

sienita, la diorita, etc. Algunas de estas podrá parecer extraño que formen parte del grupo porfídico, por cuanto figuran también en el granítico: esto es efecto natural de los tránsitos insensibles que se notan entre unas rocas y otras, al par que demuestra lo arbitrarias que son, al menos por ahora, todas las divisiones de los terrenos plutónicos, que solo se admiten convencionalmente y para facilitar el estudio. Con estos antecedentes no será fácil establecer los verdaderos límites de este sistema, debiéndonos concretar, por ahora, á decir que su posición geognóstica es muy inferior en la serie, encontrándose en general en los terrenos mas antiguos, á veces debajo del granito mismo, con cuya roca se enlaza íntimamente por el intermedio de la sienita roja cuarcifera. Raras veces se encuentran los materiales de este sistema mas arriba de los terrenos paleozóicos.

El sistema ofiolítico ó serpentínico se compone casi exclusivamente de las diferentes variedades admitidas de la serpentina, á la que quizás pudieran añadirse las eufótidas y algunas rocas anfíbólicas, por los puntos de contacto que ofrecen.

Generalmente los materiales de este sistema se presentan en dikes, afectando á veces el aspecto de capas empotradas ó intercaladas en relacion, en uno y otro caso, con las rocas cristalofílicas, en la base del terreno silúrico, cuya riqueza mineralógica han determinado en gran parte. Otras veces atraviesan de un modo mecánico la formación granítica, extendiéndose á través de los materiales de sedimento hasta la parte superior del terreno cretáceo y principio del terciario. Para persuadirse de esto, basta recordar que el levantamiento de los Pirineos, interpuesto entre los estratos del terreno numulítico, pertenece ó fué determinado por la aparición de muchos elementos de este sistema.

Las rocas de este adquieren grande importancia en los Pirineos, en los Alpes y en los Apeninos, en especial en los de Liguria. En la Península, en la parte correspondiente á la primera de estas cordilleras, puede decirse que muchos de los criaderos metalíferos que tanta importancia ofrecen, bajo el punto de vista industrial, están relacionados con este sistema, como ya dijimos en otro lugar.

Por último, el sistema piroxénico, que otros han llamado del trapp, por considerar á este modo de ser de algunas sustancias minerales como verdaderas rocas, y también grupo melafídico, por dar importancia á la expresión melafido, especie de *incerta sedis*, en donde se colocan todas las rocas de colores oscuros y de composición poco conocida, comprende una porción de elementos geognósticos que reconocen por base al piroxeno, y también al anfíbol y á la hiperstena, rocas en general de colores oscuros, de estructura compacta con tendencia á la cristalina, que se presentan en dikes, y á veces en coladas ó corrientes, enlazándose, bajo este punto de vista, con el terreno basáltico; así como por su composición mineralógica no es fácil marcar los límites que lo separan de la formación granítica.

En este sistema se comprenden, además de ciertos porfidos piroxénicos, anfíbólicos y ofiolíticos, conocidos con el nombre vago de melafidos, otras rocas como la dolerita, la hiperstena, las anfíbolitas, etc. La mayor parte de estas rocas ofrecen por carácter el presentar una porción de minerales diseminados ó tapizando las oquedades que se encuentran en su masa. La numerosa familia de las ceolitas, las ágatas, las calcedonias, las amatistas y cristales de roca, son las sustancias que mas comunmente se encuentran en este grupo. En cuanto á los metales, si bien no puede asegurarse que los contienen en su masa, sin embargo, muchos son compañeros muy frecuentes de las rocas de este sistema.

El sistema piroxénico no ofrece la importancia que los

anteriores; sin embargo, se encuentra en varias regiones de Europa y en los otros continentes en pequeños manchones, como otros tantos centros de erupción y dislocación. En España tiene bastante importancia, aunque no sea mas que por el papel que desempeñaron sus rocas en los alrededores del gran criadero de Almaden, y en los de Guadalcanal, Riotinto, etc.

