más interés por la ribera izquierda, podemos mencionar los arroyos de La Mora y El Gato, y por la ribera derecha el de Tío Nacho y el de Los Llanitos; notándose que en algunas de estas vías corre el agua la mayor parte del año.

El río sale en la parte S., por un estrecho desfiladero entre los cerros Pelón y Pedregoso, formando un magnífico salto que dadas sus condiciones pudiera aprovecharse para engendrar potencia hidráulica; ésto parece que ya se tiene en proyecto, pues el señor Ing. Enrique Glennie, hace mención en su trabajo que indicamos, de una concesión para desarrollar una fuerza nominal de 1792. HP. (Fotografía 39).

CLASIFICACION DEL VALLE DEL MAMEY.—La extensión que comprende este pequeño valle, es casi cerrada, sólo está comunicada con la porción de la cuenca donde quedan Las Guásimas, Las Parotas, etc., por el estrecho desfiladero, entre los cerros Pelón y Pedregoso, cortado en una roca intrusiva que constituye un dique aplítico; por este desfiladero precipita sus aguas el río del Mamey, de manera que, teniendo en cuenta este paso, a todo rigor debe considerarse el valle entre los abiertos, pues tiene comunicación natural al nivel del cauce, con el resto de la cuenca, aun cuando la magnitud de la comunicación sea de cortas dimensiones.

En cuanto a la forma y disposición del valle, me parece que puede clasificarse entre los llamados de garganta, no ha alcanzado el tipo normal, es disimétrico y hace recordar la ley de Baer, por presentar su margen derecha más escarpada que la izquierda.

GEOLOGIA

Desde el río de Armería, siguiendo por el curso del arroyo de San Palmar,

hasta Minatitlán inclusive, existen rocas ígneas y sedimentarias; muchas de las ígneas, por el estado de alteración en que se encuentran, y por no haber dispuesto de medios y tiempo para llegar a la parte sana de las mismas, han sido de difícil determinación microscópica, como lo hace notar el Petrografo señor Martínez Quintero, en sus resultados que no son del todo precisos, pero que de todos modos prestan utilidad porque han aclarado varias circunstancias en la agrupación de las rocas, que con sólo el exámen macroscópico hubiera sido punto menos que imposible.

Las ígneas son: dioritas, sienitas, monzonitas, andesitas y aplitas; y las sedimentarias: calizas, pizarras calizas, brechas, areniscas, arcillas y aluviones.

DIORITAS.—Entre las ígneas son las más comunes, principian a verse adelante de La Cofradía, en El Mixcuate, La Parota Herrada; desde el arroyo de San Palmar, al W. del Platanarillo, hasta las elevaciones circunvecinas del Mamey; y en estas últimas, en los cerros de El Peón, El Gato, Las Agujas, Los Llanitos y El Pelón de la Hacienda; fuera del vallecito del Mamey se presentan al S., en varios accidentes, como los cerros de Las Parotas y La Chula.

Sus colores varían entre el gris rosado, amarillo pálido, verdoso y gris oscuro; en su textura no siempre se observan formas cristalinas a la simple vista, pero hay ejemplares donde se distinguen perfectamente cristales de feldespatos y de hornblenda verde, como en las dioritas gris rosa, del cerro del Mixcuate.

Forman grandes macizos separados superficialmente unos de otros, por espacios que ocupan otras clases de rocas.

SIENITAS.—Estas se presentan en el cerro de Los Copales; por sus caracteres macroscópicos, excepto el color que es de un tinte gris más claro, me parecieron semejantes a las dioritas del cerro del Peón; al microscopio se les apreciaron diferencias que distinguen los feldespatos, siendo en las primeras ortoclasa y oligoclasa en las segundas, apreciaciones que fundaron su clasificación como sienitas, aunque no de una manera concluyente.

MONZONITAS.— Se encuentran en la loma de La Joya manifestándose en lajas y con un color gris amarillento; son semejantes a la roca del cerro de Los Copales, y dada la proximidad entre ambas, muy posible es que no sean sino el mismo material en distintos grados de alteración, alteración probada por el fuerte olor a arcilla que se nota cuando se humedecen las monzonitas (?) de la loma de La Joya.

