
RESEÑA DESCRIPTIVA Y GEOLÓGICA

DE

LA GRUTA DE TONALTONGO,

DEL MINERAL DEL CARDONAL, QUE SE HALLA AL PASO,

Y DEL CAMINO QUE Á AQUÉLLA CONDUCE, SITUADOS EN EL ESTADO DE HIDALGO.



En el confín norte del valle de Tula se extiende el de Ixmiquilpan, que es simplemente subordinado de aquél. El mismo río atraviesa á los dos, cambiando de nombre según la localidad por donde pasa; nace en el monte de la Bufa, que se levanta al norte de la serranía de las Cruces, la cual cierra al poniente el valle de México. No lejos de su origen recibe, desde la admirable obra de Enrico Martínez, su principal afluente, que es el de Cuantitlán, el cual se despeña de regular altura, en el lugar llamado el Salto, después de su salida por el tajo de Nochistongo. En el mismo Tula se le une otro, que es el río Chico, y continuando hacia el norte con el nombre de río Moctezuma, en su última parte, desemboca en el Pánuco. Por este mismo rumbo el subvalle de Ixmiquilpan está limitado, á su vez, por la serranía de Zimapán, en cuyas montañas más próximas se halla situado el mineral de la Bonanza; cierran el oriente las de Metztlán y Actopan, que, unidas á la primera, forman en realidad una sola: dependientes todas ellas de la Sierra Madre Oriental, se relacionan también con la más antigua de Pachuca; esto es, al menos, lo que se desprende del examen de nuestras cartas geográficas. Poderosos contrafuertes ó simples lomeríos separan los dos valles de México y Tula, este último más al norte, y teniendo el primero, entre otras comunicaciones, la muy amplia del puerto de Montero.

Veamos ahora el trayecto que tiene que recorrerse para llegar á Ixmiquilpan, tomando como punto de partida la estación de Tula del F. C. C., en la cual se

conecta el ramal de la línea de Pachuca, y cuya altura sobre el nivel del mar es de 2,047. Dejando esta vía en la estación intermedia de Tetepango, se continúa después en carruaje hasta la repetida población de Ixmiquilpan, distante 36 kilómetros en rumbo al norte. El camino es casi plano en sus dos terceras partes y algo accidentado en la terminal. A poco de caminar, se pasa frente á la hacienda de Ulapa, con sus campos cubiertos de extensos magneyales, y á unos 8 kilómetros adelante, se levanta sobre la izquierda, ó sea al poniente, una cadena de elevados cerros, al pie de los cuales se halla instalada la planta eléctrica de Juandó, de donde se trasmite dicha potencia á Pachuca para el alumbrado de esta población. El agua que corre por el Gran Canal del desagüe del valle de México, llevada sobre la cumbre de los cerros por un caño abierto, pone en movimiento á la turbina de la referida planta. Al primer golpe de vista, la vegetación no ofrece mayor interés, sin que por esto falten especies dignas de señalarse: citaré tan sólo una de ellas, que al fin llamó mi atención: el *Desmonthus incurvus*, Benth, de la familia Leguminosas, vulgarmente llamado Mezquitillo. Es un pequeño arbusto de menudos foliolos bipinados y pequeñas legumbres algo encorvadas y distribuidas por manojos en el extremo de las ramas; crece diseminada entre los huizaches y mezquites, que son tan comunes, como seguros denunciadores de la sequedad del suelo.

Más adelante, y en el lado opuesto de la carretera, ó sea al oriente, surge otra cadena de cerros que viene de este mismo rumbo, y que, como la anterior, se dirige al norte. Pasados 40 kilómetros, aproximadamente, se llega á la altura de la población de Mixquiahuala, distante como 4 kilómetros al poniente de la repetida carretera. Sigue después el paraje llamado la Venta, en la que momentáneamente distrae la atención del viajero, con su parlera voz é inquietos modales, un alado habitante de nuestra fauna, el *Corvus mexicanus*, tan bien domesticado como una ave de corral. Sigue después otro paraje de más humilde aspecto que el anterior, llamado la Cocinera, y se llega, en fin, á la entrada de una cuesta, larga y tendida, en la que el camino descende describiendo una curva. Aquel paso es un portillo, respectivamente flanqueado de uno y otro lado por un encumbrado cerro y el talud de extensos lomeríos que allí terminan, sin levantarse, al ras de la pendiente; las cuales eminencias limitan al sur una cuenca hundida, en cuya extensa planicie ocupa cierto lugar la población de Ixmiquilpan, situada á 1,717 metros de altura, en la margen derecha del río de Tula, el cual toma allí el nombre de aquel primer lugar. De cauce ancho y superficial, al menos en parte, entra en la cuenca por el SW. y sale al NW., á través de una profunda abra ó cortadura llamada de San Juanico, en donde se hace tumultuoso; más adelante se le une el de Actopan, y juntos continúan su curso al norte, como queda dicho. Sus vegas se aprovechan para diversos cultivos, y en ciertas de ellas, convertidas en verdaderos cármenes, se cosecha un durazno de superior calidad y otros frutos no menos apreciados; pero hoy día, en completa decadencia á este respecto, debido, según se dice, al agua salitrosa que sirve para

el regadío de las tierras, la cual proviene del Desagüe del valle de México, que recibe el río más arriba: es creencia general que acabarán por perderse.

Las últimas estribaciones de la serranía de Zimapán, en cuyas montañas más próximas se halla situado el mineral de la Bonanza, como antes se dijo, cierran la cuenca que nos ocupa, por sus lados norte y poniente; el oriental, por las correspondientes de Actopan y Metztitlán, y el del sur, por las que se han dicho ya. Aproximadamente, de figura elipsoidal y dirigida de oriente á poniente, no excede de 40 kilómetros en su mayor longitud, datos que en lo absoluto no afirmo, por lo limitado de mi exploración. (El croquis que se acompaña, tomado á vuelo de pájaro desde la torre de la parroquia, dará mejor idea de su configuración).

En rumbo al NE. y á 20 kilómetros de Ixmiquilpan, se desprende al sur de la serranía de Zimapán una cadena de elevados cerros metalíferos, en donde se asienta el antiguo Real de Minas del Cardenal; su pequeña población está situada en la llanada de una loma, próxima á los cerros en que se encuentran ubicadas las principales minas, y de los cuales está separada por una barranca de cierta profundidad, que corta en contorno la falda de aquellos. La posición que respectivamente guardan los cerros que la rodean, es como sigue: al NE., y como á 2 kilómetros de distancia, el de las minas; al W., el del Fraile, que se levanta aislado; al S. SE., el de San Antonio; quedando Ixmiquilpan al SW., á un nivel más bajo y sin interposición de algún otro. Su altura sobre el nivel del mar, según el Señor Landero, es de 2,263 metros.

Las minas anotadas por mí, son la Soledad, San Antonio el Hermoso, San Vicente, La Concepción, San Juan Aparicio y Nexcadí? No todas se hallan en frutos, y entiendo que algunas se han abandonado del todo. De la Soledad, que es la que más trabaja, se extraen semanariamente de 40 á 50 cargas de mineral plomoso, que rinde el 9^o/_o de metal puro. En la sola fundición establecida en debida forma, así como en las demás, el beneficio es por fusión y reducción con el carbón, en hornos primitivos. El importe de raya en la semana llega hasta la cantidad de \$1.500, aproximadamente. El egoísmo y la desconfianza defraudaron el afán que tuve de proporcionarme mejores datos.

En todas las muestras que examiné, dominaba la cerusita ó carbonato de plomo, y en mucha menor abundancia la anglesita y la galena, ó sean sulfato y sulfuro, respectivamente, del mismo metal, que en todo caso presentan baja ley de plata. En ninguna de ellas descubrí las dos especies mineralógicas, raras en la naturaleza, que se encuentran, tanto en criaderos de fuera del país, como en los nuestros (y precisamente en Zimapán), siempre unidas á la galena, según entiendo: el *Massicot*, ú óxido amarillo de plomo, PbO y el rojo, P^{60}_{23} , que es el *Minio*, ó sean el litargirio y azarcón nativos. Para las necesidades de la industria, uno y otro se obtienen del plomo metálico ó carbonatado, por medio de procedimientos químicos ó simple fusión.

En la hacienda de beneficio antes citada, se prepara el segundo, que es el

de mayor consumo, haciéndolo pasar antes por el primero ó *greta*, como se le llama. Casi todo el plomo que se extrae de las minas se emplea en la fabricación de este producto, que por su excelente calidad es muy superior á todo el demás del país, cotizándose, por lo mismo, á un precio más elevado.

Juzgo oportuno insertar á continuación un breve informe del Señor Ingeniero de Minas D. Carlos de Landero, publicado hace muchos años; entiendo que desde aquella lejana época no ha cambiado gran cosa la vida industrial de aquella negociación.

APUNTES SOBRE EL REAL DE MINAS DE PLOMO DEL CARDONAL

(EST. DE HIDALGO).

«En el mes de Diciembre del año próximo pasado, hice una rápida visita á aquel distrito minero; interesante, porque sus minas de plomo son de las primeras que se trabajaron en el país, poco después de la Conquista. Aunque los datos que tuve ocasión de recoger, pecan de incompletos, los trasmito á esa Sociedad (la de Ingenieros de Jalisco), para darle una ligera idea de dicho Distrito.

La primera de las minas de plomo que se trabajó en el Cardonal, fué la llamada de San José, descubierta á fines del siglo XVI, por D. Alonso de Villaseca.

Las principales minas actualmente en trabajo, son las de «San Antonio el Viejo,» «La Soledad,» «La Derrumbada» y «San Joaquín.» La extracción semanal de la primera es de 30 cargas de mineral, y de 150 la de la última. (En aquel Distrito la carga es de 10 @).

Los labrados más profundos en aquellas minas se encuentran á una profundidad de 150 á 250 metros. El laboreo es muy irregular, no habiendo en las minas tiros ni cañones generales, sino solamente excavaciones laberínticas sin plan fijo, ni con todas las debidas precauciones. Esto hace que haya habido considerables hundimientos y que la ventilación de las excavaciones deje mucho que desear. Las escaleras usadas son de muescas. La extracción la hacen los tenateros por las escaleras. El agua es, por fortuna, escasa allí en las minas, teniendo desagüe natural aquellas en que algo más abunda. Actualmente se trabaja en un socavón que, concluido, permitirá ampliar el laboreo en algunas de las minas principales.

Las obras muertas y la extracción se hacen con operarios á jornal, siendo éste de 18 á 36 centavos. El flete, de las minas arriba mencionadas, á la fundición de Chalmita, cuesta 16 centavos la carga de 10 arrobas.

El sistema de trabajo en las labores de disfrute está muy bien obtenido;

es el de paradas á la carga. Cada minero recibe $12\frac{3}{4}$ centavos por *téquio*, ó tarea de mineral que tumba; cada tarea varía de 5 á 8 arrobas, siendo generalmente de 7. La fortificación empleada es la entubación, empleándose maderas de diferentes especies de coníferas, que hay en los montes de aquellas montañas, de muy buena clase. En unas antiguas minas de plata y oro del cerro de Mo-qui, situado á unas cuatro leguas del Cardonal, he visto ademas en regular estado de conservación, que datan de principios del siglo.

