Despues de haber mencionado el carácter mineralógico y algunas otras particularidades de las montañas que se observan en todo el camino que recorrí, voy á hacer su estudio geológico con el fin de determinar las épocas relativas de su formacion y de los fenómenos que las han alterado.

Clasificadas por su orígen las rocas que forman las montañas citadas y los valles intermedios, pueden distribuirse en los grupos de las rocas sedimentarias, ígneas, y metamórficas.

Al primero pertenecen las tobas, margas, arcillas, &c., de los terrenos de aluvion, así como la caliza estilaticia, aunque esta se coloca mejor en el subgrupo de las rocas de orígen químico.

En otros puntos del Valle de México y en diversas y numerosas localidades, he tenido ocasion de estudiar las formaciones aluviales que cité al principio. Es muy comun encontrar en nuestro país esos depósitos lacustres formados por los detritus de las rocas volcánicas que tanto abundan en México. Esos depósitos que se formaron sin duda en el período posterciario, que precedió á la edad actual, están colocados sobre las masas metamórficas é ígneas que cierran las cuencas y limitan los valles, tanto en la mesa central como en otras regiones de la República. Su posicion relativa y los restos fósiles que contienen, determinan con bastante exactitud el período de su formacion, y que como dije ántes, fué el posterciario ó último del tiempo cenozoico. Al hablar de estos valles de aluvion, es de notarse la diferencia tan notable de nivel que existe entre los de México y de Cuernavaca, que solo están separados por la cordillera del Ajusco.

Probablemente que al cerco de montañas que tiene el

primero, es debido ese resultado, pues ademas de haber contribuido con su levantamiento para formar una base elevada en un principio han encerrado grandes depósitos de agua en el período posterciario; depósitos que han acumulado numerosos lechos detrúiticos, á los cuales aun no se les encuentra el fondo, en las perforaciones artesianas que se han hecho en las cercanías de esta capital y que se han llevado hasta la profundidad media de 200 metros. En cuanto á las estalactitas y estalagmitas, que como dije ántes, pertenecen á las rocas de origen químico, pueden haberse formado en épocas muy diversas, desde el período á que corresponde la formacion de la caverna hasta la edad actual, sin que su tamaño y espesor puedan darnos alguna idea sobre su antigüedad relativa porque su crecimiento varía con la actividad de las filtraciones que las producen, con la ley salina de las mismas, con las circunstancias meteorológicas á que están sujetas, &c. Basta dejar de ver por algun tiempo algunas de nuestras minas abiertas en formaciones calcáreas, para encontrarlas despues inconocibles por los adornos que han adquirido durante su abandono. En las grutas mismas se ven esos cambios de decoracion en un corto espacio de tiempo. Buffon, que visitó y estudió las grutas de Arcy, quedó admirado á los 19 años que volvió á verlas, de los cambios extraordinarios que habian sufrido. Es bastante curiosa la formacion de una estalactita; al principio las primeras gotas de agua dejan un pequeño anillo calcáreo al cual se sobreponen otros hasta que se forma un tubito por donde sigue pasando el agua; cuando las paredes interiores de este se han engrosado por la adicion de nuevas capas, la corriente se desliza por la superficie exterior, adquiere mayor velocidad y el crecimiento de la estalactita se acelera. Al partir de ese período comienzan á formarse las ondulaciones y demas irregularidades que afectan cuando están suficientemente desarrolladas. Es muy comun encontrar en las estalactitas, ese tubo primordial y las zonas ó capas cilíndricas que se le sobreponen; otras veces se encuentra algun objeto que ha servido de mucleo, y entónces el crecimiento es mas rápido y comparable al que se nota en los frutos y otros cuerpos sólidos que se sumergen en las aguas calcáreas y que en poco tiempo se revisten de capas de caliza estilaticia.

A las rocas metamórficas debemos referir las pizarras arcillosas, la vacía y las masas calcáreas que comienzan á mostrarse en la barranca de Colotepec y continúan hasta Cacahuamilpa y sus inmediaciones. Esas masas, que en un principio fueron tambien sedimentarias se encuentran trastornadas y removidas en diversas direcciones por la accion de las rocas igneas; el calor de estas las hizo sufrir un principio de cristalizacion, que se hace notable en algunos bancos que han pasado al estado de caliza granuda.