ANDESITAS.— No son frecuentes y sólo logré observarlas en lugares determinados, como en el arroyo del Coco, cercano a los criaderos de fierro de Las Parotas, fuera de la cuenca del Mamey; su color es oscuro, casi morado, y en su masa se notan perfectamente cristales blancos de feldespato.

APLITAS.— En los cerros Pelón y Pedregoso, que por el Sur limitan el valle, estas rocas forman una intrusión poderosa, pues hasta el Ojo de Agua de Las Guásimas, punto más bajo que alcanzamos y que tiene con la cima del cerro Pelón una diferencia de nivel de unos 300 metros, se encuentran aún las manifestaciones aplíticas.

Su color es gris claro, casi blanco; en zonas determinadas ha sufrido grandes alteraciones que han transformado los feldespatos en arcillas blancas y que han hecho perder al material tanto su lustre como su textura, volviéndolo rugoso al tacto, al grado de que a la simple vista y sin estar en posesión de los datos que suministran el terreno y el estudio microscópico, difícil hubiera sido establecer la identidad de los materiales.

Las aplitas se aprecian mejor en el desfiladero por donde sale el río del Mamey; fuera del valle, la intrusión se vé fracturada y surcada por grandes grietas, de anchura variable que suele llegar hasta 0.30 m., y que tienen un rumbo general de N. 80° W.; es muy importante tener en cuenta esta estructura, porque nos dará la explicación de los abundantes manantiales de Las Guásimas. (Fotografía 40).

CALIZAS.— Entre las sedimentarias son las rocas dominantes, haciendo notar su presencia: a ambos lados del camino entre el río de Armería y La Cofradía, determinando grandes elevaciones como el cerro del Tanque de La Parota; en el tramo comprendido desde las proximidades de La Parota Herra-

da hasta el arroyo de San Palmar, adelante de la finca El Platanarillo; en los alrededores de Minatitlán, de preferencia en el cerro de Ojo de Mar y en los flancos australes del cerro Pedregoso.

Los colores son claros de tintes amarillentos y oscuros, llegando hasta el casi negro; algunos ejemplares como los obtenidos en El Platanarillo, son calizas fétidas que desprenden olor a ácido sulfhídrico cuando se las trata por el ácido clorhídrico y también cuando se les golpea; las del cerro de Ojo de Mar, tienen venillas y manchones de caliza cristalina, de colores amarillo y negro.

PIZARRAS CALIZAS.— En el arroyo del Gato, de colores amarillo y negro, finamente laminadas y flexionadas en pliegues asimétricos. (Fotografía 41).

Por estar tan quebradas y trastornadas, no se pudieron tomar buenos datos para determinar el rumbo, sin embargo, aproximadamente es de 30° NW. y el echado de unos 40° al W., es decir, hacia el valle.

Es indudable por lo que se ha visto en otras partes del Estado, que en las pizarras y las calizas, ciertos fenómenos geológicos tuvieron una acción más o menos semejante, y así se nota que ambas series de estratos sufrieron poderosas presiones cuyos efectos quedaron impresos en sus respectivos depósitos.

BRECHAS.— Diseminadas indistintamente, son notables las que existen en la zona entre Los Rastrojitos y alrededores de Minatitlán.

Difieren estas brechas de las de los cerros de La Vieja, Rincón, Ixtlahuacán, etc., en que son más compactas; la adherencia entre los fragmentos que las constituyen es más firme; los colores dejan de ser rosados y en las variedades oscuras se aproximan al morado; el cemento dominante es de sílice, pues ocasionalmente tiene carbonato de cal; y por el hecho notable de contener riñones de hematita, que se explica por estar ya cercanos los yacimientos de fierro del Mamey.

Además de éstos hay otros materiales brechiformes, de cemento arcilloso, en el relleno del valle, que son distintos de los anteriormente tratados.