Las capas inclinadas, que constituyen el criadero del mineral de plomo, tienen de 6 á 10 metros de potencia. La ley media del mineral es de un 10% de plomo. El plomo extraído tiene hasta 0,002 de plata, ley correspondiente á 1 marco por carga de 10 @. Consecuentemente la ley de plata del mineral es de 0.0002, que corresponde á un décimo de marco por carga de 10 @.

Los minerales son en su generalidad oxidados, consistiendo principalmente en carbonato de plomo (cerusite); accidentalmente se encuentra el sulfato y el vanadato de plomo (anglesite y vanadinite), así como alguna galena. Del Cardonal y de Zimapán, fueron los ejemplares de «vanadinite» ó «plomo pardo,» en que D. Andrés Manuel del Río descubrió el «vanadio,» ó como él lo denominó, «erytronio;» siendo del Cardonal el que analizó cuantitativamente, y cuyo análisis confirmó el gran químico Woehler.

El precio del plomo varía de 12 á 18 pesos la carga. El plomo del Cardonal tiene bien sentada y bien merecida su fama de ser de muy buena clase.

El ocre rojo abunda en aquellos criaderos de plomo. De una de las minas, perteneciente á los Sres. Zenil, extraen solamente dicho mineral (almagre), que se vende en el Cardonal á 6 centavos arroba, y en México de 60 á 75 centavos.

La altura de la población del Cardonal, sobre el nivel del mar, es, según mis observaciones, de 2,263 metros. Hay escasez de agua en la población, usándose la de aljibe, habiendo dos de éstos destinados al uso del público.

En el Cardonal hay diputación de minería, con jurisdicción sobre el Real de la Bonanza, San Clemente y diferentes minas de las cercanías.

En el cerro de Mo-qui, del que hablé arriba, hay notable abundancia de vetas auríferas y algunas argentíferas; pero son muy angostas y muy bajas las leyes de sus minerales. Su dirección es generalmente de NO. á SE. y son casi verticales. Arman en pórfido, cuya erupción levantó las capas de pizarras calizas, que se extienden desde el Cardonal hasta dicho cerro. Las trabajan en muy pequeña escala los habitantes del Santuario de Mapete (población de 500 habitantes, situada en la misma sierra) y del Cardonal. Hay antiguos labrados abandonados; de ellos, los de la mina de San Clemente, son relativamente de cierta consideración, pues hay allí un cañón de 100 varas de longitud y algunos planos y labrados inundados. El punto llamado San Clemente, al pie del cerro de Mo-qui, se encuentra á 2,343 metros sobre el nivel del mar, y la cima del mismo cerro á 2,500. La vegetación de aquellos cerros consiste, principalmente, en pinabetes, robles y magneyes silvestres.

Para la extracción del oro, muelen el mineral en cantidades menores de una carga en pequeños arrastres de cerca de un metro de diámetro, que los mismos trabajadores mueven. De estos arrastres hay unos cuatro en San Clemente y dos en Valenciana, á la falda del cerro, en la vertiente opuesta. Hay, además, restos de otros muchos arrastres de éstos, que se ven diseminados en aquellos cerros, á la orilla de los arroyos.

No recuerdo exactamente las leyes de oro de las muestras que recogí, según los ensayos que se hicieron en Pachuca y Real del Monte; pero son de 1 á 2 adarres por carga de 12 @ y aun menos (0,000013 á 0,000026). Accidentalmente se encuentran algunos ejemplares de cuarzo hialino con pegaduras y laminillas de oro muy aparentes (gallitos).

Las matrices en que se encuentra el oro, consisten, generalmente, en arcillas ferruginosas, y cuarzo en las vetas más angostas.

El tratamiento metalúrgico de los minerales de plomo se hace en más de 20 pequeñas fundiciones, que se encuentran en las cercanías del Cardonal, en el Santuario de Mapete y, el mayor número de ellas, en una barranca situada á 3 leguas del Cardonal. En ella se halla la principal de dichas fundiciones, llamada de Chalmita, que visité. Allí pueden fundirse, semanariamente, unas 300 cargas. Tiene dos hornos semi-altos, capaces de recibir 25 cargas cada uno, en 24 horas. Para el soplo, tienen un ventilador Root núm. 1, movido por una rueda de cajones, cuya potencia puede estimarse en 4 ó 5 caballos.

El costo de fundición por carga de mineral, es, en dicha oficina, de 50 centavos, siendo en las otras de 75 centavos. Afinan todo el plomo, obteniéndose en esta operación una pequeña utilidad, por la plata que sacan. Para el soplo del vaso de afinación ocupan una trompa. No recogí datos satisfactorios sobre la producción anual de las minas del Cardonal. Es una simple apreciación aproximada la que hago, considerando el monto de dicha producción en 7,000 quintales de plomo y 2,000 marcos de plata.

En cuanto á la cantidad de mineral de oro que extraen y benefician en el cerro de Mo-qui, puede apreciarse, á lo sumo, en 500 cargas anuales, y el oro producido en unos 100 marcos; pues, como ya se dijo, la explotación se limita á unas cuantas catas.

Además del castellano, se habla muy generalmente el idioma otomí en aquellos lugares.

El Cardonal se encuentra á unas 5 leguas de la floreciente villa de Ixmiquilpan, cabecera del distrito del mismo nombre, del Estado de Hidalgo, situada en la margen derecha del río de Tula y cuya altura sobre el nivel del mar, es, según mis observaciones, de 1,717 metros.

Bramador, Octubre 10 de 1880.

C. F. DE LANDERO.»

Saliendo del Cardonal con rumbo al NE. y cruzando la barranca sobre el puente Colorado, en lo alto de la loma se extiende una vasta llanura, que á la distancia de 10 kilómetros se levanta suavemente hasta alcanzar una altura de 2,080 metros sobre el nivel del mar, bajando de igual modo por el lado opuesto. Próximo á este lugar, llamado Cuesta Blanca, corta el terreno la profunda barranca de «Los Libros,» densamente poblada de árboles de pino piñón, *Pinus cembroides*, L., enebros ó sabinos, *Juniperus mexicanus*, Sch., y otras parecidas *esencias* selváticas, cuya presencia denuncia desde lejos su fragante aroma: aumentándose con esta embalsamada atmósfera el atractivo de aquel bello sitio.

En cerradas vueltas descende la vereda para atenuar la pendiente, siguiendo la inclinación de las capas de caliza apizarrada, cuyos cantos afloran en las paredes, alcanzando hasta el fondo su punto de buzamiento ó lugar en que desaparecen; reduciéndose aquél en altura, á lo largo de la línea del *talweg*, á 1,760 metros, ó sean 330 metros más abajo de la Cuesta Blanca. Cerca del lugar en donde cambia bruscamente la dirección de la barranca, formando esquina, se destaca, en la pared correspondiente, un grupo de esbeltas columnas prismáticas, de roca negra, en número de quince, que toscamente representan el dorso, con sus cuadratines, de otros tantos libros gigantescos colocados en un anaquel, y de aquí el origen del nombre antes citado. Recorrido un trayecto como de 2 kilómetros, se sale á la llanura que se extiende en lo alto de las lomas, por la vertiente opuesta, y pasando otro trecho, quizá doble del anterior, y siguiendo en la dirección del Este, se llega al paraje llamado la Mesa, en donde se halla establecido un pequeño rancho; desde allí se columbran, muy á lo lejos, las montañas, y hacia el mismo rumbo, pero menos retirado, el blanqueado casco de la hacienda de la Florida. Continuando la marcha en casi igual sentido, el terreno paulatinamente baja, y tras moderada distancia, no mayor que la precedente, se interpone al paso la profundísima barranca de Tonaltongo, en la que se oculta una admirable obra de la naturaleza, término final de nuestro viaje. En rápido descenso en zig zag, corta la vereda la acantilada pared de un costado, que fielmente reproduce la del otro, lo cual permite hacerse bien cargo de ellas. Por una ilusión de óptica, la contraria se levanta más y más al acercarse al fin de la empinada cuesta. Se llega el momento en que al voltear de frente, ó rumbo delantero, aparece en el estrecho horizonte de la cañada, la cúspide de un gran cerro de extraña configuración, debida á la cual, y que explicaré en seguida, tiene el significativo nombre de «La Corona.» Visto de perfil, presenta dos cimas: la del SW., más alta, aguda y estrecha; la del NE., baja, ancha y arredondada; unidas por un espinazo arqueado hacia arriba é imitando todo el conjunto la figura de una silla de montar. Completas desgarraduras dividen á la primera en varios picachos, que bien representan la insignia ó distintivo real á que alude el citado nombre; amplia grieta, de trayecto irregular, nace en la base de ésta, como la cuartadura de un muro, y termina en el arco de entrada de la notable gruta

ó caverna socavado al pie del mismo cerro; el que, por otra parte, no está del todo aislado, sino unido á una de las paredes de la barranca, como por un dique muy difícil de franquear. Al terminar, se hace más inclinada y peñascosa la pendiente; pero una vez dominada la dificultad, se pone á la vista, en semi-oscuro rincón, la espaciosa y arqueada boca del citado subterráneo, que mide 15×10 metros, de cuerda y de flecha, respectiva y aproximadamente. El agua que sale del interior, como después se dirá, se represa fuera de ella en un gran charco de poca profundidad, del que sobresalen grandes peñascos desprendidos de las próximas alturas. Salvado este obstáculo, sin mayor trabajo, se entra desde luego á un salón ó vestíbulo abovedado, de figura más ó menos circular y con dimensiones correspondientes á las enumeradas arriba. Del centro de la bóveda saltan de continuo, por dos tubos calizos próximos entre sí y que en algo recuerdan los sopladores de una ballena, saltan, repito, gruesos chorros de agua dulce y caliente á la temperatura de 36° del centígrado, que apenas se abarcan con los brazos. De la misma bóveda otros, además, delgados como hilos, pero de agua fría. Otros, en fin, resbalan extendidos en capa contra la pared del fondo, de la calidad de los primeros; por lo visto, aquel antro se halla convertido en una verdadera regadera, y á su vez el piso en estanque, por toda el agua que en él se precipita; alimentado sin cesar con tan copioso caudal, el excedente líquido se derrama y acumula de igual modo en el exterior, como se ha dicho; deslizándose después sobre quebrada pendiente de pequeños receptáculos, que funcionan como esclusas escalonadas, para continuar su curso en el fondo de la barranca. La vista que se acompaña da una buena idea de este primoroso raudal.