Para clasificar cronológicamente esas masas calcáreas las revisé con bastante cuidado para ver si encontraba en ellas algunos restos fósiles que determinasen la época de su formacion. No habiendo encontrado al principio, y valiéndome solamente de los caractéres litológicos, que eran idénticos á las de otras masas que habia estudiado en varias localidades, las consideré como pertenecientes al tiempo mesozoico. Esta clasificacion la confirmé á pocos momentos con la presencia de algunas conchas de nerinea que encontré incrustadas en una roca que se halla en la cañada de Limontetla. A este hallazgo se sucedieron otros, pues en la cañada en que salen los dos rios de que hice

mencion, encontré restos de grifeas y de cranias y en las cercanías de la hacienda de Cocoyotla recogí otras conchas que parecen pertenecer á la nerinea geroglífica, y algunas mas de otra especie que encontré en las montañas de la Sierra Gorda. En la caliza de Cocoyotla se hayan tambien algunos restos de vermetus y de hippurites. La presencia de la nerinea geroglifica determina en Europa las formaciones jurásicas; pero los hippurites pertenecen al período cretáceo. El valor cronológico de este género es tal vez mas importante que el de la especie anterior. Ultimamente he visto otros hippurites traidos por mi amigo D. Juan Cuatáparo quien los recogió en una formacion caliza de Yautepec que pertenece tambien al Estado de Morelos y está relacionada y es idéntica á la de Cocoyotla. Esa mezcla de fósiles que son tan abundantes en las formaciones jurásicas, como las grifeas, cranias y nerineas, con los hippurites y algunos escafites y ancicloceras que he encontrado en iguales circunstancias en la Sierra Gorda, me hacen considerar la caliza en cuestion como perteneciente al fin del período jurásico y principio del cretáceo, pues participa á mi juicio, de los caractéres paleontológicos de ambos.

Siempre que he tenido que mencionar en mis estudios sobre las rocas del país, la formacion calcárea de que me ocupo, he llamado la atencion sobre las vastas extensiones que ocupa y á lo dicho anteriormente sobre el particular debo añadir las observaciones que hice en mi viaje de Cacahuamilpa. Las rocas mesozóicas de México se encuentran, segun lo reconocido hasta hoy, en los Estados de Veracruz, Hidalgo, México, Morelos, Guerrero, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes y Chihuahua. Las numerosas huellas que dejaron los mares

mesozóicos en el lugar que hoy ocupa el territorio mexicano nos manifiestan que el aspecto físico de este, fué muy diferente en aquel tiempo geológico, del que nos presenta en la edad actual.

La mayor parte de las grutas conocidas en el antiguo continente se encuentran en terrenos mesozóicos; en México puede asegurarse que estos tienen la misma particularidad, pues no es la caverna de Cacahuamilpa, el único caso que podemos mencionar. En un estudio que publiqué sobre la geología de Querétaro, en cuyo Estado encontré formaciones jurásicas y cretáceas como manifesté ántes, cité la gruta de los Tecolotes, las bóvedas de Santa Inés y los rezumaderos del Valle de Chavarría que se hallan sobre la formacion referida. Estos rezumaderos deben estar unidos entre sí por grandes galerías subterráneas, pues las corrientes que forman las aguas pluviales desaparecen en ellos con mucha rapidez. Me han dado tambien noticia de las grutas siguientes que se encuentran en terrenos jurásicos y cretáceos, segun la opinion de la personas que me las han mencionado.

Gruta de Zinacaltipan, en terreno calcáreo, distrito de Chicontepec, Estado de Veracruz. El Sr. D. Jesus Manzano, me ha asegurado que á inmediaciones de la gruta hay algunos pozos naturales, por donde dicen que salen corrientes de aire.

Gruta de Puente de Dios, en el Estado de Hidalgo.

Gruta de Nejamay, en el propio Estado y en el distrito de Actopam. Los fósiles que se hallan en sus rocas, son los que he citado ántes y de los cuales conservo algunos ejemplares. Segun el mismo Sr. Manzano, esta gruta tendrá 100 metros de longitud, 100 de latitud y 30 de altura Está adornada únicamente con estalagmitas.

Caverna de los Ortiz, en el Estado de Colima; una de las mas notables en el país, por sus dimensiones. Hay en su interior numerosas estalagmitas unidas á las estalactitas principalmente en el salon que llaman de los Portales.