ARENISCAS.—Como las brechas en cuanto a su manera de distribución; en Minatitlán se encuentran en Ojo de Mar, donde son muy interesantes por los hundimientos que las han afectado.

El color es rojo oscuro, y difieren de las areniscas cercanas a Coquimatlán, Ixtlahuacán, etc., por el cemento que es más bien silizoso.

Están divididas por zonas de litoclasas que tienen un rumbo medio de 50° NW. y un echado al SW. de 60°.

BRECHAS Y ARCILLAS EN EL RELLENO.—El relleno del fondo de la cuenca está compuesto principalmente, omitiendo la cubierta de tierra vegetal, de brechas cementadas por arcillas de color amarillo y de arcillas de colores claros y amarillos, depositadas en capas que probablemente alternan unas con otras; estos depósitos formaron fuertes acumulaciones que fueron posteriormente destruidas por la erosión, pues aún quedan testigos de ellas en los flancos de las montañas a alturas de más de 100 metro sobre el nivel del fondo.

ALUVIONES.—Ocupan las hondonadas y cajas de las vías fluviales, como en el arroyo de San Palmar y río del Mamey; su material es mixto, predominando, en las distintas partes de sus cursos, el de las elevaciones que limitan allí las cuencas; encontrándose por lo tanto extensiones donde abundan los cantos calizos y donde son más comunes los dioríticos.

HEMATITAS Y MAGNETITAS.—Constituyendo criaderos muy importantes de minerales de fierro, son verdaderamente notables en los cerros del Astillero, La Chula, Las Parotas y lomas de Las Pesadas.

Sobre estos yacimientos existen varios trabajos como los del Ing. Enrique Glennie y el más reciente que supongo debe ya haber concluido el Ing. Trinidad Paredes; también he tenido noticias de otro que dicen escribió el distinguido geólogo señor José G. Aguilera.

Únicamente hemos anotado estos yacimientos para no dejar desapercibidos estos recursos naturales, que bien pueden ayudar al florecimiento y prosperidad de la comarca donde se encuentran.

FALLAS.—Es indudable que la región estuvo sujeta a fuertes movimientos, pues sus efectos quedaron impresos tanto en lo trastornos de los sedi-

mentos calizos como en los pliegues y fracturamiento de las pizarras; es claro por lo tanto, que deben haberse establecido líneas de debilidad en el terreno; una de éstas es en mi concepto, la seguida por el río del Mamey, a la altura de la zona que nos ocupa, línea de debilidad que le ha permitido labrar su escarpado cauce, a través de la intrusión aplítica, entre los cerros Pelón y Pedregoso.

El valle quedó orientado, en su mayor dimensión, sobre dicha línea, y es muy interesante el paralelismo que muestra con las grandes fallas en el Valle de Colima, y que nos parece han seguido los ríos del Naranjo y Armería.

HISTORIA GEOLOGICA.—Poca diferencia existe con la que se expuso en la primera parte de este estudio, y sólo agregaremos que las pizarras y calizas las consideramos del Cretácico; las areniscas y brechas de la cubierta, por tener entre sus constituyentes materiales andesíticos, las comprendemos en el Terciario; y las brechas, arcillas y aluviones del relleno, como del Cuaternario.

EJEMPLARES CLASIFICADOS AL MICROSCOPIO.

(Por el petrógrafo señor Rodolfo Martínez Quintero).

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
1.—	Cerro de Mixcuate, Mun. de Villa de Alvarez, Estado de Colima.	DIORITA CUARCIFERA DE HONRBLENDA VERDE. El feldespato se encuentra alterado. Tomando un promedio (de los cristales frescos) su composición es igual a oligoclasa.
2.—	Cerro de la Parota Herrada, Mun. de Villa de Alvarez, Estado de Colima.	DIORITA SILICIFICADA. (?) Mac: La roca parece estar bastante alterada. Mic. Const: Los fenocristales son generalmente de oligoclasa, pero en la masa se encuentra oligoclasa más sódica. Hay cristales de cuarzo que parecen haber sido de primera generación, pero al lado de éstos y llenando los espacios libres se encuentra algo de cuarzo, que parece ser secundario.