Volviendo al interior de la gruta, agregaré que en su más oscuro rincón y á cierta altura, amplio resquicio, al parecer, permite el acceso á una segunda galería en completas tinieblas, en donde una corriente subterránea de agua dulce y caliente la llena directamente, de bote en bote, hasta cierta altura, sin precipitarse de la bóveda. Por simple noticia consigno este último dato, pues no tuve elementos disponibles para llevar adelante la exploración, por la dificultad que ofrece; pues al pie de aquella entrada, el torrente que desemboca en el depósito del primer salón, ocasiona violento remolino, que, en obvio de peligro, exige grandes precauciones y no pocos esfuerzos para salvarlo.

La breve descripción que antecede hará, no obstante, comprender lo interesante de aquel sitio, en donde por mano de la naturaleza se halla dispuesto un confortable y completo balneario, cual no existe probablemente otro igual en la tierra, y que bien pudiera designársele con el humorístico nombre de «Las Termas de Plutón.»

Si fuese más accesible, sería, sin duda, más frecuentado de lo que es hoy; acudiendo tan sólo, durante el invierno, las familias comarcanas, para quienes se tiene arreglado fuera de la gruta, en lugar apropiado y bajo rústico techo, un pequeño estanque medianamente acondicionado.

Por vagos informes, pues en ello se guarda la mayor reserva, he sabido que

en los contornos se ocultan otras bellezas de igual género, pero de un mérito incomparablemente mayor.

Toca ahora discurrir sobre aquel funcionamiento hidráulico, verdaderamente excepcional, sin omitir las peculiaridades del elemento líquido que entra en juego.

Por falta de reconocimiento pericial de la zona limítrofe, que permitiera emitir una opinión bien fundada, me veo obligado á exponer tan sólo una simple hipótesis que lo haga comprender, bastando para ello unas cuantas palabras. Es demasiado sabido que en el país, así como en otras partes, son frecuentes las corrientes subterráneas en los terrenos calizos dislocados por las rocas ígneas, en razón de su estructura y la fácil disolución del material. Ahora bien, en el presente caso, la corriente debe tener su origen en un punto lejano y de mayor altura que el cerro de la Corona; filtrándose en seguida el agua y abriéndose paso á lo largo de los planos de contacto de ciertas capas encorvadas hacia arriba, se dirige primeramente al interior de la tierra y después al exterior de ella, hasta recobrar casi su primitivo nivel (ó de un anticlinal á otro, bajando y subiendo por los costados de un sinclinal); siendo en definitiva un sistema hidráulico que funciona como un sifón, y que, por sus múltiples ramificaciones, ha convertido al repetido macizo en una verdadera esponja; no será remoto que con el tiempo acabe por derrumbarse, máxime si se atiende á que las aguas superficiales, detenidas por el dique de que se ha hablado, igualmente lo atacan por la base. La elevada temperatura del agua y su falta de mineralización, á su vez, se explica por el frotamiento y bajo nivel á que desciende, el cual bien puede estimarse en algo menos de 250 metros, pues se ha calculado que á cada 7 metros de profundidad, sube 1° el calor de la tierra. Respecto de las substancias minerales que puede disolver en su largo trayecto, no siendo sino cal carbonatada y siliceosa, ambas se precipitan al perderse, en contacto del aire, el exceso de ácido carbónico que las vuelve solubles, quedando, por lo tanto, casi libre de toda impureza.

Bastante pobre es la ornamentación en la pequeña parte explorada, excepción hecha del exterior, en que las estalactitas y estalagmitas unidas, le dan todo el aspecto de una artística fachada, apenas respetada por las injurias del tiempo.

Terminada la exploración suscitadamente relatada, y que nos obligó á pernoc-tar una noche junto á la boca de la gruta, emprendimos la retirada bajando por la pendiente opuesta, próxima al raudal, y recogiendo en ella los siguientes datos.

El fondo de la barranca se halla á una altura, sobre el nivel del mar, de 1,279 metros, y á 1,300 el piso del primer salón ó vestíbulo. La distancia que media entre aquélla y el Cardonal, puede estimarse en 30 y 40 kilómetros, por uno y otro de los dos caminos que generalmente se siguen. La temperatura que disfruta en su parte más baja, permite el cultivo de plantas tropicales, como el plátano, del que vimos un hermoso plantío; así como otro de naranja dulce, más arri-

ba, en el rancho de Tonaltongo. En cierto lugar de la barranca tropezamos con un regular depósito de grandes bloques de caliza compacta, colocados desordenadamente y desprendidos de las alturas; debajo de dos de ellos, entre sí recargados, formando lo que ha sido llamado un *caos*, pudimos pasar á caballo como por el ojo de un puente.

Después de rodear una gran parte del cerro de la Corona, siguiendo el curso del arroyo, cruzamos éste al fin, para tomar por una revuelta y empujada vereda que sube por un costado de cierto ramal de la barranca, que, por su magnitud, considero como su propia continuación. Caminando por entre arbustos y matorrales tocamos al paso el rancho de Tonaltongo, antes mencionado, el cual se asienta en un recodo de la misma ladera. Tras breve descanso, proseguimos adelante hasta alcanzar el borde, con menos dificultad que al principio, por hallarse la vereda más tendida; largas tres horas empleamos en recorrer este último tramo, que á lo sumo tendrá 8 kilómetros. A la salida se extendía á nuestra vista, en rumbo norte y poniente, despejado horizonte, apenas embarazado por lejana serranía; pero al oriente se levantaban altos cerros y lomeríos escalonados, de acapulada forma, como desiguales arrugas sobre un plano inclinado, los cuales morían á orillas del abismo que con no poca fatiga acabábamos de escalar. Muy cerca de él y próximo á un cortijo, único que anima aquel agreste y solitario sitio, parte la vereda que, acortando camino, conduce al Cardonal, y á la hacienda de la Florida, otra que de allí mismo se desprende. La que seguimos, sube por la falda de un elevado cerro que nos permitió dominar por completo las eminencias antes señaladas. Salimos al fin á la llanura ó meseta de las mismas, reinando en todos aquellos desolados campos, por su falta de vegetación, una aridez casi absoluta: así como éstos, hay otros muchos en el país, que ocupan extensísimas áreas, y que mucho amenguan la decantada fertilidad de nuestro suelo. Si á tan triste cuadro se agrega la soledad de un desierto, se comprenderá lo tedioso que se hacen los 25 kilómetros de camino que se tienen que recorrer para llegar al Cardonal; rodeando por el lado opuesto de donde salimos el cerro del Fraile, que perfila en el accidentado contorno de su cima, aquella supuesta figura en posición yacente.

En el fondo de la barranca crece con profusión la *Cordia alba*. D. C., llamada anacahuite en aquel lugar, y que es un arbusto de abundantes flores blancas. Ví otra especie que llamó mi atención, el *Gonolobus virescens*, D. C., de larguísimos y delgados tallos colgantes que se balanceaban en el abismo á impulsos del viento; con frutos de forma y tamaño de un pepino, y flores verdes.

*
* *

Dos épocas geológicas distintas se hallan representadas en toda la región que nos ocupa, ligadas por una tercera, que en su orden cronológico son la secundaria, terciaria y cuaternaria. Los depósitos sedimentarios talasíticos del piso medio é inferior del período cretácico, en su límite continental é interno, afloran en derredor de la cuenca del Anáhuac, como son, entre otros, los que forman el macizo que se levanta al norte de aquélla, en el valle secundario de Apasco. La emisión de rocas eruptivas más antiguas, que directa ó indirectamente determinaron el levantamiento del fondo del mar cretácico, son las que forman el núcleo de la serranía de Pachuca. Es posible que las mismas, ó más bien las subsecuentes, ejercieron igual acción en el Cardonal, en donde sus cerros, también calizos, recibieron más tarde el relleno metalífero que constituye las vetas que los atraviesan en distintas direcciones. Los caracteres mineralógicos de la expresada roca, y concretándose tan sólo á su color, dureza y textura, revelan enteramente su origen marino; mas por fortuna y mayor abundamiento, el paleontológico que los acompaña viene á precisarlo del todo. Así, en los terreros de algunas de las minas se hallan diseminados fragmentos de *radiolites* é *hipurites*, en una matriz ó ganga calizo-arcillosa impregnada de óxidos ferruginosos. La roca eruptiva que levantó aquel macizo en donde están ubicadas las minas, es posible que haya sido una granulita moderna, pues de las riolitas que fueron sus contemporáneas, pude reconocer una variedad en los inmediatos lomeríos. Si así fuese, sería por cierto una feliz coincidencia, de tiempo atrás bien comprobada en otra región por el distinguido Profesor D. Ezequiel Ordóñez. Noticia que encuentro en uno de sus recomendables trabajos y que á la letra copio:

«Las calizas cretáceas del mineral de Peñoles en el Estado de Durango, importantes por los criaderos de minerales plomosos argentíferos que rellenan las cavidades y grutas de aquellas rocas, se hallan levantadas por granulitas recientes seguidas de emisiones de riolitas, que forman los coronamientos ó parte superior de las montañas de esa localidad.

«Más al centro del país se presentan, aunque con menos frecuencia, las granulitas subordinadas á las calizas cretáceas, y así vemos en el mineral de fierro de Comanja (Jalisco), que varían desde un aspecto casi porfiroide con pirita de fierro diseminada, hasta mera granulita de grano fino.»

El contenido del último párrafo pudiera ser más aplicable en el presente caso, pero con la salvedad que no son piritas, sino óxidos ferruginosos, los que dominan en el Cardonal; quizá á esta circunstancia se deba, ó más bien contribuya de algún modo á la mayor pureza del plomo de este mineral, que tiene gran fama en el país; pues siendo así escasos los sulfuros de dichos metales, la asociación de ellos supongo que será más difícil.

Más adelante, tanto en la barranca de Los Libros como en la de Tonaltongo, tenemos la misma formación, aunque invertida, es decir, hundida y no levantada, por lo que toca á las rocas sedimentarias metamórficas, ó sean las calizas de que se ha hablado, con la diferencia de la estructura y carácter fosilífero. Así, las del cerro minero del Cardonal son calizas compactas, de color blanco agrisado y provista de fósiles; las correspondientes á una y otra de las citadas barrancas, apizarradas, tirando á negro, y estériles. Relacionadas, por otra parte, con diversas rocas ígneas: como son las granulitas, en las primeras, y las volcánicas en las segundas; esto último lo comprueba el notable grupo de columnas basálticas, semienclavadas en uno de los costados de la barranca de Los Libros; pero no las de olivino, sino las que carecen de este elemento accesorio, ó sea, en definitiva, una labradorita parecida á la de la cascada de Regla, situada mucho más al Sur; la expresada formación volcánica, localizada en tan reducido espacio, no es sino el rebosamiento de alguna corriente ó capa de las muchas que se derramaron en el país, y que por largos trechos se ocultan bajo otras más antiguas.

