

tura excesiva. Darwin asegura, que en Santa Elena, casi todos los diques tienen los bordes vítreos.

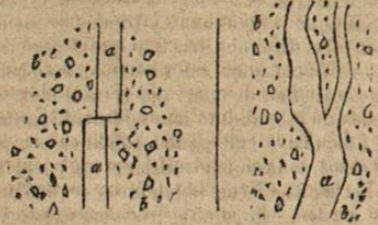
La roca que constituye los diques en la porción antigua como en la masa moderna del Vesuvio, es mucho más compacta que la lava común, porque la presión de una columna de materia fundida que llena una hendidura, excede con mucho á la de una corriente ordinaria de la lava, y esta presión empuja á los gases que dan origen á las celdillas.

Casi todos los diques del Vesuvio presentan una tendencia á dividirse en prismas horizontales, fenómeno que concuerda con la formación de las columnas verticales al través de los lechos horizontales de lava porque en dos casos las divisiones que dan origen á la estructura prismática, son perpendiculares á las superficies de enfriamiento.

PERIODO DEL NUEVO-PLIÓCENO.—VAL DI NOTO. Hemos hablado en otro lugar de las rocas ígneas asociadas á una gran formación marina, de caliza, arena y marga, en la parte meridional de la Sicilia, en Vizzini en particular y en otros puntos. En el seno de esta formación, que pertenece, como hemos manifestado, al período del Nuevo-Plióceno se observan lechos gruesos de ostras y corales que reposan sobre la lava y no se hallan en manera alguna alterados en el punto de contacto. En otras localidades se observan diques de rocas ígneas que cortan las capas fosilíferas, y han transformado las arcillas en un esquisto silíceo, cuyas hojas en el punto de unión se hallan encorvadas y divididas en gran número de fragmentos; las cercanías de la ciudad de Vizzini ofrecen un ejemplo de este género.

Las formaciones volcánicas del Val-di-Notto, se componen habitualmente de la variedad más ordinaria de basalto con ó sin olivina. La roca es algunas veces compacta, por lo común muy celulosa. Las celdillas suelen hallarse accidentalmente vacías, ya sea en los diques ya en las corrientes, y ciertas localidades presentan casos en que estas celdillas están llenas de espato calizo, de aragonito y zeolitas. La estructura de la masa es algunas veces esferoidea; en ciertas circunstancias, raras por cierto, es columnaria. Lyell asegura haber visto diques de lava vesicular y amigdalaria que atraviesan la toba marina ó peperino, al Oeste de la Palagonia; algunos de los poros de la lava están vacíos y otros están llenos de carbonato de cal. En tales casos se puede suponer que el peperino ha resultado de la caída de arena volcánica, de escorias y al mismo tiempo de fragmentos calizos arrojados por la explosión sub-marina; este fenómeno es semejante al que dió origen á la isla de Gratham (isla Julia), en 1831. Cuando la masa se hubo solidificado hasta cierto punto, se abrió una grieta, y la lava subió por hendiduras, cuyas paredes estaban perfectamente unidas y paralelas. Después de su enfriamiento, la materia en fusión que había obstruido la solución de continuidad, fue rota é impelida por un

DIQUES. Se observan también diques de lava vesicular y amigdalaria que atraviesan la toba marina ó peperino, al Oeste de la Palagonia; algunos de los poros de la lava están vacíos y otros están llenos de carbonato de cal. En tales casos se puede suponer que el peperino ha resultado de la caída de arena volcánica, de escorias y al mismo tiempo de fragmentos calizos arrojados por la explosión sub-marina; este fenómeno es semejante al que dió origen á la isla de Gratham (isla Julia), en 1831. Cuando la masa se hubo solidificado hasta cierto punto, se abrió una grieta, y la lava subió por hendiduras, cuyas paredes estaban perfectamente unidas y paralelas. Después de su enfriamiento, la materia en fusión que había obstruido la solución de continuidad, fue rota é impelida por un



Planos de diques cerca de Palagonia. a. Lava.—b. Peperino compuesto de arena volcánica mezclada con fragmentos de lava de caliza.

movimiento lateral como representa la primera de las dos figuras adjuntas.

En la segunda figura la lava presenta de una manera mucho más marcada el aspecto de una vena que se abrió paso al través del peperino. Es muy probable que observáramos los mismos accidentes si pudiéramos examinar el lecho del mar en aquella parte del Mediterráneo, á donde las olas han arrastrado recientemente la nueva isla volcánica; en efecto, cuando una masa de fragmentos ha sido arrebatada por la desnudación, puede esperarse encontrar cortes de diques al través de la toba, ó en otros términos, secciones de canales por las cuales la lava subterránea ha llegado á la superficie.

CAPITULO XXXI.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS. (Continuacion.)

PERIODO DEL ANTIGUO PLIÓCENO.—ITALIA. En Toscana, en Radicofani, Viterbo y Aquapendente, así como en la Campagna di Roma, se observan tobas volcánicas sub-marinas interstratificadas con las capas del Antiguo Plióceno de las colinas Sub-Apeninas, y no podría dudarse que han resultado de erupciones acaecidas en la época en que las margas conchíferas y las arenas de las colinas precedentes se hallaban en vía de formación. Esta opinión adoptada por Lyell y Murchison, tiene en su favor las pruebas presentadas por este último acerca del origen sub-marino de los volcanes más antiguos de Italia. Estas rocas son perfectamente conocidas por reposar en estratificación concordante con las margas sub-apeninas, y esto hácia el Sur hasta el Monte Mario, en los arrabales de Roma. En cuanto á la edad exacta de los depósitos del Monte Mario se conoce mejor hoy, gracias á un detenido estudio que han hecho de las conchas marinas fósiles de aquellos depósitos, Rayneval, Vanden-Hecke y Ponzá. Estos autores han comparado más de ciento sesenta especies á las conchas del Crag-Corallino del Suffolk, también descritas por Scarles-Woob, la relación específica que han encontrado entre los fósiles de Inglaterra y de Italia es tan estrecha, aparte sin embargo, de la distancia geográfica y de la diferencia de latitud, que no se puede vacilar en referir los dos depósitos á un mismo período, al del Antiguo Plióceno tal como se comprende en este tratado. Es muy probable que entre los traquitos más antiguos de Toscana y las rocas más modernas de las cercanías de Nápoles, es decir, entre el antiguo Plióceno y la Época Histórica, se encuentre una serie de productos volcánicos de todas las edades.

CATALUÑA. Los geólogos se hallan lejos de poder señalar á cada uno de los grupos volcánicos esparcidos en Europa un lugar cronológico preciso en la serie terciaria; pero vamos á describir como perteneciente probablemente á alguna división del período plióceno un distrito de volcanes apagados de las cercanías de Olot en Cataluña.