Las montañas porfídicas suelen ser, por lo comun, de escasa elevación, constituyendo mas bien colinas que montes verdaderos, aunque algunas veces llegan á mil y mas metros de altura: sus formas son redondas, algo cóncavas, de pendientes suaves; los valles empiezan por un circo y ofrecen, con frecuencia, en su curso la curiosa disposición de dilataciones y estrecheces.

La estructura compacta de estas rocas y su tendencia á presentar grandes fracturas y hendiduras, hace que las aguas sean superficiales cuando aquellas se hallan cubiertas por alguna gruesa capa de descomposición ó de terreno de sedimento, ó desaparecen por filtración; siendo en general escasos en ellas los manantiales.

Prescindiendo de las aplicaciones que pueden hacerse de los porfidos, serpentinadas, etc., como materiales de construcción ó como piedras de adorno, según indicamos ya en su lugar, las formaciones porfídicas ofrecen un gran interés industrial por el desarrollo que en ellas adquieren las sustancias metálicas susceptibles de explotación, existentes unas veces en su propia masa, otras constituyendo verdaderos filones relacionados con ellas. La mayor parte de las minas de oro y plata de la América del sur se encuentran en estas formaciones: las minas de Hungría, de Sajonia, del Palatinado, de Cornwall, y el mayor número de los criaderos de galena argentífera, de plata, de mercurio y de cobre en la Península, pertenecen á esta formación. Gran parte de la riqueza mineral de la Toscana en el continente y en la isla de Elba consiste en cobres, hierros y galenas, empotrados en este terreno en el sistema ofiolítico.

Bajo el punto de vista de las aplicaciones á la agricultura, puede decirse que en general, el terreno porfídico es poco propicio á la vegetación, excepto en el caso de hallarse cubierto por una considerable capa de detritus ó de tierra vegetal; entonces es excelente para arbolado en las faldas y cimas de las montañas; en los valles se crían buenos prados y se dan bien los cereales.

SEGUNDO GRUPO—TERRENO PIROIDÉO Ó VOLCÁNICO

Los terrenos llamados piroidéos ó volcánicos, se componen de muchas rocas de estructura menos cristalina que la de los graníticos, escoriiforme, algo terrosa, celular á veces y esmaltada. El modo de presentarse estos materiales en general, no es en grandes masas, sino mas bien en corrientes ó coladas, afectando la disposición de capas alrededor de los centros de erupción, y también accidentalmente en forma de dikes ó tifones, atravesando estratos ó depósitos de sedimento, y hasta penetrando algunas rocas plutónicas.

Los materiales volcánicos, efecto de su aparición por una cavidad central, suelen acumularse alrededor de dicho punto llamado cráter, y á veces levantan los bancos de otros productos eruptivos anteriores, los dislocan y alteran mas ó menos profundamente, imprimiendo un sello especial á las montañas que constituyen. La forma de estas es con frecuencia cóncava ó concoidéa, y suelen ocupar el centro de una llanura circular limitada por paredes mas ó menos verticales, dando al conjunto el aspecto de lo que se llama cráter de levantamiento.

DIVISION.—Este grupo consta de tres formaciones que son: traquítica, basáltica y lávica.

Primera formación.—Traquítica

El grupo traquítico, que en el orden cronológico es el mas antiguo de los volcánicos, consta, no solo de la roca que le da nombre, sino también de todas las que comprendimos bajo esta denominación en la clasificación genealógica.

Estos elementos se presentan en su estado de integridad formando montones mas ó menos elevados, de figura cóncava, con un cráter en su interior por lo comun; otras en masa y en forma de cúpula, como le sucede á la domita. En estado incoherente ó suelto y en rocas conglomeradas, se presentan en capas ó masas al pié de sus propias montañas. En uno y otro caso los materiales de esta formación se distinguen perfectamente por los caracteres que les asignamos al trazar su descripción.