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.	Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
3.—	Cerro de Los Rastrojitos, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	DIORITA. Mac: Roca gris claro de grano medio con ferromagnesianos y feldespatos. Mic. Const: Oligoclasa, biotita verde, magnetita, apatita, ortoclasa y productos de alteración.	7.—	Loma de La Joya, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	MONZONITA. (?) El ejemplar presenta los caracteres de las rocas que han sido parcialmente alteradas y posee un olor arcilloso cuando se le humedece. Mic: Los productos secundarios no permiten tomar ni exactos ángulos de extinción ni los índices de refracción por el método de comparación con el Bálsamo del Canadá, así es que esta clasificación es relativamente exacta. Los constituyentes que se pudieron identificar son: apatita, zircón, magnetita, mica verde y los feldespatos que probablemente son ortoclasa y oligoclasa. Algunos ferromagnesianos parecen haber sufrido reabsorción.
4.—	Arroyo de los Rastrojitos, Mun. de Minatitlán, E. de Colima.	BRECHA. Mac: fragmentos arredondados y sub-angulosos de composición heterogénea, manchados por óxidos de hierro. Mic. Const: Fragmentos de composición variada, ocasionalmente cementados por calcita. NOTA: Algunos de los fragmentos tienen elementos que corresponden a materiales andesíticos; pero en la mayor parte de los casos fué imposible determinar los constituyentes de su masa.	8.—	Cerro del Pelón, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	DIORITA. Mac: El ejemplar tiene un color gris rosado, con pequeñas manchas de color negro dadas por la magnetita. En algunos lugares presenta venillas de calcita. Mic: Oligoclasa (An ₂₈) los ferromagnesianos se han alterado dejando en su lugar magnetita; la parte central ha sido sustituida por calcita, el feldespato se encuentra ligeramente alterado. Los granos de magnetita en ocasiones se encuentran ligeramente alterados. La calcita es relativamente abundante. También se encuentran llenando cavidades, cristales anhedrales de cuarzo.
5.—	Ojo de Mar, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	ARENISCA. Mac: la roca está constituida por pequeños fragmentos de otros materiales. Mic. Const: Microscópicamente se vé constituido por fragmentos de rocas de composiciones mineralógicas muy diferentes, así como por diversos minerales, todos éstos constituyentes cementados por arcillas teñidas por óxidos de hierro.	9.—	Cerro Pelón, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	APLITA ALTERADA. Mac: La roca parece estar parcialmente alterada. Mic. Const: Ortoclasa alterada (?) oligoclasa sódica (promedio), cuarzo, titanita, calcita y arcillas derivadas del feldespato.
6.—	Cerro de Los Copales, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	SIENITA. (?) Mac: Roca gris, de grano medio, con cristales de mayor tamaño de feldespato. Mic. Cons: Ortoclasa, parte de la masa, así como los cristales de mayor tamaño, parecen ser de albita, ambos se encuentran cubiertos por productos de alteración. Ferromagnesianos: Una anfíbola que no fué posible identificarla por falta de algunos útiles y debido a las malas condiciones del microscopio; clorita, titanita y magnetita. Para clasificación más acertada se necesita análisis químico.	10.—	Manantial de las Guásimas, Mun. de Minatitlán, Estado de Colima.	APLITA PARCIALMENTE ALTERADA.

Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.	Núm.	LOCALIDAD.	CLASIFICACION.
11.—	Cerro de Las Pa- rotas, Mun. Mina- titlán, Estado de Colima.	DIORITA DE AUGITA. Mic: Oligoclasa (An26), augita, magnetita, epi- dota, clorita y produc- tos secundarios. Clasificación provisional. Se necesita análisis químico.			La calcita y el cuarzo están presente llenan- do venitas y cavidades. Parte del feldespató es- tá alterado. NOTA: Esta roca por sus caracteres parece ser parte de una co- rriente.
12.—	El Salto, Mun. Mi- natitlán, Estado de Colima.	APLITA SODICA. Mac: Roca color gris cla- ro, de grano medio, con los ferromagnesianos s alterados. Mic. Const: Oligoclasa (sódica), cuarzo, calci- ta y otros productos secundarios. Para clasificación más acertada se necesitaría determinar los índices del feldespató cosa que no es posible hacer ahora por falta de los medios de inmersión.	21. —	Río de Mamey, Cerro cercano a la Hacienda, Mun. Mi- natitlán, Estado de Colima.	SIENITA SODICA O DIORITA CUARCIFE- RA (?) El feldespató está bas- tante alterado, siendo en muchos casos imposi- ble identificarlo. Parte de la pirta se ha oxidado probablemente manchando la roca con óxidos de fierro.
13.—	Arroyo de Tío Na- cho, Mun. de Mi- natitlán, Estado de Colima.	DIORITA.			
14.—	Cerro del Gato, Mun. Minatitlán, Estado de Colima.	DIORITA (?) alterada. La roca está muy alte- rada, siendo indispen- sable análisis químico para clasificarla.			
15.—	Cerro de Las Agu- jas, Mun. Minati- tán, Estado de Co- lima.	DIORITA DE AUGITA alterada.			
16.—	Arroyo de Los Llanitos, Mun. Mi- natitlán, Estado de Colima.	DIORITA CUARCIFERA DE AUGITA, parcial- mente alterada. NOTAS: Esta como las otras rocas contiene pistacita. Parte de la augita se ha alterado a hornblenda.			
17.—	Arroyo de Los Lla- nitos, Mun. Minati- tán, Estado de Co- lima.	DIORITA ALTERADA?			
18.—	Cerro Pelón de la Hacienda, Mun. Mi- Minatitlán, Estado de Colima.	TONALITA MUY AL- TERADA (?). Esta roca, lo mismo que otras de este grupo, tiene su feldespató muy alterado. Fué imposi- ble determinar si todo el cuarzo presente es primario o no.			
19.—	Arroyo de La Chu- la, Mun. Minati- tán, Estado de Co- lima.	DIORITA ALTERADA. Los ferromagnesianos se encuentran alterados lo mismo que el feldespa- to.			
20.—	Arroyo del Coco, Mun. Minatitlán, Estado de Colima.	ANDESITA ALTERADA El feldespató es bastan- te sódico.			

HIDROLOGIA SUBTERRANA

CLASIFICACION. — Los materiales son permeables e impermeables; entre los primeros ocupan la mayor extensión los de permeabilidad localizada y los de permeabilidad continua tienen poco interés por ser relativamente reducidas sus acumulaciones.

MANANTIALES.— Los más importantes por la abundancia de su gasto, están situados fuera del valle, por lo que casi ningún provecho puede obtener de ellos el pueblo de Minatitlán; los visitados fueron los de El Platanarillo. Las Guásimas núms. 1 y 2, y el de El Salto: los dos primeros dieron las indicaciones adelante anotadas, debiendo al considerarlas, no olvidar las observaciones que sobre el particular se hicieron, en la primera parte, al referirnos a manantiales.

Altura sobre el Temp. Temp.
Niv.del mar. ambiente. agua.

El Platanarillo.	890 m.	17°0	22°0
Las Guásimas N° 1	650 "	26°0	23°5
Las Guásimas N° 2	660 "	—	—
El Salto.	670 "	—	—

Deben clasificarse entre los de agua fría, pues si en El Platanarillo la temperatura del agua resultó, en el momento de la observación, 5° mayor que la temperatura ambiente, obedece a que los datos fueron obtenidos a las 7 a. m. durante una mañana fría pero es indudable que la media del lugar es mucho mayor.

El Platanarillo está en las calizas y es de gasto importante. Las Guásimas aparecen en la intrusión aplítica de que nos ocupamos en el lugar oportuno; el número 1 es muy abundante y brota con la presión suficiente para marcar una onda casi circular en la superficie del agua estancada que lo cubre; a este manantial le asigna el Ing. Glennie un gasto de 350 litros por segundo. (Fotografía 42).