Respecto de los sedimentos cuaternarios ó pleistocénicos, según la moderna clasificación, haré punto omiso, por ser demasiado conocidos; ocupándome tan sólo de los de cierto lugar, por el interés que ofrecen. En la cuenca de Ixmiquilpan quedaron á descubierto tales depósitos, al desfogarse las aguas por el abra de San Juanico: señales evidentes, en sentir de muchas personas, pero que no pude comprobar, manifiestan que subieron aquéllas á grande altura. En la misma se extiende efectivamente uno muy especial, cercano á su límite NE., que merece una información detallada. Lo constituyen bancos ó capas de regular potencia, en estratificación concordante y horizontal, de cuarzo hidratado, de origen hidrotermal, el cual presenta los siguientes caracteres: impuro, amorfo, compacto y aporcelanado; dureza de 6, 5, en la escala de 10; en partes, con lustre de vidrio, resinoso, de perla y aun casi mate; de igual manera, blanco, lechoso y pardusco. Los cuales, tomados en conjunto, lo acercan á una *florita*, ó sea cierta variedad que se deposita en las aguas silíceas de las fuentes termales, bajo la acción, en parte, de las plantas que en ellas vegetan; arrastrando, al precipitarse, diversas substancias minerales, como es arcilla ferruginosa, en la que se describe.

Debajo de las mismas capas cuarzosas se oculta un yacimiento de restos fósiles pleistocénicos, del cual se han extraído hasta la fecha grandes fragmentos óseos de dos especies, que tuve ocasión de examinar: una rama derecha de la mandíbula inferior del *Holomenicus hesternus* de Cope, ó Llama; una mandíbula inferior, casi completa y con el borde dentario arrasado, de un elefante, *Elephas primigenius*, ó *Columbi*, del mismo autor; una extremidad superior de húmero y varias costillas del propio animal.

En un trabajo muy anterior al presente, había señalado ciertas causas para explicar la completa extinción de los grandes mamíferos cuaternarios en la gran

cuenca llamada Valle de México; pero á todas luces insuficientes, pues el fenómeno, lejos de ser local, fué general, puesto que en la misma época desaparecieron en todo el globo tan extraordinarias especies. He aquí como me expresaba:

«En los comienzos de la edad cuaternaria debió disfrutar de una temperatura benigna, si no es que cálida, favorable al desarrollo de una vegetación exuberante y de todo punto necesaria para alimentar á los grandes mamíferos herbívoros que posaban en sus montañas y en las riberas de sus grandes lagos.

«El cambio de sus condiciones climatéricas y el consiguiente aniquilamiento de la flora que le suponemos, debió ser la primera causa de extinción de aquella fauna, que en cierto modo le podemos llamar privilegiada; causas más eficientes debieron quizá haberla completado, como grandes y repentinas inundaciones, ó las extensas y numerosas acciones volcánicas de que fué teatro, más tarde, la región que consideramos.

«Llama en alto grado la atención que algunas de las especies de la expresada fauna hubiesen desaparecido del todo en la superficie de la tierra, pero conservándose otras, aunque con caracteres específicos muy diversos. Los Elefantes de varias especies que vagaban en una grande extensión del continente americano, se hallan hoy día reducidas á sólo dos: el asiático y el africano. Los Mastodontes, que fueron sus contemporáneos, desaparecieron en lo absoluto.»

Pero cábeme hoy la buena suerte de aprovechar un rayo de luz que conduce por más amplios y seguros derroteros, para llegar á la resolución del problema; proporcióname el muy erudito y juicioso libro del Profesor Charles Depéret, intitulado: «Les transformations du monde animal;» pues en él expone su autor la clave de un enigma que parecía indescifrable. Todo un capítulo se consagra á la discusión de este interesante asunto, el que, vertido literal ó libremente á nuestro idioma, paso á transcribir (entre comillas lo primero); omitiendo, sí, los párrafos en que se citan ejemplos muy especiales, que los lectores podrán consultar en la obra original; por otra parte, siendo una cuestión que toco incidentalmente en este escrito, no entra en mi ánimo alargarla demasiado.

Dice Depéret.—La evolución de las ramas en los animales fósiles está regida por dos leyes, *la del aumento de magnitud del cuerpo y la de especialización progresiva*. Ellas permiten abordar el interesante problema, muy discentido, de las causas de extinción de las especies y de los grupos en el curso de las edades geológicas. Al seguir, paso á paso, la historia paleontológica del globo, nada interesa tanto como el ver aparecer, evolucionar con riqueza variable de formas, decrecer después y acabar por desaparecer, casi repentinamente en muchos casos, á las especies, géneros, familias y aun grupos de orden más elevado. En opinión de Abel, hay grupos extinguidos tan sólo en apariencia, pues en realidad se transforman por evolución, al menos ciertas de sus ramas. (Se citan ejemplos demostrativos en apoyo de las anteriores conclusiones).

A pesar de estas restricciones, es evidente que los tiempos geológicos han presenciado la extinción de gran número de ramas filéticas, siendo relativamen-

te escasas las dotadas de suficiente savia para llegar hasta nosotros. Mas si el hecho fácilmente se comprueba, en cambio la causa precisa ha permanecido largo tiempo en la obscuridad, y aun hoy está lejos de su plena resolución; pero no ciertamente por falta de hipótesis, desde la antigua concepción de Cuvier sobre la destrucción de las especies fósiles por las revoluciones del globo, hasta la ingeniosa explicación de Darwin, fundada en la concurrencia vital. La lucha directa con las otras especies, pareciendo inaplicable á los grandes Mamíferos y á los gigantescos Dinosaurios, el ilustre renovador del transformismo sale de la dificultad para estos grandes seres, aduciendo la imposibilidad de encontrar una cantidad suficiente de alimentos: explicación de una debilidad infantil por tratarse de herbívoros que habitaban continentes casi sin límites, como debieron serlo las vastas llanuras jurásicas del Centro y Oeste de los Estados Unidos. Darwin pesaba también el valor de las objeciones presentadas contra la hipótesis de la lucha por la existencia, por los hechos bien conocidos de la extinción casi simultánea de todas las ramas en ciertos grandes grupos de vasta dispersión geográfica: las Trilobitas al fin del Primario, y del Cretácico las Amonitas. Se ha empeñado en contestarlas, mostrando que estas extinciones no fueron tan repentinas como se ha dicho, y que la desaparición de los géneros se escalonaba en varios períodos geológicos; pero era preciso explicar por qué no habían podido producir en ninguna parte, ninguno de estos géneros ó especies de vasta extensión, descendientes capaces de sobrevivir, cuando por la teoría darwiniana todo organismo puede y debe transformarse si tiene ante sí el tiempo necesario. La lucha por la vida es del todo insuficiente para explicar la extinción de las especies.

«Espíritus eminentes, como Queenstedt y Neumayr, penetrados de estas dificultades, han recurrido á la hipótesis, poco verisímil, de *epidemias*, para explicar los fenómenos de degeneración, tales como el desarrollamiento de las conchas de Amonitas, precediendo de muy cerca á la extinción de las ramas.

«Otros naturalistas, de místico espíritu, han recurrido á una *predestinación* en la duración de la existencia de las especies, géneros ó familias. Es de llamar la atención que esta hipótesis sobrenatural haya encontrado todavía, en nuestra época, un defensor de la talla de Kobelt.

«Si es difícil, en la actualidad, remontarse á las causas mismas de la existencia de las ramas, comenzamos, al menos, en poder precisar el mecanismo de estas extinciones ó, si se quiere, las condiciones habituales en las cuales se produce el fenómeno. Dos de estas condiciones esenciales se encuentran reunidas más á menudo en las dos leyes de *aumento de magnitud del cuerpo* y de *especialización de los órganos*. La observación paleontológica permite comprobar, en efecto, de una manera muy general, que las formas gigantes, que son al mismo tiempo altamente especializadas, no se encuentran jamás al principio, sino únicamente al fin de las ramas. Hemos tenido ocasión de citar más arriba numerosos ejemplos, y nos limitaremos ahora en recordar á los gigantescos *Masto-*

donsaurus, en los cuales se extinguió el grupo de los Estegocéfalos; el *Brontosaurus*, el *Diplodocus*, el *Titanosaurus*, que terminan las ramas, de los Dinosaurios Saurópodos; el *Titanotherium*, el *Ancylotherium*, el *Linoceras*, el *Dinotherium*, los Mastodontes, cuyas dimensiones colosales anuncian el fin de otras tantas ramas de los Ungulados. En el detalle mismo de los géneros, el *Lophiodon lautricense*, el *Anthracootherium magnun*, el *Rhinoceros antiquitatis*, son los últimos representantes de sus ramas. Sería fácil, según esta ley, predecir la extinción natural próxima de los Elefantes, del Hipopótamo, de la Ballena y de algunas otras especies de gran talla, de la naturaleza actual, si el hombre no hubiese intervenido para apresurar aún más esta desaparición. En fin el fenómeno se observa igualmente en los Invertebrados: se sabe que las formas gigantes en las Amonitas, *Pinacoceras*, *Arietites*, *Pachydiscus*, se encuentran únicamente al fin de las ramas; los *Magalodon*, los *Diceras*, los *Caprinos*, cuentan sus más grandes especies en los niveles más recientes de su duración geológica. Sería fácil indicar otros muchos casos semejantes.

«Desde hace largo tiempo se ha hecho la curiosa observación de que es en el momento mismo en que las especies de un grupo han adquirido el máximo de potencia, sea por las dimensiones del cuerpo, sea por la perfección de las armas ofensivas ó defensivas, que parecía ponerlos al abrigo de todo enemigo, cuando dichas especies están en vísperas de desaparecer. Toda evolución en apariencia progresiva, toda adaptación nueva, son un peligro más para la supervivencia del tipo.

Varios paleontólogos, en el curso de los últimos años, han tratado de penetrar de una manera aún más íntima en el mecanismo de la extinción de las especies. Desde 1893, Dollo formulaba, en la forma concisa que le es familiar, las leyes de la evolución paleontológica: *el desarrollo procede por saltos, es irreversible y limitado*. La primera de estas proposiciones toca al problema de la formación de las especies y tendremos que discutirla más adelante. Las otras dos leyes, la de irreversibilidad y la de la limitación del desarrollo, proporcionan interesantes puntualizaciones en la cuestión que nos ocupa. Es preciso entender por evolución irreversible, el hecho de que una rama, una vez encarrilada en una vía de especialización determinada, en ningún caso puede volver atrás sobre el camino recorrido. Así el Caballo, que ha perdido los dedos laterales de sus antecesores terciarios, ó al menos ha transformado estos metápodos en dos estiletes huesosos perdidos en las carnes, no podrá jamás desarrollar de nuevo estos dedos rudimentarios, que deben, por lo contrario, tender á desaparecer más y más. Los Sirenianos, que según toda apariencia, han descendido de los Ungulados terrestres, adaptados poco á poco á la vida acuática, y en los que el miembro posterior se ha reducido progresivamente á una varilla huesosa interior, simple rudimento del hueso ilíaco, han llegado á ser incapaces, cualesquiera que sean las condiciones que pueden intervenir, de reformar un miembro posterior completo y recobrar funciones cuadrúpedas.