El tránsito de unos á otros es tan insensible, que con dificultad pueden marcarse sus verdaderos límites. También los lazos que unen á estos materiales con los de la formación porfídica son muy íntimos, de modo que con frecuencia se mezclan y confunden; siendo esto tan cierto, que todavía no se sabe á punto fijo si los metales que muchos les atribuyen y que les dan su importancia industrial, les pertenecen de hecho ó forman parte, por el contrario, del grupo anterior, como opinan autores de mucha nota. Las ágatas, sin embargo, pueden considerarse como elementos habituales de la formación traquítica.

Este grupo, después del granítico, es el que mas directamente contribuye á determinar el carácter orográfico de una parte muy principal de la superficie terrestre; tal es el desarrollo que en ciertas épocas han adquirido sus materiales. Para convencerse de ello basta considerar que la gran cordillera de los Andes, á cuya aparición atribuyen muchos el diluvio que puso término á la época inmediatamente anterior á la actual, está formada en su mayor parte de montañas mas ó menos cóncavas, esencialmente traquíticas.

La meseta de Auvernia, en Francia; la mayor parte de las regiones volcánicas de Italia; la comarca del Siebengebirge (de las siete montañas), y otras en Alemania y Hungría; varias localidades de España, en especial el distrito de Cabo de Gata y Mazarrón; casi todas las islas Canarias, las Azores y del Cabo Verde, pertenecen á esta formación.

En sentido vertical suelen alcanzar, á veces, un desarrollo extraordinario, como en el Pico de Pichincha y en el Cotopaxi (América del Sur), que llega á 4,000 y mas metros de altura.

Cuando esta formación ocupa una región muy vasta, suele formar grupos de montañas cóncavas alrededor de un centro de erupción, representado por la cima mas alta, ó formando una faja ó zona de montes, que sigue la dirección del eje de su levantamiento, disminuyendo en importancia á medida que se alejan de él.

La notable permeabilidad de esta formación, hace que las aguas desaparezcan con prontitud, y que en consecuencia se presente pobre en manantiales.

Prescindiendo de las aplicaciones que pueden hacerse de las rocas que lo constituyen, pues las indicamos ya en su lugar, el grupo traquítico suministra entre los metales el oro (en Hungría), la galena argentífera, como de ello nos da buen ejemplo el distrito de Mazarrón, según el Sr. Maestre, y otros. Entre las materias no metálicas deben colocarse en primer término las ágatas y los ópalos, entre los cuales los de Hungría son los mas estimados. Por la descomposición proporcionan los alumbres y kaolines; sustancias que se explotan en gran escala en Mazarrón.

Bajo el punto de vista agrícola, puede decirse que no es

del todo impropio para la vegetación, atendida la facilidad con que se descomponen los materiales, y á la abundancia de arcilla y de otras sustancias que suministra. Así es que en las regiones altas se crían bien las gramíneas, que adquieren gran lozanía y constituyen prados siempre verdes; en las regiones medias se dan bosques de pinos; y en los valles y llanuras la vid y los cereales crecen y se desarrollan admirablemente.

El famoso vino Tokay procede del terreno traquítico de Hungría.

Hay que tener, sin embargo, en cuenta que si la capa vegetal no es de mucho espesor, por efecto de la natural permeabilidad de las rocas y del estado fragmentoso que suele ofrecer el terreno, el suelo es árido ó poco fértil.

Segunda formación.—Basáltica

El grupo basáltico es uno de los mejor caracterizados entre los plutónicos, tanto por la homogeneidad de las rocas que lo componen, que en rigor, pueden referirse al basalto y á los productos de su descomposición, cuanto por las formas que afectan las montañas y los accidentes que ofrece el terreno.