La totalidad de la superficie cubierta por los productos volcánicos en Cataluña no tiene más de 27 kilómetros del Norte al Sur y unos 10 kilómetros del Este al Oeste. Las salidas de erupción ocupan exclusivamente una faja estrecha que corre del Norte al Sur y sus ramificaciones se componen solamente de dos corrientes de lava, las de Castelfollit y Cellent.

El doctor Maclure, geólogo americano, ha sido el primero que ha indicado la existencia de estos volcanes y según la descripción que ha hecho de ellos la región volcánica debe extenderse unas veinte leguas cuadradas de Amer Masanet. Lyell afirma que en vano ha buscado en las cercanías de Masanet en los Pirineos vestigios de una corriente de lava.

Estructura geológica del distrito. Las erupciones se han verificado exclusivamente al través de las rocas fosilíferas constituidas por un gres gris y verdoso con conglomerato, así como por lechos gruesos de caliza nummulítica. El conglomerato contiene cantos rodados de cuarzo, caliza y lidiana. Este sistema de roca está muy desarrollado en Cataluña; uno de sus miembros es un gres rojo, al cual se halla subordinada la famosa montaña de sal de Cardona, considerada habitualmente como perteneciente á la época cretácea.

Cerca de Amer en el valle del Ter, hácia los confines meridionales del país se ven rocas primarias que consisten en gneis, micasquisto y esquisto arcilloso. Se dirigen siguiendo una línea casi paralela á los Pirineos, y han echado hácia los lados las capas fosilíferas que se inclinan al Norte y al Noroeste. Esta inclinación orientada hácia los Pirineos, se refiere á un eje distinto de elevación, y domina al través de la superficie; la inclinación de las capas es algunas veces de 40 á 50 grados.

Es evidente que la geografía física de la comarca no ha sufrido cambio material desde el principio de la era de las erupciones volcánicas, excepto los que han debido resultar de la introducción de nuevas eminencias de escorias y de corrientes de lava sobre la superficie preexistente. Si se supusieran lavas nuevamente en fusión, y saliendo de sus cráteres respectivos, descenderían por los mismos valles donde se les ve hoy y vendrían á ocupar aun los espacios que llenan actualmente. La única diferencia que existiría en la configuración exterior entre ellas y las lavas recientes, consistiría en la ausencia en estas últimas de quebradas y cualquier otra clase de erosión producida por las aguas.

Conos y lavas volcánicas. Se encuentran como unos catorce conos distintos con cráteres en esta parte de España, además de otros varios puntos de donde quizá han salido lavas; todos estos conos están dispuestos á lo largo de una faja estrecha que corre de Norte á Sur. La mayor parte de los más completos existen en las inmediaciones de Olot; algunos están representados en la figura 552, números 2, 3 y 5. La llanura en que está edificada dicha villa, resulta evidentemente de las corrientes sucesivas de lava que han partido de aquellos montecillos para descender á la parte inferior del valle, porque este tuvo en otro tiempo una profundidad más considerable como las demás depresiones longitudinales de la comarca inmediata. En la figura 552 se ha procurado hacer resaltar por medio de un sistema de sombras las diferentes formaciones geológicas de que se compone la comarca. Las montañas (n.º 1) que se perfilan en blanco en último término, son los Pirineos; consisten en rocas hipogénas y fosilíferas antiguas. En frente de estas montañas se ven las formaciones fosilíferas (n.º 4) sombreadas. Mas cerca del observador, las colinas 2, 3 y 5 son conos volcánicos, y el resto del paisaje está formado de cenizas y lavas volcánicas.

El Fluviá que corre cerca de la villa de Olot ha cortado en una profundidad de 12 metros solamente las lavas de la llanura que hemos mencionado. El lecho del río es un basalto duro, y en el puente de Santa Magdalena, se observan dos corrientes muy distintas de lava sobrepuestas una á otra y separadas por un lecho horizontal de 2 m. 43 de espesor.

En otro punto al Sur de Olot, la superficie unida de la llanura está interrumpida por un montecillo de lava llamado el *Bosque de Tosca*, cuya parte superior es escoriácea y se halla cubierta de grandes masas de basalto más ó menos porosas. Entre estas masas existen cavidades profundas que tienen el aspecto de cráteres pequeños. El todo se parece precisamente á ciertas corrientes modernas del Etna ó á la de Come, cerca de Clermont; esta última como el bosque de

Tosca, se halla cubierta de una vegetación pobre.

Algunos de los volcanes de Cataluña se hallan tan enteros como los de las cercanías de Nápoles ó de las vertientes del Etna. Uno de ellos llamado Montsacopa, (n.º 3, fig. 552) es de forma muy regular y presenta una depresión circular ó cráter en su cumbre. Se compone principalmente de escorias rojas que no se distinguirían de las de los conos pequeños del Etna. Las colinas inmediatas de Olivet (n.º 2) y de Garrinada (n.º 5) tienen una forma y una composición semejantes.

El mayor cráter de toda la comarca existe más al Este de Olot y se llama Santa Margarita. Tiene 137 metros de profundidad y cerca de quílometro y medio de circunferencia. Como Astroni, cerca de Nápoles, se le ve cubierto de una rica vegetación de árboles, y en el bosque que le cubre abundan diferentes clases de caza.

Aunque los volcanes de Cataluña hayan atravesado gres, esquisto y caliza, como los del Eifel en Alemania, que describiremos más adelante, existe una diferencia notable en la naturaleza de las eyecciones que componen los conos en estas dos regiones. En el Eifel, la cantidad de fragmentos de gres y de esquisto que han salido por los orificios volcánicos es tan considerable, que excede en volumen á las escorias, la ceniza y la lava; pero en los conos de las cercanías de Olot no se encuentran fragmentos de roca extraña.