Si las circunstancias del medio llegasen á modificarse en un sentido desfavorable á su vida nadadora, el Manatí y la Sirena se extinguirían bruscamente, sin dar nacimiento á seres adaptados á funciones distintas. De la misma manera, las Amonitas, tales como los *Pinacoceras*, en quienes la línea de sutura ha adquirido un grado elegante de complicación, que excede sin duda á la de todas las demás ramas de los Cefalópodos, se han extinguido al fin del período triásico, sin perpetuarse en las ramas con tabiques más simples del principio de los tiempos Jurásicos.

«Al lado de la ley de irreversibilidad, conviene dar un lugar interesante á una idea por demás antigua que ha tomado nuevo brillo con los escritos recientes de Rosa: queremos hablar de la ley de *reducción progresiva de la variabilidad*. Hæckel había ya mostrado que los grupos en vía de extinción no producen ninguna variedad nueva, y colocándose con Wallace en el terreno de la selección darwiniana, se debería admitir que las probabilidades de supervivencia de un tipo, están en razón directa del número de variedades favorables que puede producir. Rosa establece que toda serie de formas especializada en un sentido está abocada á la extinción, porque estas formas no se hallan en estado de variar suficientemente. Es del todo exacto que el número y la extensión de las variaciones disminuyen á medida que la especialización aumenta. La paleontología puede suministrar numerosas pruebas. El gran grupo de las Trilobitas, que se extinguió al fin de los tiempos Primarios, no cuenta, á partir del Carbonífero, sino una sola rama, la de los *Phillipsia* que se perpetúa hasta el Pérmico, no dando sino mutaciones ó variaciones insignificantes. Los Braquiópodos de la familia Espiriferidos, tan brillantemente representados en los tiempos Primarios, no cuentan sino uno ó dos pequeños géneros, al fin de su existencia en el Lias, *Spiriferina* y *Suessia*, de formas poco variadas. Los Cefalópodos tetrabranquios, cuyas formas variadas al infinito eran el ornato de los mares silúricos, pierden ya la mayor parte de sus ramas á partir del Devónico, y no cuentan desde el fin del Trías sino conchas *nautiloides* de un tipo tan uniforme, que los paleontólogos han tenido dificultad de distinguir especies entre ellos. En los Vertebrados, el fenómeno es también muy frecuente. La rama de los *Dinotherium*, por ejemplo, evolucionó en Europa á través de la sucesión de los tiempos miocenos, sin más variación que un aumento regular de talla, á tal punto, que toda distinción específica sería imposible fuera de este carácter. Se podrían hacer otras muchas notas análogas para diversos grupos extinguidos ó en vías de extinción: por ejemplo, en los Paleotéridos, los Tapiridos, los Oreodóntidos, los Anoplotéridos, los Hienodóntidos, etc. Es preciso, sin embargo, reconocer que la ley de Rosa constituye, en cierto sentido, un círculo vicioso; porque sería muy fácil pretender que las ramas llegadas hacia el fin de su duración geológica varían muy poco, porque precisamente están en vía de extinción.

«Así comprobamos que la duración de la existencia de las ramas filéticas no es *indefinida*, como lo pedía la lógica de la hipótesis de Darwin, y como lo ha

sostenido Weissman en una época reciente. Esta *limitación* se ejerce bajo la influencia de varias leyes naturales puestas en juego: la exagerada magnitud del cuerpo, la hipertrofia ó la especialización muy acentuada de ciertos órganos, la irreversibilidad de la evolución, en fin, en cierta medida quizá, la reducción progresiva de la variabilidad. Se debe también considerar que cada rama filética recorre una especie de *carrera* geológica, en la cual se puede distinguir una fase de *juventud*, una fase de *madurez* y, en fin, una fase de *senectud* ó de degeneración, preparando la extinción del tipo. Podemos desde ahora, al menos para algunos grupos, comenzar á precisar y reconocer los caracteres de cada una de estas fases. Hyatt ha mostrado que, en el gran grupo de los Nautilidos, cada una de las ramas comienza por un estado de infancia, en que las cámaras sucesivas de habitación constituyen una concha recta ú *Orthoceracone*; después viene un estado de adolescente, en el cual la concha es más ó menos encorvada, formando un *Cyrtoceracone* ó un *Gyroceracone*; en seguida un estado adulto, en donde el arrollamiento de las cámaras da una concha espiral ó *Nautilocone*; en fin, en un estado senil, se manifiestan fenómenos de desarrollamiento ó arrollamiento asimétrico, como lo hemos visto para las Ammoneas. Importa sólo no olvidar que estos estados se producen en épocas distintas para cada rama, de tal suerte, que se encuentran conchas rectas ú *Orthoceracones*, refiriéndose á diferentes ramas, desde el Cambriánico hasta el Trías.

«Para las conchas de las Ammoneas, la evolución del arrollamiento pasa igualmente por estados de juventud, madurez y senectud, que se encuentran casi semejantes en las innumerables ramas de este grupo. Hyatt ha dado el nombre de *Bactriticones*, á las conchas rectas, tales como las *Bactrites*; el de *Mimoceracones* á las conchas ligeramente arrolladas del tipo *Mimoceras*; el de *Ammoniticones* al estado adulto normal caracterizado por un arrollamiento espiral apretado; en fin, el nombre de *Torticones*, á todos los casos seniles de arrollamiento asimétrico.

«Se sabe, desde hace largo tiempo, que la evolución de la línea de sutura permite, igualmente, establecer, en las Ammoneas, estados de complicación creciente, que se encuentran en épocas distintas en todas las ramas.

«En los Vertebrados, observaciones análogas han sido hechas en diversos grupos, por ejemplo, en los peces Ganoides. Los tipos primarios de este orden presentan caracteres de juventud que se traducen por una osificación nula ó muy poco avanzada de la columna vertebral, que queda blanda y al estado de tejido embrionario. Un poco más tarde, en la época liásica, la osificación invade poco á poco las vértebras, y hacia mediados de los tiempos Jurásicos, la familia de los Leptolépidos tiene una columna vertebral osificada, semejante á la de nuestros peces óseos actuales. Los Anfibios presentan, por su parte, en las épocas Carbonífera y Pérmica, estados de osificación, de hecho comparable á la de los Ganoides.

«Es igualmente posible indicar en los mamíferos terciarios, especialmente en los caracteres craneanos, estados primitivos que se pueden oponer á otros esta-

dos de especialización más avanzada ó estados seniles. Estos caracteres primitivos ó arcaicos, que se encuentran paralelamente en grupos de hecho independientes, son, entre otros, los que siguen: 1.º, los huesos craneanos son distintos ó únicamente reunidos por suturas; 2.º, el perfil longitudinal de la cabeza es deprimido y rectilíneo, poco ó nada ascendente atrás, hacia el occipucio; 3.º, el hocico alargado y los huesos nasales bien desarrollados se articulan con los premaxilares; 4.º, la órbita está abierta atrás y comunica con la fosa temporal; 5.º, la región frontal y parietal es lisa, desprovista de crestas salientes, de cuernas ó de cuernos; 6.º, la cavidad glenoide de la articulación de la mandíbula es poco profunda y permite movimientos en todos sentidos; 7.º, las dos ramas de la mandíbula están unidas por ligamentos, en lugar de ser soldadas. Los estados seniles naturalmente responden á caracteres opuestos: huesos del cráneo soldados; perfil de la cabeza elevado atrás; huesos nasales acortados; órbita cerrada; presencia sobre el cráneo de crestas salientes, clavijas, cuernos ó cuernas; movimientos de la mandíbula limitados; ramas de la mandíbula soldadas en junto. Importa no olvidar que, lo mismo que para los Nautilidos, estos estados de desarrollo no se muestran en todas las ramas, en el mismo momento de su *carrera* geológica; siendo esencialmente variable, según los grupos, la velocidad de la evolución. Así es que el *Hyras* ó *Damán* actual, posee un cráneo de hecho primitivo, comparable, como grado de evolución, al cráneo de varios pequeños Ungulados de los tiempos Eocenos. Se vé cuán expuesto sería cometer grandes errores, si se quisiesen utilizar estos estados de evolución, así como lo ha propuesto Gaudry, como un criterio, autorizando por sí solo determinar la edad absoluta de los animales fósiles.

«Así, la evolución general del mundo animal se nos presenta como constituida por un haz innumerable de ramas filéticas, evolucionando paralelamente y sin confundirse, durante una serie más ó menos larga de períodos geológicos. Cada una de estas ramas termina con variable velocidad en mutaciones de gran talla y con caracteres muy especializados, que se extinguen sin dejar descendientes. Cuando una rama desaparece por extinción, es, por decirlo así, substituida por otra rama de evolución hasta entonces más lenta, que atraviesa á su vez las fases de madurez y senectud que deben conducirlas á su fin. Las especies y los géneros de la naturaleza actual representan aquellas ramas que no han llegado aún á las fases seniles; pero se puede prever que algunas, entre ellas los Elefantes, las Ballenas, el Avestruz, etc., se aproximan á esta fase final de su existencia. El mecanismo de la extinción de las especies se nos comienza, pues, á aparecer con cierta claridad.»

*
* *

Leyendo las interesantes páginas de «La Historia de la Tierra,» por Launay, encuentro preciosas apreciaciones aplicables en cierto grado á la región considerada en el presente escrito, que no podré desarrollar del todo, por falta de espacio.

En el capítulo relativo á la evolución de la estructura terrestre, se analizan las causas que han promovido las deformaciones que le son anexas y sus diversos caracteres, aunque recurriendo á la hipótesis para explicarlas. En una palabra, á las modificaciones del relieve, que paulatina ó repentinamente se han ido efectuando y las cuales han sido la resultante muy compleja de una serie de movimientos orográficos, que han determinado cada vez nuevos salientes y nuevas fosas, destinados los primeros á ser enseguida destruídos, por una erosión constante que tendía á llenar las segundas con sus restos. Dichos movimientos han hecho surgir cordilleras tan poderosas como la de los Alpes, en el antiguo Continente, y en el Nuevo la de los Andes, en el emplazamiento de los antiguos mares.

Semejantes transformaciones, que asombran por lo pronto, en la historia geológica de la tierra, como dice el autor, «tanto como la comprobación de la existencia de plantas tropicales que han vivido antes en los polos, la de los renos y mamouths, recorriendo países muy retirados de ellos, como el centro de Europa, y que no tienen en sí mismas nada de hipotéticas.»

Así, vemos, en la región considerada, capas plegadas y dislocadas conteniendo fósiles marinos, levantados á centenares de metros de altura, en un principio depositados en capas horizontales de un mar profundo; no quedando, por lo tanto, lugar á duda del movimiento que lo ha efectuado. Pudiera creerse que en ello hubo uno sólo de gran magnitud que desalojó de un golpe y en definitiva el mar que la ocupaba.

Mas no, ciertamente, si como lo juzgo probable, los sedimentos marinos, no son en rigor contemporáneos; pues aunque comprendidos todos, ó al menos los que se vieron, en los del período cretácico, dentro de sus límites corresponden quizá á distintos horizontes.