Su estudio nos condujo a los siguientes resultados y deducciones: el río del Mamey, en una parte de su curso dentro del valle, se muestra enteramente seco, dejando sólo ver el material que rellena el cauce, porque una porción de su caudal es tomada para los riegos y la otra continúa su camino debajo de dicho material; a cierta distancia antes de alcanzar el desfiladero que forma la salida del valle, el agua principia a elevarse, por la influencia de los primeros afloramientos del dique aplítico que determina el límite S. del valle; en efecto, éste haciendo el papel de una cortina natural, dificulta la circulación subterránea de las aguas que, encontrándose así represadas, se acumulan y emergen entre los escombros que rellenan el cauce, dando lugar a las pozas que se observan cerca de la salida. (Fotografía 43).

Por otra parte, al escribir lo referente a Geología, manifestamos que el dique está surcado por zonas de diaclasas; ahora bien, el agua después de emerger, se divide en dos partes una sigue su circulación por un conducto superficial y pasa el desfiladero formando la magnífica caída del Mamey; la otra va por el trayecto subterráneo trazado por las litoclasas y después de descender por ellas hasta cierta profundidad, se eleva y surge nuevamente a la superficie, determinando los abundantes manantiales de Las Guásimas y los situados en la falda S. del cerro Pelón, fuera del valle.

El salto es también de gran gasto, el agua brota entre los fragmentos y escombros que cubren el terreno, y me ha parecido del mismo origen que los anteriores, es decir proveniente de las aguas del río del Mamey que surgen a niveles inferiores después de haber circulado subterráneamente por las diaclasas que atraviesan las rocas de la barrera austral. (Fotografía 44).

En el interior de la cuenca de Minatitlán, las aguas salen algunas veces por varias grietas que se han producido en el relleno del valle, dando lugar a manantialitos muy insignificantes en su gasto, como sucede en las lomas de El Baluarte, Lo de Villa y Las Pesadas, a las alturas barométricas, sobre el nivel del mar, de 730 y 760 metros para los dos primeros. Bajo los escombros que ocupan los cauces de diferentes arroyos, se encuentran aguas que descienden hacia el fondo del valle y que, en determinadas circunstancias se manifiestan al exterior entre el acarreo, formando lo que en aquellos lugares llaman ojos de agua, como sucede en La Joya, Las Higueras y arroyo de La Mora, etc., entre los 740 y 840 metros de altura. (Fotografía 45).

CONDICIONES EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.—En los receptáculos constituidos por las litoclasas de las rocas, las aguas contenidas son libres y no determinan capas captivas.

En el relleno de la cuenca poco extensa de Minatitlán, dada la naturaleza del subsuelo y atendiendo a la topografía del terreno, pocas probabilidades se presentan de la existencia de aguas subterráneas aprovechables en cantidades eficientes, pues la mayor parte de las precipitaciones atmosféricas se convierten en aguas de escurrimiento superficial.

La corta proporción que se infiltra, se aloja en las soluciones de continuidad del relleno, como una zona de aguas freáticas, de superficie y repartición irregular, como lo prueban las variaciones tan notables que se observan en las profundidades y abastecimiento de los pozos comprendidos dentro del caserío; hechos que por otra parte responden perfectamente a lo que indicamos sobre las grietas del relleno y a la accidentación propia del suelo, pues es claro que los pozos sobre las vías acuíferas serán más abundantes, y la profundidad dependerá tanto de la posición del brocal como de la irregularidad del nivel superior de la capa freática que está en relación de una manera general, con la accidentación del relieve del suelo.

MINATITLAN.—El pueblo de Minatitlán no tiene necesidades urgentes de las aguas subterráneas existentes en



No. 45.—AMIALES DE LA MORA, ESTADO DE COLIMA.

el valle, pues para el riego dispone del caudal del río del Mamey, que con una poca más de atención y mejorando los procedimientos de toma y canalización, pudiera emplearse con resultados aún más satisfactorios.