Las arenas y cenizas volcánicas no están limitadas á los conos sino que han sido algunas veces dispersadas por el viento en la superficie total de la comarca, y después reunidas en los valles estrechos como se ve entre Olot y Cellent. La materia volcánica cineriforme



a. Conglomerato.—b. Listas delgadas de arena y escorias volcánicas.

y ligera, se halla en lechos delgados, regulares, exactamente como si hubiera caído sobre la pendiente del conglomerato sólido. Ninguna corriente, sin duda, ha pasado por el valle después de la caída de las escorias; de otra manera estas hubieran sido arrastradas en su mayor parte. Las corrientes de lava en Cataluña como en Auvernia, en el Vivarés, en Islandia, y en todos los países montañosos, presentan un espesor considerable á lo largo de los desfiladeros estrechos, pero se extienden en tablas comparativamente más delgadas en los valles más anchos. Cuando un río ha corrido sobre un suelo casi horizontal, como en la gran llanura de las cercanías de Olot, el agua no se ha abierto más que un lecho de mediana profundidad; pero si la pendiente ha sido considerable, la corriente ha abierto una zanja profunda para penetrar algunas veces siguiendo la dirección vertical al través de la parte central de una corriente ígnea, aunque más frecuentemente para introducirse entre las lavas y las rocas secundarias ó terciarias que rodean al valle, por ejemplo, en el puente de Cellent á 9 quílometros Este de Olot; se observa á la roca incandescente á lo largo de un arroyo pequeño; al contrario, rocas estratificadas inclinadas constituyen el lecho y la ribera opuesta. La parte superior de la lava de aquel punto, como la de las corrientes del Etna y del Vesuvio, es escoriácea; mas abajo se vuelve menos porosa y adquiere una estructura esferoidea á un nivel todavía inferior, se divide en placas horizontales cada una de unos 0m,050 y se presenta más compacta. En último lugar en la parte más profunda,

se encuentra una masa de basalto prismático de 1m, 50 de potencia. Muchas veces las columnas verticales reposan inmediatamente sobre las rocas estratificadas subyacentes; pero entre los dos sistemas existen á trechos arena y escorias como se observa que se esparcen en una comarca durante una erupción volcánica; estos depósitos si no estuvieran protegidos como lo están aquí por una lava que tienen sobrepuerta, serían muy pronto arrastrados de la superficie del suelo. Algunas veces el lecho del río contiene algunos cantos rodados y fragmentos angulares de rocas; otras veces es una tierra fina que ha debido constituir un antiguo suelo vegetal.

En varias localidades se observan lechos de arena y de ceniza intercalados entre la lava y la roca estratificada subyacente, por ejemplo, á lo largo de la corriente de lava que desciende de las Planas hácia Amer y se detiene á 3 quilómetros de esta villa. El río en este punto ha dividido muchas veces la lava y aun la caliza subyacente hasta una profundidad de 5m, 50. Algunas veces un aluvion de varios metros de espesor, se encuentra interpuesto entre las formaciones ígnea y marina. Es de interés observar que en todas estas masas ó en otras compuestas de cantos rodados por las aguas y que ocupan una posición semejante no hay fragmentos redondeados de lava, mientras que en los lechos de guijo mas modernos de los rios de esta comarca las piedras volcánicas abundan.

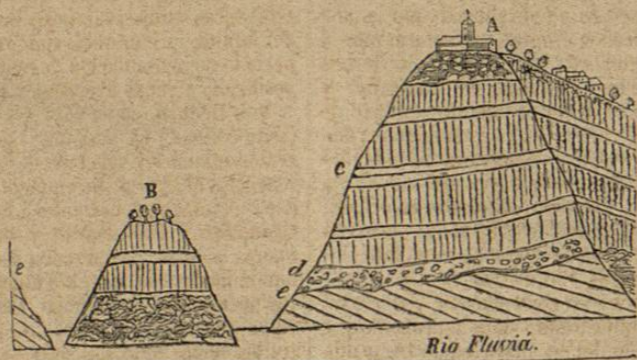
La excavacion mas profunda que Lyell dice haber observado en esta parte de España, y que ha sido producida por un río al través de una lava, se ve en el

fondo de un valle cerca de San Feliú de Pallerols. La lava ha llenado el fondo de dicho valle, y siguiendo su anchura, corre por una quebrada estrecha con una profundidad de 30 metros. En su parte inferior la lava presenta una estructura prismática. Sin duda se ha necesitado un tiempo considerable para abrir una quebrada tan profunda; pero actualmente hay motivos para creer que la corriente ígnea, en cuyo seno se ha abierto, data de una época mas antigua que las de la llanura de las cercanías de Olot. Por otra parte el declive del suelo y por consecuencia la velocidad de esta corriente han sido mas considerables, por lo cual en el mismo tiempo debió ser arrastrado un volúmen mayor de rocas.

Presentaremos un corte para manifestar el fenómeno volcánico de este distrito. Una corriente de lava ha partido de una cresta de colina al Este de Olot y descendido por una pendiente muy rápida hasta el valle del río Fluviá. Allí ha llegado primero al contacto del agua corriente que se ha apoderado de algunas porciones y puesto en descubierto la estructura interior produciendo un precipicio de unos 40 metros de altura, en cuyo borde se encuentra la villa de Castellfolit.

Por la union de los rios Fluviá y Teronel, la masa de lava ha sido dividida en dos puntos, y de ello ha resultado la roca aislada B, que probablemente no se hubiera elevado nunca tanto como el precipicio A, porque ha debido formar la parte inferior la pendiente de la corriente original.

Cuando se examinan las quebradas verticales se ve



Corte en Castellfolit.

A. Iglesia y villa de Castellfolit, en la cumbre y bordes de precipitados de basalto. B. Islote á cada lado del cual corren los brazos del río Teronel para ir á reunirse al Fluviá; c. Escarpado de lava basáltica en gran parte columnaria, de 40 metros de altura; d. Aluvion antiguo debajo de la corriente de lava; e. Capas inclinadas de gres.

que la parte superior de la lava, sobre que está construida la villa, presenta una estructura coriácea y pasa inferiormente á un basalto esferoideo; algunos de los mayores esferoides no tienen menos de 1m, 80 centímetros de diámetro. Debajo se encuentra un basalto mas compacto con cristales de olivina. Existen en todo cinco niveles de basalto, de los cuales los mas superiores son esferoidales y los otros prismáticos, separados por lechos delgados no columnarios y algunos esquistosos. Estos niveles resultan sin duda de corrientes sucesivas de lava pertenecientes á la misma erupción ó á periodos diferentes. La masa total reposa sobre un aluvion de 3 metros á 3m, 65 de espesor, compuesto de cantos rodados, de caliza y de cuarzo, pero sin mezcla alguna de rocas ígneas; bajo este aspecto solamente parece diferenciarse esta masa del guijo moderno del Fluviá.