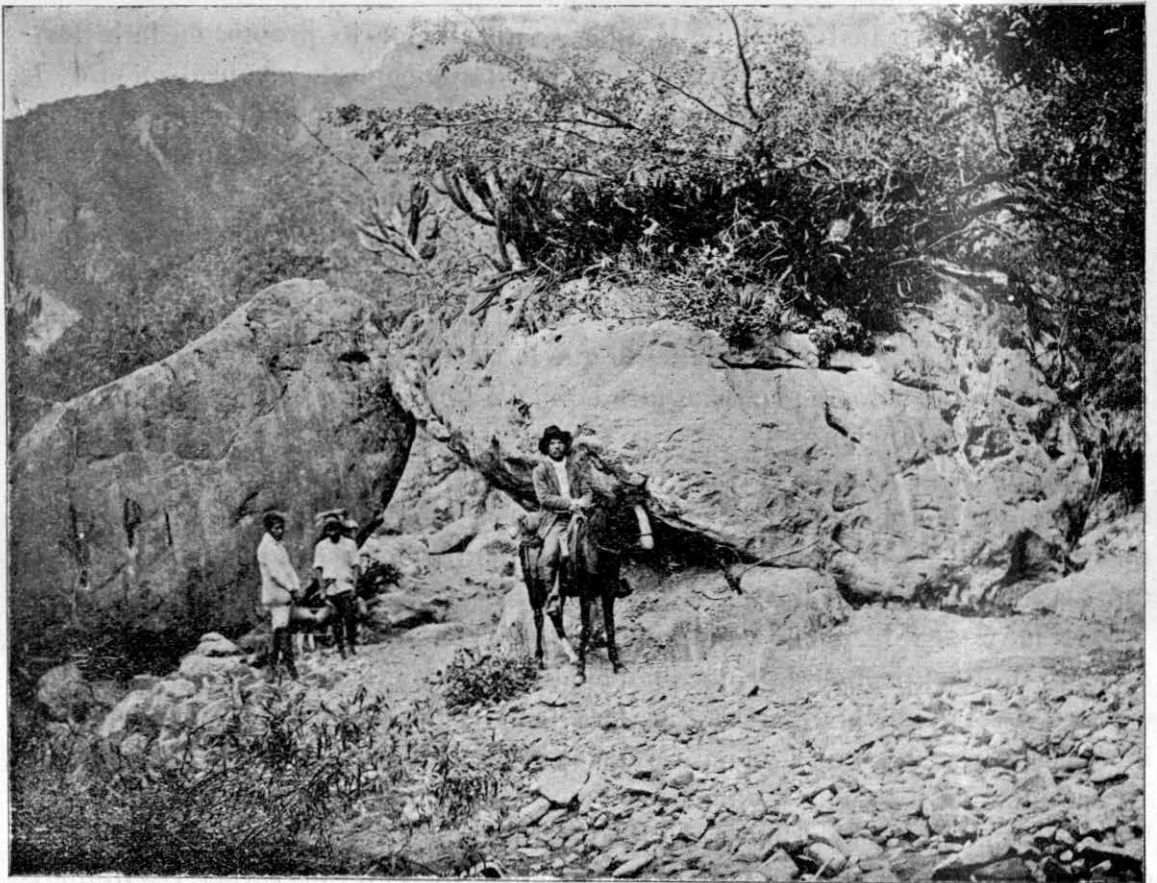
Es muy posible, por lo tanto, que, así, como en otras partes, las oscilaciones de nivel de la superficie la colocaban en distintas condiciones y las que, en todo caso, se revelan por la diversa naturaleza de los depósitos; que si en el fondo son idénticos, ofrecen, no obstante, diferencias bastante sensibles que determinan su separación: así, los de las montañas son unos y otros los de las cañadas. En aquellas, el impulso fué el primero, vertical y directo; en éstas, posterior, horizontal é indirecto, revelándose, en todo caso, por el contraste de los caracteres litológicos de sus respectivas rocas.

Pudiera, sin embargo, ser más aceptable que la expresada formación fuese totalmente sincrónica y que las diferencias geognósticas que ofrece en los *altos* y *bajos*, dependa de una variable acción mecánica.

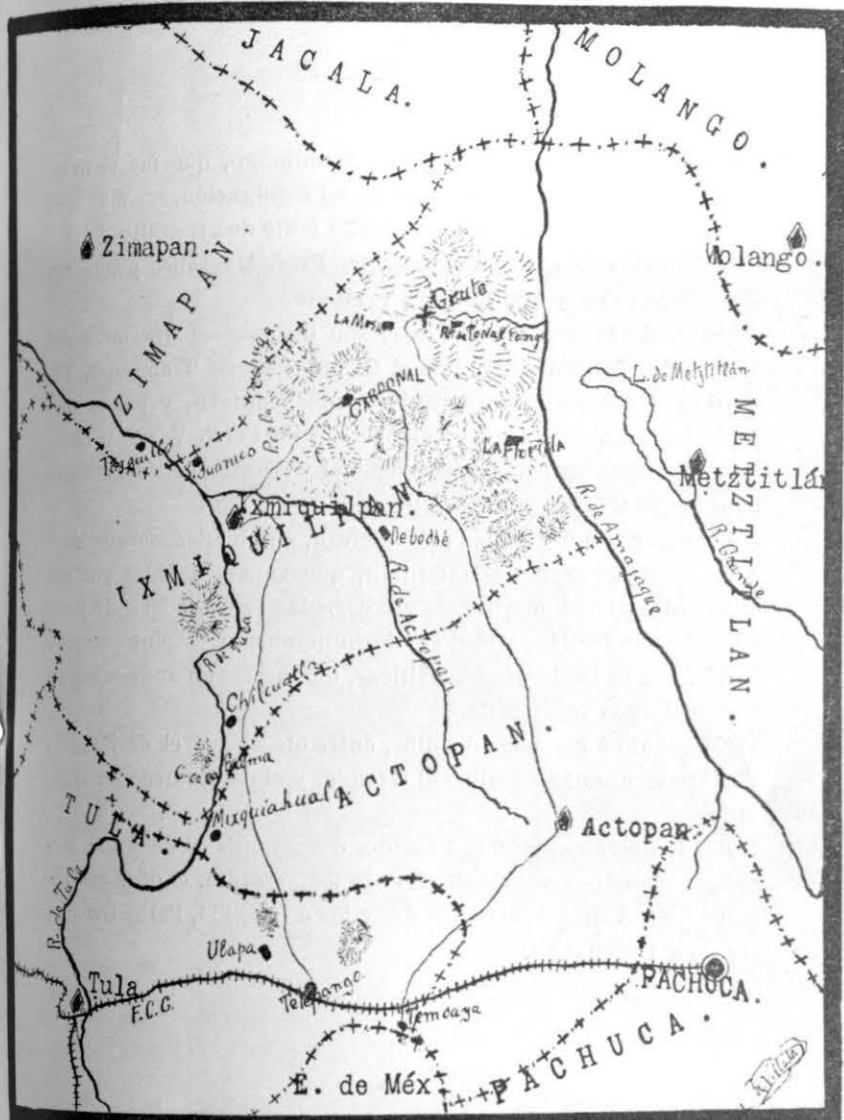
Así, en los primeros, las capas, al levantarse, soportaron simplemente en dirección de la gravedad su propio peso, al menos en ciertas partes; mientras que en los segundos sufrieron por su plegamiento una enorme compresión lateral que á lo largo de ciertas líneas acabó por quebrantarlas, formándose de esta suerte las cañadas ó barrancos.

Museo Nacional, Julio 15 de 1908.

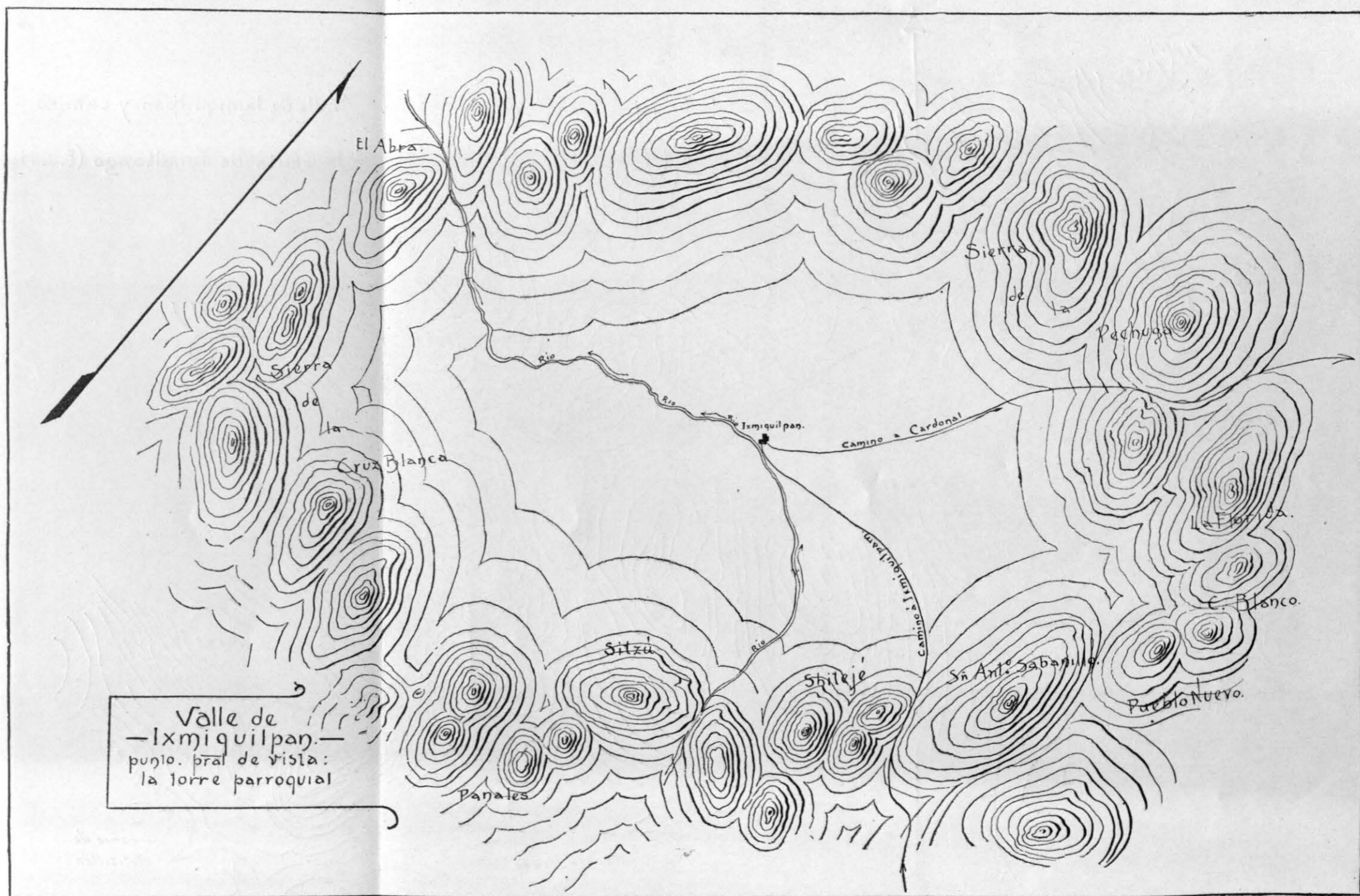
Manuel M. Villada.