La tendencia á las formas prismáticas y la consecuencia natural de esta disposición, que se deja conocer por el aspecto de las montañas, generalmente planas, de escasa elevación é imitando calzadas, pavimentos y otros mil caprichos dominados siempre por superficies mas ó menos planas, lo caracterizan perfectamente.

Lo mismo que en el traquítico, sus materiales se presentan en estado compacto ó incoherente, constituyendo en el primer caso el basalto propiamente dicho, la basanita y otras rocas análogas; en el segundo, los peperinos, las tobas basálticas, etc.

Estos suelen entrar á formar parte esencial de terrenos de sedimento, en capas regulares con sus fósiles propios, ocupando el fondo de los valles ó las faldas y el pié de las montañas basálticas. Aquellos, por el contrario, se presentan en dikes, filones y masas que atraviesan otros terrenos, ó en corrientes intercaladas en los estratos de formaciones marinas ó lacustres, adaptándose á sus accidentes, y dificultando con frecuencia el estudio de unos y otros.

La formación basáltica se enlaza íntimamente con muchas de las de sedimento, de las cuales llega á formar parte, como acabamos de ver. En sus inmediaciones las rocas demuestran haber sufrido alteraciones á veces notables; las calizas suelen hacerse cristalinas, y la ulla pierde parte de sus materias bituminosas, pasando á verdadera antracita. Este grupo no es rico en sustancias minerales; debiendo citar tan solo el peridoto entre las que se prestan á la explotación, destinándose á objetos de adorno como piedra fina.

Los terrenos plutónicos siguen en su distribución la misma ley que los de sedimento, empezando los mas antiguos por hallarse muy esparcidos en la superficie del globo, y circuncribiéndose cada vez mas á medida que son mas modernos. Así es que la formación basáltica, lejos de ocupar vastas regiones como la granítica y traquítica, solo se encuentra en determinados centros de erupción local y muy circunscritos, ofreciendo por lo tanto poca importancia.

La formación basáltica, compuesta de muy pocos elementos y afectando cierta regularidad en la composición y modo de presentarse, comunica á las regiones en que se encuentra un carácter orográfico singular. Dominado el elemento principal de este grupo, el basalto, por esa tendencia tan notable á las formas esferoidal y prismática, como se dijo ya en la descripción de esta roca cuando se presenta en grandes ma-

sas, constituye montañas de pendientes muy ásperas, cortadas á pico, ofreciendo especies de terraplenes ó azoteas coronadas por una meseta mas ó menos plana.

Cuando la roca se halla en estado de descomposicion suele formar montañas redondeadas; y si algunas partes del terreno ofrecen mas resistencia que las otras, afectan, miradas desde lejos, formas caprichosas, como de castillos antiguos, calzadas, etc.

En Hungría y Silesia se presenta esta roca en forma de colinas aisladas, mas ó menos redondas, coronadas por una meseta de escasa elevacion, de 240 á 250 metros. En otros puntos y en especial en las islas de Java y Banda, se halla muy desarrollada, llegando á constituir montañas de 2 á 3,000 metros de altura.

Sin entrar en la descripción de los que podrian llamarse monumentos basálticos, como la gruta de Fingal, las calzadas de los Gigantes de Pleaskin, Bengore, en Irlanda, y en los alrededores de Puy, en Francia, basta citarlos para completar la descripción de las formas y accidentes de este terreno.

La formacion basáltica contiene algunos criaderos metalíferos de importancia, debiendo citar como el mas notable el de plata de Joachimsthal, en Bohemia, que se explota en el basalto del período terciario.

En Cabo de Gata se beneficia en varios puntos la galena argentífera, en Mazarron el alumbre, y el manganeso en el Garbanzal (Hijar).

Además este terreno es precioso por la cantidad de arcilla que suministra su propia descomposicion, cuya utilidad en las aplicaciones á la agricultura, á la alfarería, etc., es ya sobrado conocida para que insistamos en ello.