BUFADORS. Las rocas volcánicas de las cercanías de Olot, poseen frecuentemente una estructura cavernosa, semejante á la de ciertas lavas del Etna, y en varios puntos de la colina de Patet, en las cercanías de la villa, el sonido que despide el suelo cuando se le golpea es como el que haria oír en iguales circunstancias un subterráneo abovedado. En la base de esta última colina se observan las embocaduras de cavernas subterráneas en número de doce, llamadas por la gente del país *bufadors*; de estas embocaduras sale durante el estío un aire frío; pero en invierno segun dicen la corriente es apenas sensible. Este fenómeno se explica fácilmente; cuando el aire exterior dilatado por el calor sube, el aire mas frío y mas pesado de las cavernas del interior de la montaña, sale al exterior, bajo la influencia de la presión, para suplir al fluido que la elevacion de temperatura ha enrarecido,

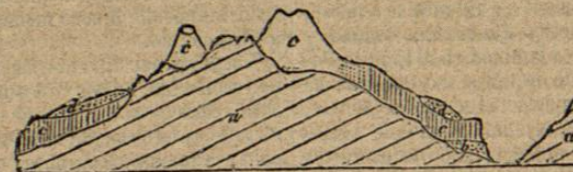
En cuanto á la edad de estos volcanes, se ha creído admitir que lo mismo que en Auvernia y en el Eifel, los primeros habitantes del país habian sido testigos oculares de la acción volcánica. En 1421, segun dicen, época en que Olot fue destruida por un temblor de tierra, se verificó una erupción cerca de Amer y abrasó la villa. Las investigaciones de don Francisco Bolos han demostrado de una manera convincente que el último episodio de esta historia no tiene verdadero fundamento histórico y todo geólogo que visite á Amer adquiere la certidumbre de que nunca ha habido erupción en aquel punto. Es verdad que en el año arriba mencionado la villa de Olot entera, á excepcion de una sola casa fue arruinada por un terremoto; aquel terremoto coincidió sin duda con alguna de las sacudidas que á largos intervalos agitaron los Pirineos

durante los cinco últimos siglos, y en particular la comarca situada entre Perpiñan y Olot; en esta comarca los movimientos llegaron á su mayor violencia precisamente en la época que ya hemos indicado.

La destruccion de la vida fue debida quizá á la naturaleza cavernosa de las rocas subyacentes; porque la Cataluña se halla situada mas allá de la zona extensa en que los temblores de tierra han producido mas ruinas durante el periodo histórico.

Así, pues, supuesto que no tenemos documento alguno histórico para guiarnos acerca de la edad de estos volcanes apagados, debemos consultar los monumentos geológicos. El diagrama que va á continuación presenta en forma sinóptica el conjunto de los resultados obtenidos por muchos cortes.

El aluvion mas moderno (d) es parcial; ha sido



Superposición de las capas en la region volcánica de Cataluña.

a. Gres y caliza nummulíticas.—b. Aluvion mas antiguo, desprovisto de piedras volcánicas.—c. Cono de escorias y de lava.—d. Aluvion mas reciente.

formado por la acción que los rios y las inundaciones han ejercido sobre la lava. Al contrario, el guijo mas antiguo (b) estaba esparcido por la comarca antes de las erupciones volcánicas. En ninguno de estos depósitos hasta el presente, se han descubierto restos orgánicos; solamente, pues, se puede afirmar que la acción ígnea de los volcanes empezó posteriormente á la producción de algunas de las rocas mas modernas de la serie Nummulítica (Eógeno) de Cataluña; y anteriormente á la formación de un aluvion (d) de fecha desconocida. La integridad de estos conos demuestra simplemente que la comarca no ha sido agitada por violentos temblores de tierra ni sometida á la acción de inundaciones desastrosas desde su origen.

Al Este de Olot en la costa de Cataluña se observan capas terciarias marinas que llegan cerca de Barcelona á la altura de cerca de 150 metros. Segun las conchas que contienen parecen corresponder por la edad á los lechos Sub-apeñinos; tampoco es improbable que su elevacion del fondo del mar haya tenido lugar durante el periodo de las erupciones volcánicas de las cercanías de Olot. En este caso las emisiones ígneas datarian de fines del periodo del Antiguo Pliógeno, pero quizás se han verificado aun despues de esta fecha; su edad hasta el presente ha permanecido completamente incierta.

ROCAS VOLCÁNICAS DEL EIFEL. Las relaciones cronológicas de las rocas volcánicas del Rhin Inferior y del Eifel, se hallan igualmente envueltas en tinieblas; solo se sabe que algunas de estas rocas son contemporáneas de ciertos depósitos terciarios llamados *Braun Kohle* (Carbon pardo) por los Alemanes, depósitos que probablemente pertenecen unos al Miógeno y otros al Eógeno Superior.

Se ve el Lignito en ambas orillas del Rhin, en las cercanías de Bonn; reposa en estratificación discordante sobre capas muy inclinadas y verticales de rocas Silurianas y Devonianas.

La formación del lignito en aquella region consiste en lechos de arena movediza, gres, conglomerato, arcilla con nódulos de mineral de hierro arcilloso y á veces de pedernal. Fajas delgadas de un carbon de color pardo ó algunas veces negro, alternan con las arcillas y arenas, y frecuentemente se hallan esparcidas sin regularidad en el seno de las rocas. Contienen nume-

rosas impresiones de hojas y de troncos de árboles y son ventajosamente explotadas como combustible; y de aquí ha procedido el nombre de la formación.

En muchos puntos alternan con las mismas rocas capas delgadas de tobas traquíticas y en el seno de estas tobas se observan hojas de plantas idénticas á las del lignito, circunstancia que prueba que durante el periodo de acumulacion de este último depósito se han verificado algunas eyecciones volcánicas.

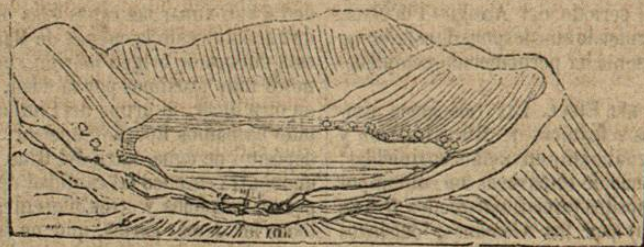
Von Dechen, en su obra sobre los Siebengebirge (siete colinas,) ha dado una lista numerosa de los restos animales y vegetales de las capas de agua dulce asociadas al lignito. Se encuentran en el seno de estas capas plantas pertenecientes á los géneros *Flabellaria*, *Ceanothus* y *Daphnogene*, y mas otras ciento cincuenta plantas, comprendiendo todas las que han sido denominadas con arreglo á algunos caracteres inciertos presentados por las hojas. La mayor parte pertenecen á géneros vivos, pero á especies extinguidas. Entre los restos animales vertebrados ó invertebrados varios son particulares al depósito, mientras que otros, por ejemplo la *Littorinella acuta*, Deshs., tienden á aproximar las capas á las divisiones superiores de agua dulce de la cuenca de Maguncia. La base de esta cuenca de origen marino, consiste en lechos arenosos muy próximos por la edad, como hemos dicho en otro lugar, al grupo del Limburgo que en este tratado llamamos Eógeno Superior. Pero en cuanto á los depósitos de agua dulce del Rhin cerca de Bonn, se encuentra en ellos tal cantidad de plantas, insectos, peces, batracios y otros diferentes fósiles ausentes en todas las demás partes, que no es posible al menos hasta el presente, señalarles un lugar preciso en la serie cronológica. Sin duda alguna estos depósitos se formaron durante el largo intervalo de tiempo que separó una de otra las formaciones terciarias Nummulítica y Faluniana, de tal manera que son mas recientes que el Eógeno Medio, y mas antiguas que las capas Miógenas de la tabla del capítulo IX. Se puede considerar como sujeta aun á discusión la clasificación de los depósitos que pertenecen á este intervalo de tiempo y se han emitido en este punto diferentes opiniones por varios geólogos eminentes. Si por acaso se llegara á encontrar un paso entre los terrenos terciarios del Norte de Alemania tan conocidos ya por los