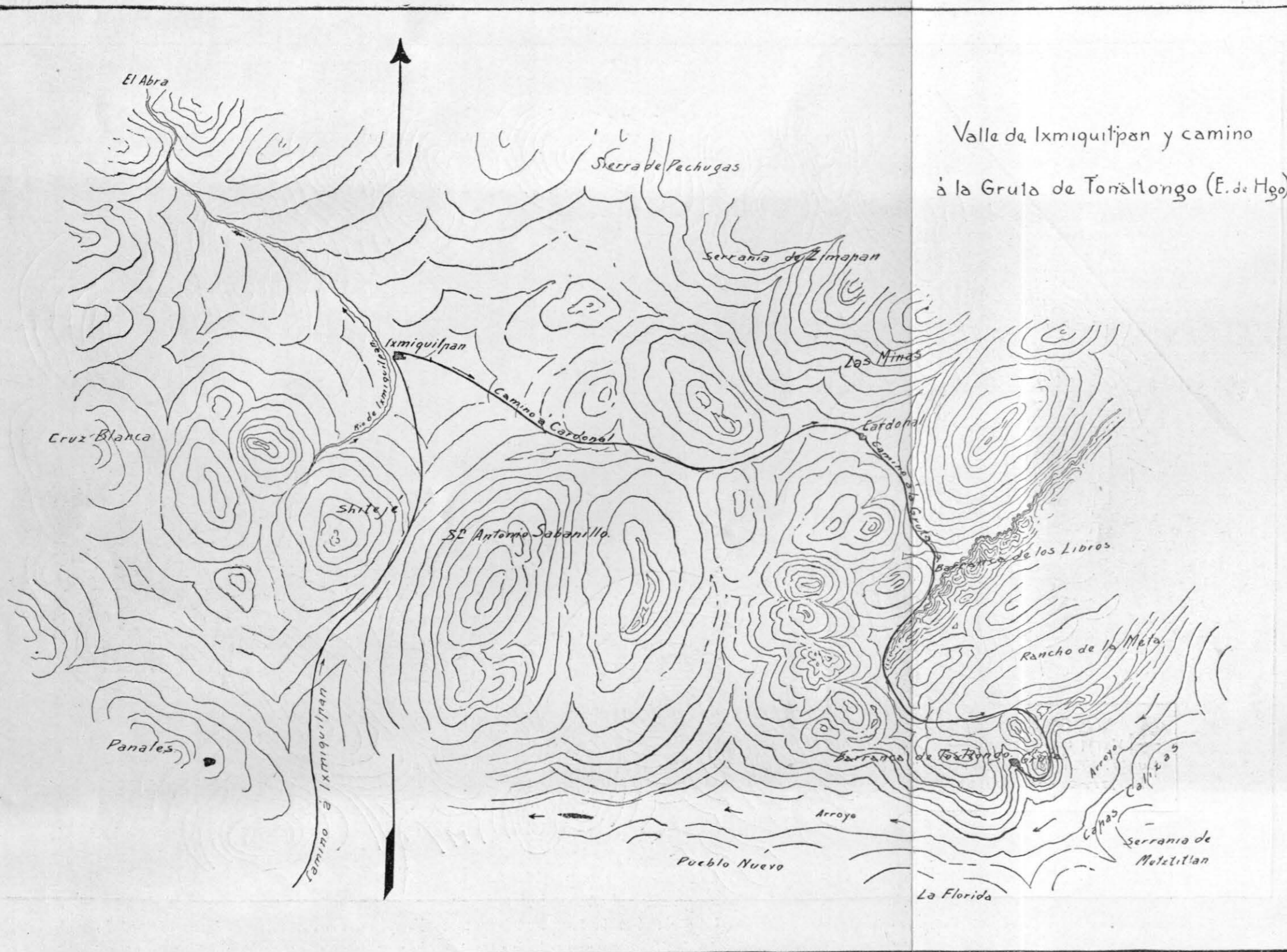
Un caos en el fondo de la barranca de Tonalongo.



Croquis de la región del Estado de Hidalgo, en que se halla la gruta de Tonaltongo.



Valle de Ixmiquitpan y camino
à la Gruta de Tonaltongo (E. de Hgo)



NOTAS

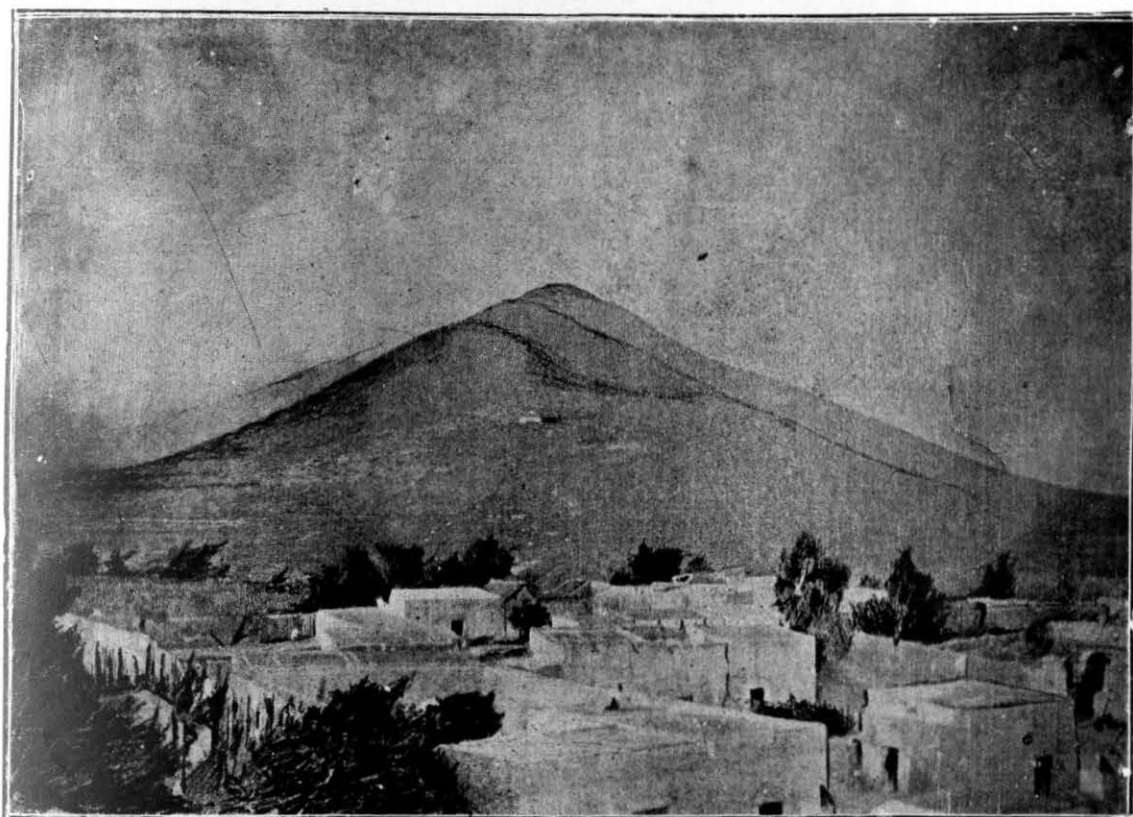
Cábeme la duda de si la palabra Tonaltongo, que fué el nombre que constantemente oí decir en mi exploración, sea más bien Tolantongo, adoptada en un pequeño texto de geografía del Estado de referencia, escrito por el Sr. Prof. Manzano, y que tan sólo advierto para que se tenga presente.

Fuera de la gruta que visité, son de mencionarse otras del mismo Estado. En Atotonilco el Grande, las de Tianguillo, Tezontle y Sanctorum, que atraviesa una montaña, y por la que pasa el río Amajoque. En Actopan, las de Cerro Verde y Nejamay. En Molango, la de Tecamachal y Mecapala. En Zacualtipan, las de Cuevas y Texcatetl.

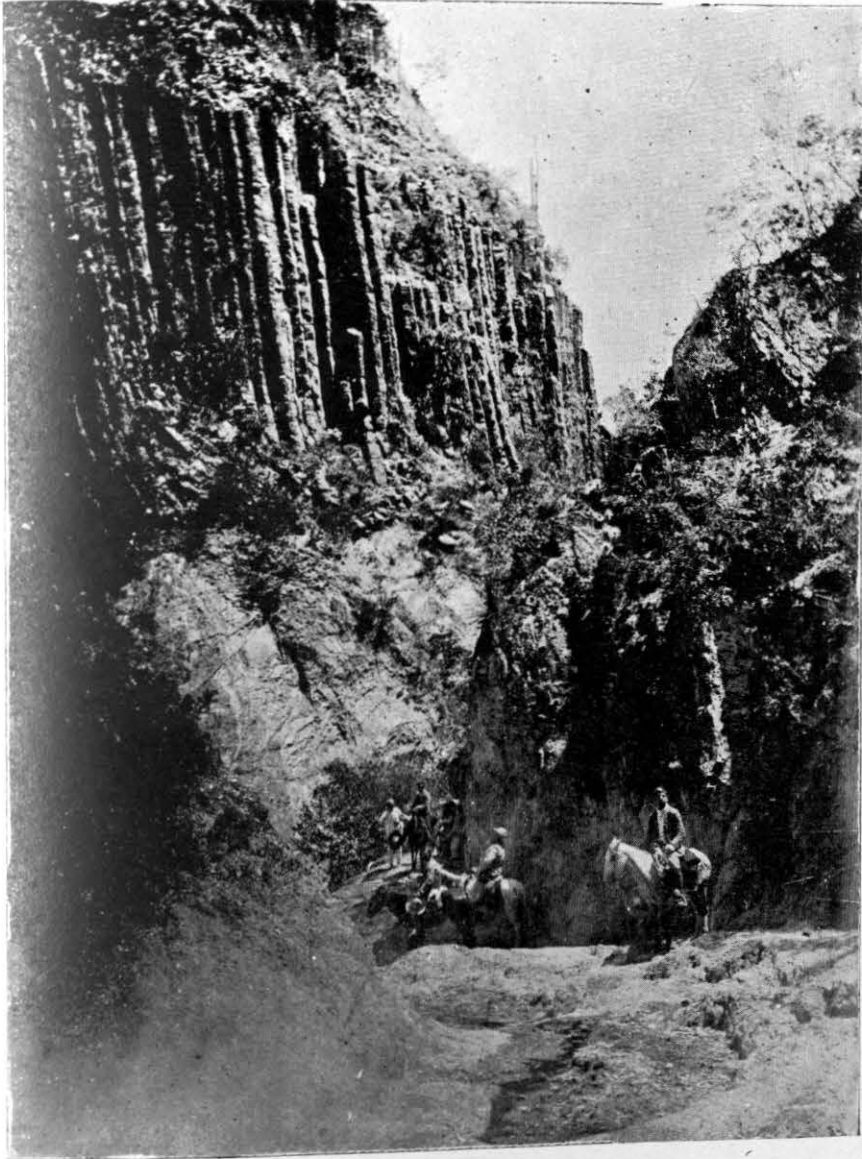
De cuencas ó barrancas por fractura, en idénticas formaciones como la presente, la de Metztilán, que supera á todas por sus extraordinarias dimensiones, y recorrida por el río Grande y sus afluentes; la Izatlán, por el río de su nombre, y la pintoresca de Regla, con sus columnas basálticas, dispuestas en anfiteatro, en donde el agua se despeña.