Tercera formacion.—Lávica

Esta formacion, á la que en rigor podria aplicarse el nombre de volcánica por excelencia, si esta expresion se refiere exclusivamente á los volcanes modernos, hállase constituida por la lava ó tefrina en estado coherente, celular, compacto ó suelto y mas ó menos térreo. Estos materiales afectan la forma de coladas ó corrientes, imitando perfectamente capas y estratos mas ó menos inclinados alrededor de un punto central, accidentes que se ha convenido en llamar cráter de levantamiento y de erupcion. De esta circunstancia depende la forma cónica de las montañas lávicas, dispuestas alrededor de un punto, ora hueco, ora ocupado por materia de la misma ó de naturaleza distinta, que representa, segun algunos autores, el agente ó la potencia que determinó el levantamiento y la inclinacion de sus capas.

Como esta formacion atraviesa la basáltica y traquítica, se establecen entre las tres tales puntos de contacto y relaciones tan íntimas, que dificilmente puede marcarse la línea de separacion entre unas y otras.

Los elementos de esta formacion son la lava ó tefrina y todas las variedades que describimos en su lugar, y en estado incoherente el lapilli, las cenizas volcánicas y otros productos sueltos ó aglutinados por cualquier cemento, constituyendo las tobas que se presentan alternando con las corrientes de lava, y tambien formando parte de terrenos de sedimento modernos.

Como elementos accidentales ofrece esta formacion muchos minerales de base de sílice, intercalados ó empotrados en su masa, y además varias sustancias cristalizadas, resultado de la sublimacion ó del metamorfismo de sus rocas, como el azufre, varios óxidos de hierro y de cobre, el rejalgar, el ácido bórico, el cloruro amónico, el yeso, la sal comun y otros.

Si siguiendo la ley de que cuanto mas modernos mas circunscritos se hallan los terrenos, el grupo lávico que representa el último de los eruptivos, debe naturalmente ser el mas localizado de todos. Con efecto, la formacion lávica está hoy reducida á los volcanes activos, como el Etna, Stromboli, el Vesubio, las diferentes islas volcánicas modernas de Grecia, los centros eruptivos de Islandia, Kamtchatska, islas del Pacífico y Atlántico, y los volcanes del continente americano, asiático, africano, etc.

Dificilmente se hallará un terreno cuyos elementos incoherentes ó los compactos en estado de descomposicion se presenten mas á la agricultura, y den una tierra vegetal mas fértil para plantas útiles de todas especies; pero muy especialmente para la vid, algarrobo, olivo y árboles frutales, y tambien para el trigo, cebada, etc. La riqueza y variedad de la vegetacion de las regiones volcánicas, y en especial del Vesubio y del Etna, y lo exquisito de sus frutos son proverbiales y bien conocidos.

Terminaremos el estudio de los terrenos volcánicos con la reseña de los tres ó cuatro distritos mas importantes de la Península. Estos pueden clasificarse del modo siguiente respecto de su situacion topográfica: el primero es esencialmente continental, y comprende la region del Campo de Calatrava y Ciudad-Real; el segundo es casi litoral, y es el de Olot y Castellfollit (Cataluña); el tercero es esencialmente litoral, á saber: el del Cabo de Gata y Cartagena; por último, el cuarto es insular ó marino, constituido por la cordillera submarina de las islas Columbretes.

SEGUNDA SERIE—NEPTÚNICA

Terrenos de sedimento

La segunda serie del cuadro de clasificacion es la de los terrenos estratificados ó fosilíferos, y como, segun lo que va indicado, los caracteres que sirven para distinguirlos son el mineralógico, el estratigráfico y el paleontológico; habiendo ya dicho en la descripción de las rocas cuanto en una obra de esta índole es posible exponer tocante al primero, estamos ya en el caso de abordar el exámen de los otros dos. Esto nos obliga á tratar con alguna extension acerca de la Estratigrafía que resume el carácter estratigráfico, y de la Paleontología, que hace lo propio respecto al paleontológico.