El carácter mas general que presenta esta caliza mesozóica en nuestro país, es el desórden de sus lechos; en cualquiera parte que se la examine, se observan las huellas de los grandes movimientos y perturbaciones geológicas que sufrió despues de su formacion sedimentaria. Al buscar las causas que originaron esos trastornos, se encuentra desde luego la accion del fuego central de la tierra; pues los lechos calcáreos están bastante metamorfoseados, y los restos orgánicos que contienen se hallan en tal estado de alteracion que hace casi imposible su determinacion específica.

Las masas eruptivas que produjeron esos efectos, pertenecen principalmente á los grupos traquítico y basáltico. En la Sierra Gorda y en otros lugares aparecen los diques y bancos de los pórfidos traquíticos, levantando las montañas calizas y coronando su cúspide, con elegantes acantilados columnares. Los innumerables filones metalíferos que contienen esas montañas, prueban tambien los grandes y variados trastornos que han sufrido.

La consideracion de estos hechos nos puede servir de base para establecer algunas hipótesis sobre el orígen de la caverna de Cacahuamilpa y sobre la época geológica de su formacion. En efecto; cuando los lechos horizontales de caliza que habian depositado los mares, fueron invadidos por las masas eruptivas, perdieron su colocacion primitiva y al plegarse y removerse en todos sentidos, se fracturaron y ampollaron en diversas direcciones. Mas tarde las eyecciones de materias metálicas rellenaron al-

gunas de aquellas oquedades y se formaron las vetas: pero otras de aquellas, que tal vez estaban aisladas y no comunicaban con las grietas de eyeccion, pudieron quedar vacías y conservarse así, hasta la actualidad. Las dimensiones y forma de esas oquedades han variado despues por la filtracion de las aguas que lavando y disolviendo las superficies de las rocas han formado corrientes subterráneas que pueden ejercer acciones erosivas y sedimentarias.

Esta explicacion general de las oquedades que se hallan en nuestras formaciones mesozóicas puede aplicarse á la caverna que nos ocupa. No léjos de Cacahuamilpa he visto algunos crestones y otros accidentes que demuestran la formacion de oquedades y su ocupacion posterior por otras materias minerales. El hecho de existir en Taxco y en otros lugares vecinos, numerosos filones metalíferos no deja duda respecto de la generalidad de los fenómenos dinámicos y eyectantes en aquellos lugares, y por consiguiente bien puede admitirse, que en la montaña en que está la caverna se produjeron esas grietas, que no fueron todas ocupadas por las materias que vinieron mas tarde á formar los crestones referidos. Esta hipótesis para el orígen de la caverna de Cacahuamilpa creo que nada tiene de arbitraria si atendemos á la igualdad de caractéres de las rocas de la montaña en que se encuentra, con otras de la misma época, en que se ven claramente los fenómenos que afectan y á los cuales puede referirse la formacion de la grieta que dió orígen á la citada caverna.

Como dije ántes, los principales agentes del levantamiento de nuestras montañas mesozóicas fueron los porfidos traquíticos. Estas rocas hicieron su primera aparicion en el tiempo cenozóico, tanto en América, como en el antiguo continente; en nuestro país se encuentran generalmente aplicadas sobre los terrenos cretáceos y cubiertas por los aluviones posterciarios, por cuya circunstancia debemos referirlas al terciario ó primer período del tiempo cenozóico. Admitida esta cronología y tomando á esas mismas rocas como los agentes del levantamiento de la caliza mesozóica, debemos suponer con bastante fundamento que la caverna se formó en el período terciario.

Si bien en el camino que recorrimos no encontramos otras masas eruptivas que los basaltos de las cordilleras del Ajusco, no por eso debemos negar la existencia de los pórfidos traquíticos en las cercanías de Cacahuamilpa, por que en los aluviones vecinos observé grandes blocs de esa roca que por su figura puede creerse que no han rodado por largas distancias, y que su orígen no está muy lejano del lugar en que hoy se encuentran. Aunque no habia necesidad de buscar esas masas eruptivas aplicadas inmediatamente en el lugar mismo donde se encuentran sus efectos, porque estos se reconocen tambien á grandes distancias del lugar en que se presentan aquellos, he hecho esas explicaciones para alejar las dudas que pudieran ocurrir á algunos observadores sobre el mismo asunto. Por otra parte, debo advertir que algunas personas que conocen perfectamente el mineral de Taxco, me han asegurado haber visto allí grandes masas de pórfido principalmente en el cerro del Huitzteco.