Ya dijimos que los manantiales de gasto abundante, poco beneficio reportarán al asiento del pueblo, por encontrarse fuera de la cuenca y a distancias y desniveles, que harían sumamente costosa la conducción de sus aguas.

En cuanto a las que quedan en el interior, la mejor manera de aprovecharlas, depende de circunstancias que están en relación con la topografía del terreno, siendo de aconsejarse los obras siguientes que se emplearán según el caso: Pozos que encontrarán las aguas a profundidades variables con la situación del brocal, advirtiendo que las perforaciones de este género actualmente en uso, alcanzaron el agua entre los 4 y 15 metros; estos pozos se volverán más eficientes combinándolos con galerías dirigidas generalmente hacia las líneas de los thalwegs, pero cuya dirección deberá modificarse de acuerdo con lo que vaya enseñando la obra misma, pues los rumbos de las grietas no se precisaron, por ser éstas irregulares y no definirse con claridad al exterior. Tajos y socavones, sobre las vías acuíferas manifestadas por los manantiales de escaso gasto; cuando lo amerite la zona por el número de dichos manantiales, y en vista del aumento de la cantidad de agua que se produzca con las obras anteriormente indicadas, se combinarán éstas últimas, con otras que tiendan a cortar el rumbo general de las vías acuíferas.

La disposición y naturaleza de algunas rocas, en ciertas partes del valle, así como los accidentes que en ellas se presentan, sugieren la idea de aprovecharlos para almacenar las aguas pluviales y darle así otro recurso al pueblo de Minatitlán. Me refiero a los vasos naturales de algunos arroyos que, previo estudio topográfico, resulten apropiados para la construcción de presas; y a los que se encuentran en las areniscas impermeables hacia la zona intermedia entre los cerros de Los Copales y de el Peón, donde cerrando el escape que les permite derramar hacia el valle, es hasta cierto punto fácil convertirlos en recipientes para almacenar aguas pluviales.

Ojo de Mar es un depósito de esta clase, bastante regular en su forma y completamente cerrado a cierto nivel; en la época de las exploraciones se mostraba casi lleno de agua que se ha empleado, desde hace tiempo, para abrevadero del ganado, para baños de personas y animales y para lavar, etc.; por encontrarse el agua estancada, su color era de un amarillo sucio debido a la acumulación de substancias que hacían a ese elemento más bien perjudicial que beneficioso para los vecinos del lugar.

A Ojo de Mar se podría aunque con algunas dificultades, aumentársele su abastecimiento, haciendo que las precipitaciones pluviales que escurren por los flancos de algunas elevaciones cercanas, se dirigieran a dicho recipiente, que será necesario limpiarlo de tiempo en tiempo.

Como existen otros receptáculos contiguos a Ojo de Mar, se dispone de un conjunto que, en caso de ser utilizado, prestaría mayores auxilios a Minatitlán, pues las aguas, previamente filtradas, podrían llevarse para ser repartidas en dicho pueblo.

Para terminar diremos como en las partes anteriores del presente trabajo, que el éxito de las obras de captación aconsejadas, están en razón directa de la intensidad y duración de las precipitaciones atmosféricas, pues es claro que si el período de lluvias es abundante y sostenido, mayor cantidad de agua se infiltrará para acumularse en los receptáculos subterráneos, por el contrario si las lluvias son escasas, el nivel de las aguas descenderá en el interior de las formaciones, y podrá llegar el caso de que obras casi horizontales como socavones, tajos y galerías, que antes eran eficientes, pierdan esta cualidad; y que obras verticales como pozos y norias, tengan que profundizarse para volver a alcanzar las aguas, como ya hemos indicado que sucedió en el Valle de Colima.

Por consiguiente, mucho cuidado debe preceder al proyecto de las obras, sobre todo cuando se trate de aquellas que son casi horizontales, pues hay que contar con las contingencias provenientes de la falta de lluvias y por consiguiente del descenso de las aguas subterráneas.

Instituto Geológico de México.—Noviembre de 1923.