trabajos de Beyrich y los Galuns del Loira; si este paso se estableciera por el descubrimiento de capas intermedias en edad y caracteres paleontológicos, la mejor línea de demarcación que convendría adoptar sería la propuesta por Hebert, según la cual todas las capas del Limburgo, el Gres de Fontainebleau, la parte inferior de la cuenca de Maguncia y los lechos de Hempstead en la isla de Wight, están clasificados como Mioceno Inferior, mientras que los Faluns están colocados en el Mioceno Superior. Entre estas dos formaciones existe todavía tan largo vacío, que no se ha creído posible, por las razones expuestas en otra parte, reunirlos bajo un nombre común.

Los peces, en el lignito de las cercanías de Bonn, están esparcidos en el seno de un esquisto bituminoso llamado Lignito Papiráceo, porque se puede dividir en hojas extremadamente delgadas. Los individuos en él son muy numerosos, pero parecen pertenecer á un corto número de especies, y algunos se refieren, según Agassiz, á los géneros *Leuciscus*, *Aspius*, y *Perca*. Se han descubierto también en el Lignito Papiráceo, restos de rana de especies extinguidas; se puede ver una serie completa en el museo de Bonn; presentan desde el estado más imperfecto de renacuajo hasta el de animal completo. Con estos restos se ha encontrado una salamandra que es difícil distinguir de la especie reciente, y también restos de diversos insectos.

Encima del lignito yace un vasto depósito de guijo principalmente compuesto de cantos rodados de cuarzo blanco, pero que contiene también algunos fragmentos de otras rocas; este depósito no forma á veces más que una cubierta delgada, y otras veces llega á una potencia de más de 30 metros. El guijo se distingue claramente por sus caracteres del que constituye hoy día el lecho del Rin; los alemanes le llaman *Kiesel gerolle*; muchas veces llega á grandes elevaciones, y en varios puntos está cubierto de eyecciones volcánicas. Evidentemente la comarca ha experimentado grandes cambios en su geografía física desde la formación de este guijo, cuya posición en efecto se halla rara vez en relación con el sistema actual de la corriente de las aguas; además, el grande valle del Rin, como todas las rocas volcánicas más modernas de la misma región, son posteriores á él.

Se ve cerca de Andernach, y en otros puntos, algunos de los lechos más recientes de arena volcánica, cenizas y escorias, alternando con el *loam* (limo) llamado por otro nombre *loess*, que hemos descrito anteriormente como lleno de conchas recientes terrestres ó de agua dulce, y que se debe referir al período



El Gemunder Maar.

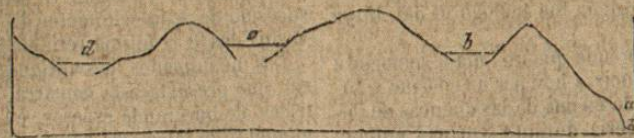
Este lago que se llama el Gemunder Maar, es uno de los tres que existen en aquel punto enteramente próximos, porque una misma cresta separa dos cavidades inmediatas. Al ver el primero de estos lagos se reconoce la forma ordinaria de un cráter; por lo demás debía esperarse así en atención á las escorias que se encuentran esparcidas en la superficie del suelo. Pero si se examinan las paredes del cráter no

Pos-Plioceno. Ya hemos dado á entender, que esta intercalación de materias volcánicas entre capas de loess puede explicarse sin admitir que las últimas erupciones del Eifel se hayan verificado en una época tan reciente como la de la acumulación de estas capas.

Las rocas ígneas del Westerwald y de las montañas llamadas los Siebengebirge se componen en parte de lavas basálticas y en parte de lavas traquíticas; estas últimas son en general las más antiguas de los dos grupos. Hay en ellas diversas variedades de traquito; algunas son eminentemente cristalinas, y se asemejan á un granito de gruesos elementos, con anchos cristales separados de feldspato. La toba traquítica abunda también en esta región. Estas formaciones, algunas de las cuales han sido ciertamente contemporáneas de la producción del lignito, fueron las primeras de una larga serie de erupciones de las cuales la más reciente ha acaecido en una época en que la comarca había adquirido, ó poco menos, su configuración geográfica actual.

VOLCANES DEL EIFEL.—CRÁTERES DE LAGOS. Lyell ha reconocido, en los volcanes más modernos del Eifel, caracteres distintos de todos los que había observado anteriormente en Francia, en Italia y en España; vamos á describirlos aquí rápidamente. Las rocas fundamentales de la comarca con gres y esquistos grises y rojos, son calizas occidentales, lleno el todo de fósiles del Devoniano ó grupo del Antiguo Gres Rojo. Los volcanes se han abierto paso por medio de estas rocas inclinadas en una época en que los sistemas actuales de colinas y de valles se habían ya dibujado: las erupciones han tenido lugar á veces en el fondo de valles profundos, otras veces en la cumbre de las colinas y frecuentemente en mesetas; un viajero que recorra este distrito no deja de encontrarlas á cada paso ó inesperadamente; muchas veces anda sobre el borde de un cráter antes de sospechar siquiera que se acerca al sitio de una antigua boca de fuego. Por ejemplo, supongamos que al llegar á la aldea de Gemund, inmediatamente al Sur de Daum, deja el arroyo que corre en el fondo de un profundo valle donde afloran capas de gres y de esquisto; que desde allí sube por una colina escarpada en la superficie de la cual se ve el canto de las mismas capas que se inclinan hácia el interior de la colina; cuando haya llegado á una altura considerable empezará á encontrar fragmentos de escorias esparcidos en la superficie; y en fin, cuando haya llegado al punto culminante, se encontrará de repente en la orilla de un *tarn* ó cuenca de un lago profundo y circular, como se ven en la figura siguiente.