Por el hecho de pasar dos rios por la masa de la montaña en que se encuentra la caverna, han creido algunas personas que el orígen de esta era debido al paso de una corriente de agua. Esta hipótesis poco satisfactoria se destruye si se atiende á la naturaleza de las rocas que forman la montaña, pues no se podria explicar de qué manera habia obrado el agua para producir aquella oquedad en una masa tan dura y en la direccion en que se encuentra. En rocas sueltas, y aun en otras de alguna consistencia se producen excavaciones, pero no del carácter del subterráneo que nos ocupa, y para formarse aquellas se han necesitado circunstancias especiales que no podriamos encontrar en Cacahuamilpa.

Si la caverna ha estado ocupada despues de su formacion por grandes depósitos de agua, se averiguará cuando se examinen cuidadosamente sus paredes, y las capas que forman su lecho, haciendo las excavaciones necesarias en estas últimas.

En una observacion rápida como la que yo hice solo pueden notarse los efectos erosivos é incrustantes de las aguas filtradas.

En resúmen; mi opinion sobre el orígen de aquella caverna se reduce á suponer que en el período terciario y por efecto de los pórfidos traquíticos se produjeron una ó varias oquedades, que por la accion de las aguas perdieron su forma y dimensiones primitivas, para formar el subterráneo que hoy se llama Gruta de Cacahuamilpa. Las observaciones detalladas que se hagan posteriormente, resolverán con mas fundamento el problema indicado. 1

En cuanto á los basaltos que vimos en nuestro viaje, creo que pertenecen á dos épocas diferentes de erupcion. Los mas compactos, que forman la masa principal de la cordillera del Ajusco, los he visto colocados debajo de las tobas posterciarias, sin que las capas de estas estén removidas, cuya circunstancia indica la prioridad de aquellos en el órden de formacion; pero las lavas basálticas del pedregal de San Angel, que están relacionadas á las que asoman en las cercanías de Tlalpam, las he visto en el rio de Tizapan extendidas sobre las mismas tobas, probando así que son mas modernas que estas últimas. En la misma cordillera del Ajusco he observado esos basaltos escoriosos y algunas lavas rojizas de la época actual. No es extraño en los terrenos volcánicos, y sí muy comun, el encontrar las huellas de erupciones sucesivas y de diversas épocas.

La cronología de las rocas que he citado, puede establecerse de la manera siguiento:

Primer grupo.—Vacia gris, pizarras arcillosas y caliza compacta, que corresponden al tiempo mesozóico.

Segundo idem.—Depósitos aluviales del tiempo cenozóico.

Tercero idem.—Masas ígneas, correspondientes algunas de ellas á ese mismo tiempo y otras á la edad actual.

Con el fin de señalar el órden de superposicion de esas rocas, he construido el corte geológico adjunto, en el cual he hecho abstraccion de algunos terrenos de aluvion superficiales, para dejar descubiertas las rocas que constituyen la masa principal de las formaciones citadas.

<sup>1</sup> Despues de escrito lo anterior, hablé con el Sr. ingeniero D. Teodoro Laguerenne, que ha dirigido algunas negociaciones mineras en Taxco, y melha dado la siguiente noticia que apoya mis citadas opiniones: «La formacion calcáreas en que está la gruta de Cacahuamilpa es de bastante extension y presenta muchas abras y resquebrajaduras de varias dimensiones. Muchas de ellas están comunicadas y facilitan el paso á las corrientes que forman las aguas pluviales. Es de citarse la desaparicion del agua que utilizaban en las haciendas de beneficio, que se hallan en la cañada de Atlistac, cuya desaparicion tuvo lugar la noche del 18 de Febrero de 1802, y dos dias despues, apareció un nuevo manantial al S. del pueblo de Platanillo, cuyo hecho prueba la existencia de las comunicaciones subterráneas ántes citadas. El levantamiento de aquellas montañas calcáreas puede atribuirse á las rocas porfídicas, cuyo centro de erupcion fué probablemente el cerro del Huitzteco, que está á 20 kil. de Cacahuamilpa.»