En cuanto á cascadas ó saltos, entre otros más, el de Bandala y el Carmen, en Atotonilco el Grande, y el de Manteco en Huejutla.

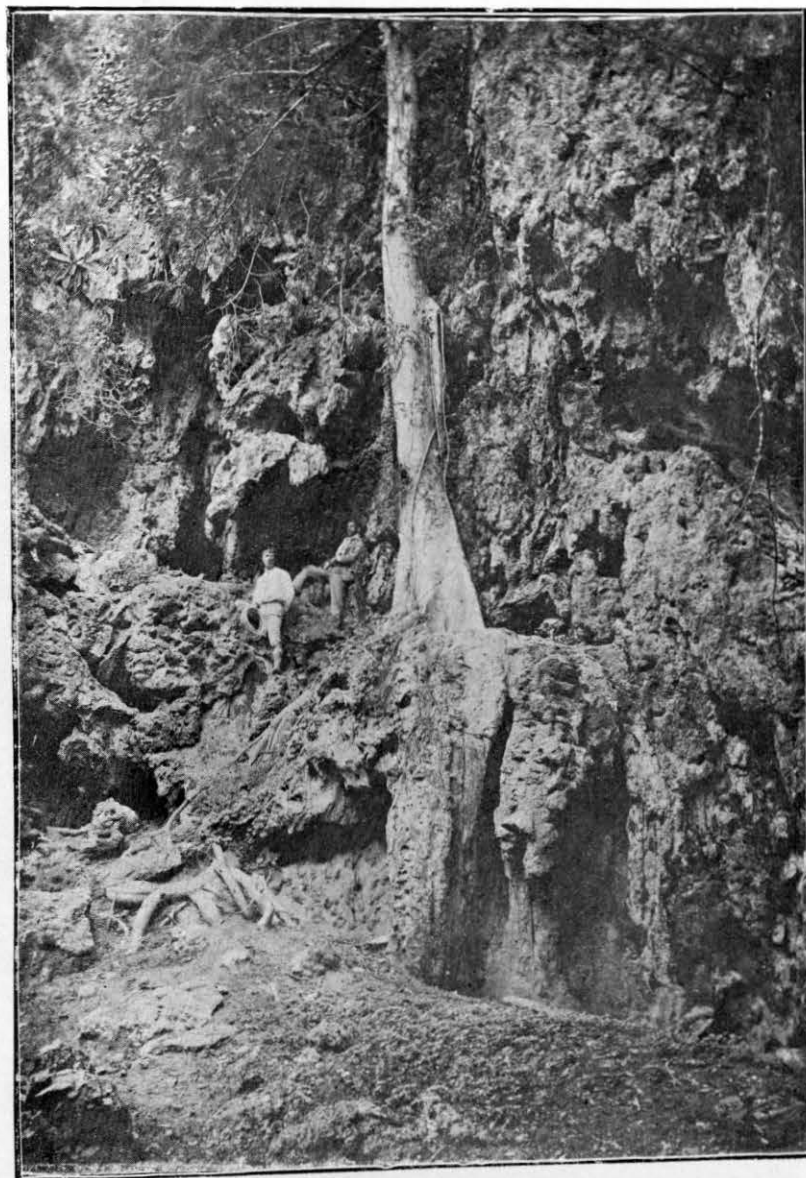
Por lo que toca, en fin, á fuentes ó manantiales de aguas termales, son notables, por su elevada temperatura, el de Aguascalientes, en Atotonilco el Grande, y los de Taxidó, Pathé Grande, etc., en Huichapan.



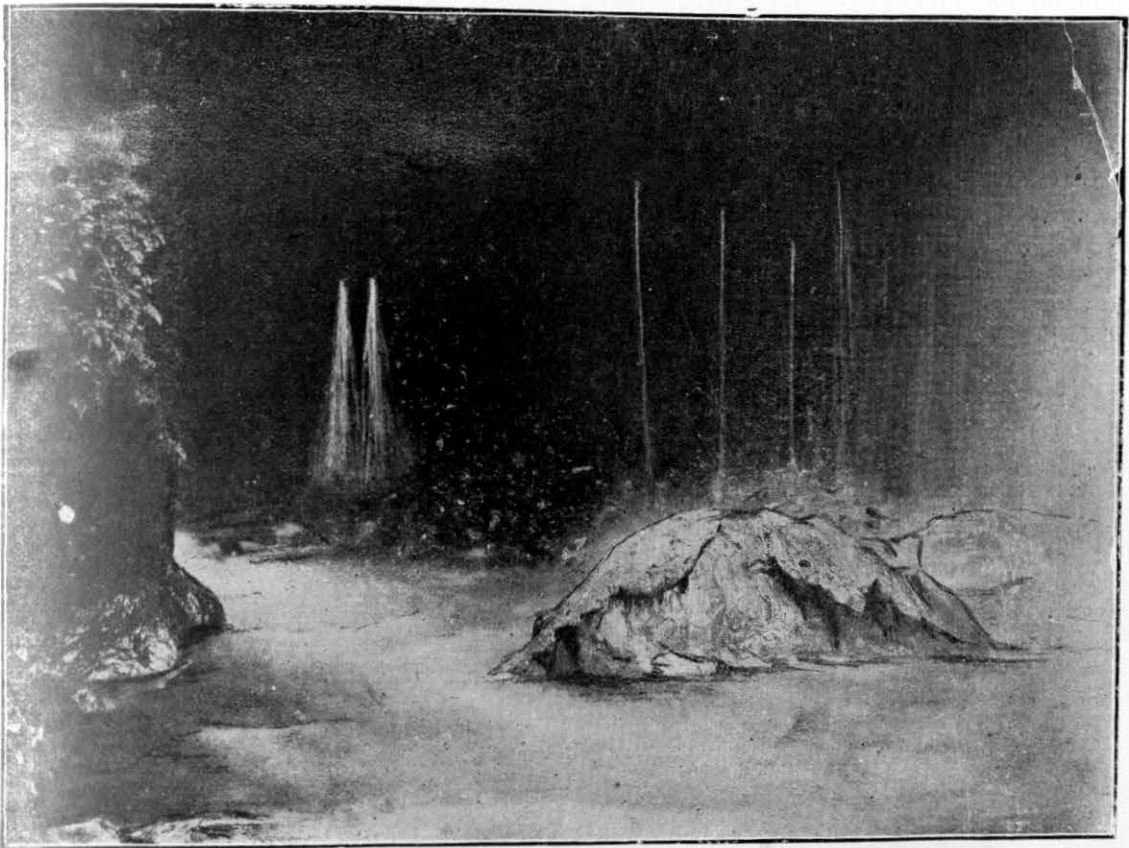
Vista panorámica del Cardonal y cerro de "Las Minas."



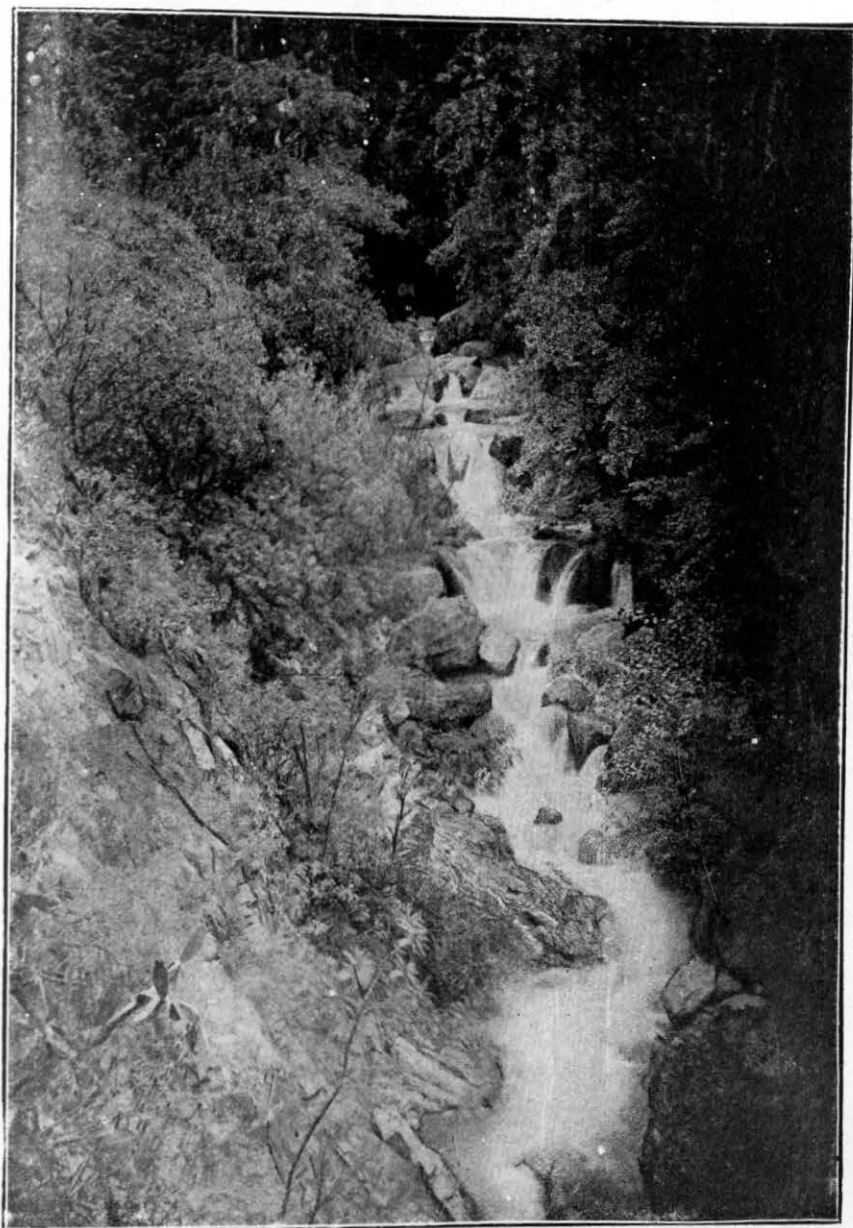
Grupo de columnas basálticas en la barranca de "Los Libros."



La gruta vista de lado y cerca de la boca.



La gruta vista frente y cerca de la boca.



Raudal que sale de la gruta.



Vista general de la barranca de Haredones y cordillera limitrofe.