se tarda en observar precipicios de gres y esquisto que no manifiestan indicio alguno de la acción ígnea; en vano se buscan esos lechos de lava y de escorias que bajan en todas direcciones y que estamos acostumbrados á considerar como característicos de las erupciones volcánicas. Sin embargo, á medida que el observador avanza hácia el lado opuesto del lago, y visita los cráteres *c* y *d*, encuentra una cantidad considerable de



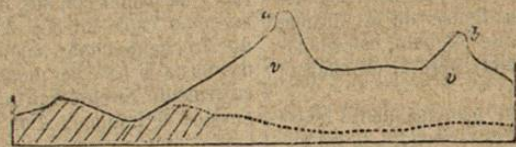
a. Aldea de Gemund.—b. Gemunder Maar.—c. Weinfelder Maar.—d. Schaltenmehren Maar.

escorias y algunas lavas; al mismo tiempo nota que la superficie entera del suelo está sembrada de arena volcánica y de fragmentos arrojados de un esquisto medio fundido que ha conservado su testura foliácea en el interior, mientras que la superficie es vitrificada y escoriforme.

A pocos kilómetros al Sur del lago que acabamos de citar se halla el Pulvermar de Gillenfeld, lago oval, de una forma muy regular, rodeado de una cresta continua de materiales fragmentarios arrojados, esquisto y gres, y que conserva una altura uniforme de cerca de 45 metros sobre nivel del mar. Su pendiente en el interior es de 45 grados poco más ó menos; al exterior es de 35. Algunas materias volcánicas muy raras se hallan entremezcladas á las eyecciones que en este punto ocultan totalmente á la vista las rocas estratificadas de la comarca.

El Meerfelder Maar es una cavidad de diámetro y

profundidad mucho mayores, abierta en las mismas capas; sus costados presentan en algunos puntos secciones escarpadas de rocas secundarias inclinadas, y estas en otros puntos se hallan cubiertas de una gruesa capa de esquistos pulverulentos. Esta cavidad que podemos suponer ha despedido una gran cantidad de gases tiene como cosa de kilómetro y medio de diámetro, y se dice que mide más de 180 metros de profundidad. A su inmediación hay una montaña llamada el Mosenberg, formada en su parte inferior, de Gres Rojo y esquisto, pero que sostiene en su cumbre un triple cono volcánico, mientras que de sus lados desciende una corriente distinta de lava. El circuito del cráter del cono más ancho recuerda completamente la forma y los caracteres del Vesuvio; pero sobre todo sorprende el muro ó parapeto escarpado y casi á plomo, que las escorias presentaban hácia el interior, por ejemplo en *a*, *b*. No



Rocas estratificadas.—V. Volcánicas. Perfil del Mosenberg. Eifel superior.

se puede explicar esta forma sino suponiendo que los fragmentos, á la temperatura del calor rojo cuando llenaron la cavidad, se cimentaron en una masa compacta, y continuaron durante algún tiempo conservando su estado de semifusión.

Si se pasa del Eifel Superior á la comarca inferior del mismo nombre, se encuentra el famoso cráter del lago de Laach que presenta una semejanza más sorprendente aun, que ninguno de los hasta aquí mencionados con el Lago di Bolsena y otros de Italia; está en efecto coronado de un reborde de colinas de pendiente suave, compuestas de tobas movedizas, de escorias y pedazos de diversas variedades de lava.

Uno de los volcanes más interesantes de la orilla izquierda del Rin, en los alrededores de Bonn, se llama el Roderberg. Presenta un cráter circular de 400 metros poco más ó menos de diámetro por 300 metros de espesor, y está hoy cubierto de campos de trigo. Capas muy inclinadas de gres y esquisto antiguos se elevan hasta el labio de uno de los lados de su boca abierta; pero están cubiertas de guijo cuarzoso, y este á su vez, sostiene escorias volcánicas y arena tobácea. La pared opuesta del cráter se compone de cenizas y rocas escoriformes, semejantes á las de la cumbre del Vesuvio. Es evidente que la erupción se ha verificado á través del Gres y el Aluvion que le cubre inmediatamente; Lyell asegura haber observado algunos cantos rodados de cuarzo mezclados con las escorias contra los lados de la montaña, como si hubiesen sido lanzados al aire para caer con las cenizas volcánicas. Ya se ha dicho que una gran porción de este cráter había sido llenada por el loess.

El carácter más notable de la mayor parte de los

cráteres que hemos descrito anteriormente, es la ausencia de todo indicio de alteración ó de torrefacción contra sus paredes, cuando estas están formadas de capas regulares de Gres y esquisto antiguos. Es evidente que las cumbres de las colinas compuestas de rocas estratificadas que acabamos de mencionar, en ciertos casos han sido arrastradas por las expulsiones gaseosas, y que por el contrario lavas y frecuentemente muy pocas escorias, han salido de la cavidad nuevamente formada. En realidad, nada es más sorprendente en los volcanes del Eifel, que la prueba que ellos dan de un prodigioso desprendimiento de gas, no acompañado de corrientes de materias fundidas, excepto en varios puntos donde todavía tienen estas un volumen insignificante. No se conocen otros volcanes extinguidos en que las explosiones gaseosas de tal abundancia y de tal energía hayan arrojado una cantidad tan pequeña de lava. Sin embargo, en vano se han buscado en el Eifel indicaciones en apoyo de la hipótesis llamada de los cráteres de alzamiento, según lo cual las rocas estratificadas habrían sido levantadas todo alrededor de la boca volcánica por la emisión súbita de volúmenes enormes de gas, para formar masas cónicas de capas inclinadas hácia fuera en todos los lados del eje central.

Trass. En el Eifel Inferior, erupciones de lava traquítica han precedido á la emisión de las corrientes de basalto, é inmensas cantidades de pomez han acompañado en todas partes á la salida de los traquitos. El aluvion tobáceo llamado *Trass*, que ha descubierto extensas superficies en este país y llenado algunos valles hoy día cubiertos en parte, no está estratificado. Su base se halla casi enteramente compuesta de pomez que contiene fragmentos de basalto y otras lavas,

pedazos de esquisto, de pizarra de gres calzinados, así como muchos troncos y ramas de árboles. Si este Trass se formó durante el período de las erupciones volcánicas, quizá su origen fue análogo al del *Moya* de los Andes.

Fácilmente se comprende que una masa semejante podría muy bien producirse hoy por un enorme volumen de gas desarrollado en una de las cuencas de lago. El agua permanecería durante semanas enteras en un estado de ebullición violenta, hasta que adquiriera la consistencia del lodo, exactamente lo mismo que el mar que quedó cargado de fango, alrededor de la isla de Graham, en el Mediterráneo en 1831. Si se abriera entonces una brecha en uno de los lados del cono, el torrente precipitaria grandes masas de fragmentos de esquisto y gres que irían a llenar el valle más próximo. Bosques enteros podrían desaparecer bajo la violencia de un cataclismo semejante, y de aquí la existencia de esos numerosos troncos de árboles que se encuentran dispersos irregularmente al través del trass.

Hungría. Beudant ha descrito en su notable obra sobre la Hungría, cinco grupos distintos de rocas volcánicas. Estos grupos, aunque pocos desarrollados en extensión, ofrecen caracteres notables a la geografía física de aquella comarca; se elevan en forma escarpada del centro de llanuras extensas formadas de capas terciarias y han constituido sin duda islas en el mar antiguo, como lo son hoy Santorin y Milo en el Archipiélago griego. Beudant ha observado que los productos minerales de estas dos islas se parecían extraordinariamente a los de los volcanes apagados de Hungría, donde abundan algunas de las mismas especies o variedades minerales, ó palo, calcedonia, pedernal resinoso (resinita), perlita, obsidiana y pitchostone (resinita).

Las lavas, en Hungría, son principalmente feldspáticas. Consisten en diferentes variedades de traquita, algunas son celulares y sirven para piedra de moler; varias son también escoriformes lo que indica su salida a cielo abierto. Se encuentra pomez en bastante cantidad y también conglomeratos, ó mas bien brechas en las cuales fragmentos de traquita están unidos por toba-pomez ó algunas veces por la sílice.

Es probable que estas rocas hayan sido impregnadas de sílice por aguas de manantial, calientes, análogas a las de los Geysers ó quizá en algunos casos, por vapores acuosos, los cuales como los de Lanzarote, habrían depositado hidrato de sílice.

Bajo la influencia de estos manantiales ó vapores los troncos y ramas de árboles arrastrados por las inundaciones y sepultados en las tobas sobre las vertientes de las montañas, han podido silicificarse. Rara vez se cava, dice Beudant, a cierta profundidad, en el depósito de pomez de una masa volcánica, sin encontrar un leño opalizado, ó algunas veces, troncos enteros de árboles de grandes dimensiones y de un peso considerable, completamente reemplazados por la sílice.

Según las especies de conchas recogidas principalmente por Boue y examinadas por Deshayes, parece que los restos fósiles sepultados en las tobas volcánicas y en el seno de las capas que alternan con estas en Hungría, pertenecen al tipo Mioceno, y que no son idénticas, como se había supuesto en un principio, con los fósiles de la cuenca de París.

CAPITULO XXXII.

SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS (Continuación).

ROCAS VOLCÁNICAS DE AUVERNIA. Los volcanes apagados de Auvernia y de Cantal parecen haber empe-

zado sus erupciones durante el período del Eoceno Superior, y llegado a su mayor intensidad durante las eras Miocena y Pliocena. Ya hemos indicado la gran sucesión de acontecimientos de que fue teatro la Auvernia desde la última retirada del mar.

Los monumentos más antiguos del período Terciario, que presenta esta comarca, son depósitos lacustres de un grande espesor, en los cuales los conglomeratos inferiores contienen cantos rodados de cuarzo, micasquisto, granito y otras rocas no volcánicas, sin la más ligera mezcla de productos ígneos. A estos conglomeratos suceden calizas así como margas calizas y arcillosas que contienen conchas y huesos de mamíferos del Eoceno Superior. La mayor parte de las rocas ígneas parecen haber salido durante los períodos Mioceno y Plioceno; (cuadrúpedos extinguidos de estas pocas), y principalmente de los géneros Mastodonte, Rinoceronte y otros, fueron sepultados en las cenizas ó al través de los lechos de arena y de guijo de aluvion y debieron su conservación a la expansión de la lava que vino a cubrirles.

La más antigua y la más notable de las masas volcánicas de Auvernia es el Mont-Dor, que descansa sin intermedio en rocas graníticas a cierta distancia de las capas de agua dulce. Este monte enorme se eleva rápidamente a la altura de algunos miles de metros sobre la meseta que le rodea y conserva la forma de cono rebajado un poco irregular, sus vertientes se inclinan bajo una pendiente más ó menos escarpada hasta el nivel de la alta llanura que le rodea. El cono se compone de lechos delgados de escorias y de pomez con sus detritus en un estado fino, así como capas intercaladas traquíticas y basálticas que frecuentemente bajan en tablas no interrumpidas hasta la base del monte donde se extienden circularmente. Se observan también conglomeratos compuestos de fragmentos de rocas ígneas, unos angulosos y otros redondeados que alternan con las rocas de que se ha tratado anteriormente; estas diferentes masas se inclinan partiendo del eje central, y son paralelas a las pendientes de la montaña.

La cumbre del Mont-Dor está coronada de siete u ocho picos de rocas, y hoy no se podría ver un cráter regular, pero se puede fácilmente suponer uno que habrán desmantelado los temblores de tierra y socavado los agentes acuosos. Quizá no ha formado en su origen, como el cráter más elevado del Etna, más que una prominencia insignificante relativamente a su gran masa, y quizá también ha sido frecuentemente destruido y renovado.

Según la opinión de ciertos geólogos, este monte, lo mismo que el Vesuvio, el Etna y otros volcanes de proporciones colosales, no debería su forma de cúpula al predominio de erupciones en uno ó varios puntos centrales, sino más bien el alzamiento de capas primitivamente horizontales de lava y de escorias. Al hablar de la Palma, hemos explicado las razones que hacen desechar esta opinión. La inclinación media de la cúpula del Mont-Dor es de 8 grados 6 minutos, mientras que los montes Loa y Kea, en las islas de Sandwich, cuyas pendientes son el resultado de corrientes de lavas modernas, la inclinación es de 6 grados 30 minutos en un punto, y de 7 grados 46 minutos en otro. No es absolutamente necesario suponer que las corrientes basálticas del antiguo volcan de Francia hayan sido antiguamente más horizontales que lo son hoy día. Sin embargo, es muy probable que durante la larga serie de erupciones que exigió la acumulación de una masa tan extensa de materias volcánicas, se habrán verificado algunas dislocaciones ó alzamientos, y que durante la distensión de la masa, las capas de lava y de escorias debieron en ciertos puntos adquirir un poco más ó un poco menos de oblicuidad de la que poseían en un principio.

En cuanto a la edad de la gran masa del Mont Dor, no se ha establecido hasta ahora de una manera definitiva, porque no se han encontrado restos orgánicos en el seno de las tobas, salvo impresiones de hojas de árboles que aun no están determinadas. Se puede afirmar con seguridad que las primeras erupciones han sido posteriores a estas clases de gres groseros y conglomeratos de la formación de agua dulce de la Limagne que no contiene cantos rodados de rocas volcánicas. Por otra parte, se han verificado eyecciones antes de la desecación de los grandes la-

gos y otras posteriormente a esta desecación en una época en que habían abierto ya profundos valles al través de las capas de agua dulce.

En el siguiente corte se ha procurado hacer comprender la estructura geológica de una parte de la Auvernia; este corte podrá dar una idea de la serie muy larga y complicada de acontecimientos de que ha sido teatro este país a contar desde el depósito de las primeras capas lacustres (núm. 2) sobre el granito (núm. 1)

Cambios que atestiguan numerosas pruebas impli-



Corte del valle del Couze, en Nechers, pasando por el Mont Perrier ó Issoire, hasta el valle del Allier y al Tour de Boulade en Auvernia.

10. Corriente de lava de Tartaret, cerca de su terminación en Nechers.—9. Lecho de osamentas, arcilla arenosa roja, bajo la lava de Tartaret.—8. Lecho de osamentas de la Tour de Boulade.—7. Aluvion más moderno que el n.º 6.—6. Aluvion con osamentas de hipopótamo.—5. c. Brecha traquítica parecida a 5 a.—5. b. Lecho de osamentas, superior, guijo, etc., de Perrier.—5. a. Brecha y conglomerato, masas angulares de traquito, cuarzo, cantos rodados, etc.—5. Lecho de osamentas inferior de Perrier; arena y guijo ocráceo.—4. Dique basáltico.—4. Meseta basáltica.—3. Lechos de agua dulce, superiores; caliza, marga, yeso, etc.—2. Formación de agua dulce, inferior; arcilla roja, arena verde, etc.—1. Granito.

canuna profunda desnudación sin intervención alguna del mar durante la totalidad de este período. Los lechos superiores de agua dulce (núm. 3) una vez formados en el seno de un lago, debieron sufrir una profunda destrucción; y esto, antes de la excavación de los valles del Couze y del Allier. Se han descubierto en estos lechos algunos fósiles del Eoceno Superior que hemos descrito en el Capítulo XV. El dique basáltico 4, es uno de los numerosos ejemplos de intrusión de materias volcánicas al través de las capas Eólicas de agua dulce. Data quizá del Eoceno Superior ó del Mioceno, y da origen, una vez llegado a la superficie ó extendido en el suelo, a una especie de meseta de basalto, como se ve coronando las colinas terciarias en Auvernia y particularmente Mont Perrier.

No es raro encontrar lechos de guijo con osamentas de mamíferos extinguidos bajo estas corrientes antiguas de basalto, por ejemplo, en el punto A entre el n.º 4 y las capas de agua dulce n.º 3, cuya superficie evidentemente formó en aquella época el nivel más inferior a que corrieron las aguas que bañaron la comarca. Posteriormente vino a depositarse sobre esta meseta basáltica, un pedazo de arena y de guijo ocráceo (n.º 5) conteniendo numerosas osamentas de cuadrúpedos. Encima reposa una brecha ó conglomerato tobáceo con peñascos angulosos de traquito y algunos cantos rodados de cuarzo. A este depósito siguen las formaciones 5 b semejante a 5, y 5 c idéntica a la brecha traquítica 5 a. Estas dos brechas parecen según su semejanza con otras rocas análogas observadas en el Mont Dor, haber descendido de los lados de la montaña durante sus erupciones; los depósitos de aluvion que alternan con ellas, contienen restos de mastodonte, rinoceronte, tapir, gamo, castor y cuadrúpedos de otros géneros que pueden referirse a unas cuarenta especies todas extinguidas.

Estos cuadrúpedos, cualquiera que sea su edad en la serie Terciaria, han habitado ciertamente el país desde el origen de las formaciones 5 y 5 c. Fueron probablemente envueltos por inundaciones, y precipitados de los costados de volcanes en erupción, en los momentos en que grandes cantidades de vapores salían del cráter, ó que grandes masas de nieve se fundían súbitamente bajo la acción de la nieve como se ha visto en nuestros días en el Etna y en Islandia. Un diluvio ocasionado por tales accidentes, arrastra necesariamente hacia los valles ó llanuras que se ex-

tienden al pie de una eminencia, fragmentos de rocas ígneas mezcladas con lodo.

Más adelante veremos, que el valle de Issoire, aislado por antiguas inundaciones, fue en un principio abierto a expensas de las formaciones 2, 3 y 4, lleno posteriormente por las masas 5 y 5 c, y excavado de nuevo antes de la acumulación de los aluviones más modernos (n.º 6 y 7). En estos últimos también ha descubierto Bravard especies particulares de mamíferos fósiles, y entre otros, un hueso de hipopótamo.

Finalmente, cuando el valle del Allier cedió una vez más a la erosión por el lado de Issoire, se formó un declive de fragmentos angulosos de basalto y de caliza de agua dulce (n.º 8), llamado el lecho de osamentas de la Tour de Boulade; en este depósito Bravard y Pomel han recogido otros varios mamíferos: *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Ceruus* (comprendiendo un *Reno*) *Equus*, *Bos*, *Antilope*, *Felis* y *Canis*. Este depósito parece verdaderamente el más moderno de las cercanías, porque atravesando el valle del Couze para ir de Issoire a Mont Perrier, se encuentra otro lecho de osamentas (n.º 9) sobre el cual se ve una corriente de lava (n.º 10).

La historia de esta corriente que termina a algunos centenares de metros más abajo del punto n.º 10, en los arrabales de la aldea de Necher, es curiosa bajo mas de un aspecto. La lava presenta la forma de una faja estrecha de 24 kilómetros ó más de longitud, y llena el fondo del valle seguido por el río Couze que sale de un lago al pie del Mont Dor. Este lago está construido por una barrera que atraviesa el antiguo lecho del Couze y se compone en parte del cono volcánico formado de escorias movedizas llamado el Puy de Tartaret, de cuya base ha salido la corriente de que vamos hablando. La especie de dique arrojado así delante del río, ha resultado igualmente de un deslizamiento extenso de terreno acaecido tal vez en la época de la grande erupción que ha producido el cono.

Este cono de Tartaret presenta un monumento importante de las diferentes edades en que han ocurrido las erupciones ígneas en Auvernia; porque evidentemente ha sido producido en el fondo del valle actual, cuyos límites son precipicios profundos formados de tablas de antiguos traquitos ó basaltos columnarios que han corrido en otro tiempo del Mont Dor partiendo de grandes alturas.

Cuando se sigue el curso del río Couze, desde su