CAPITULO PRIMERO

Estratigrafía

DEFINICION.—Esta palabra, derivada del latin *stratum*, capa ó lecho, y del griego *graphos*, significa descripción de todo lo relativo á los bancos, capas, estratos ó lechos; parte importante de la Geología, sin cuyo auxilio la descripción de los terrenos seria punto menos que imposible.

ESTRATIFICACION.—La palabra estratificacion significa el modo de presentarse los estratos en el terreno de sedimento.

CAPA Ó ESTRATO.—Por capa ó banco se entiende toda masa mineral, generalmente de mucha extension, cuyos planos superior é inferior, si su posicion es horizontal, laterales, si es vertical, conservan entre sí cierto paralelismo, cualesquiera que sean los accidentes que ofrezca.

PLANOS DE ESTRATIFICACION Y DE JUNTURA.—Las caras paralelas que limitan las capas se llaman planos de estratificacion; otras líneas oblicuas ó perpendiculares á estas separan á veces los materiales que componen una capa en porciones regulares, que indican siempre cierta

retraccion en la materia, á cuyos planos se da el nombre de juntura. Los canteros granadinos, segun Rojas Clemente, los designan con el nombre de cabezas de las rocas, acciden-

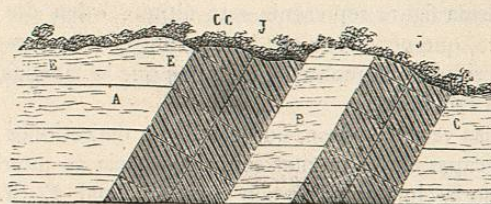


Fig. 45.—Planos de crucero

A, B, C, superficies de un escarpe en que se ponen de manifiesto todos estos accidentes.—E, E, planos de estratificación.—C, C, planos de crucero.—J, J, planos de juntura.

te comun en las pizarras y en otras metamórficas, y cuyo conocimiento es trascendental.

PLANOS DE CRUCERO.—Por último, cuando las láminas ú hojas que componen una roca, en vez de ser paralelas á los planos de estratificación se presentan oblicuas, constituyen un tercer orden de planos que se llaman de crucero. La figura 46 explicará estos accidentes.

GRUPO, PISO, HILADA.—Los estratos en su conjunto constituyen un terreno; pero como no siempre es fácil encontrar reunidos en un solo punto todos los componentes de uno mismo, y como puede suceder tambien que aun en este caso ofrezcan accidentes diversos, de aquí la necesidad de dividir el terreno en grupos, estos en pisos, y, por último, en hiladas, comparables á las capas de ladrillo ó piedra que se sobreponen en la construcción de un edificio.

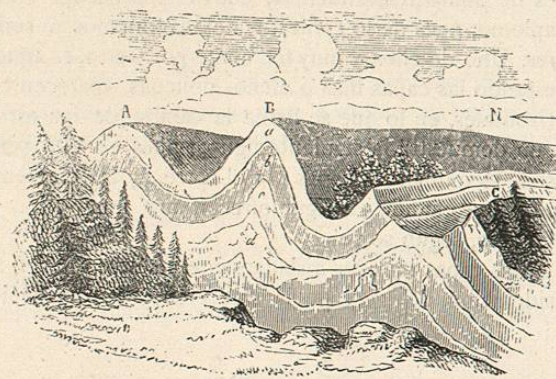


Fig. 47.—Corte de una parte del Jura

mutuas que entre ellos existen. En el primer caso hay que examinar la dirección y la inclinación, su continuidad ó interrupcion: en el segundo la concordancia y la discordancia.

DIRECCION Ó RUMBO.—Lámase dirección ó rumbo de las capas, el punto del horizonte hácia donde se dirigen, para lo cual es preciso que ofrezcan cierta inclinación, pues las horizontales no la tienen determinada, variando segun se las mire. Para apreciar la dirección nos valemos de la brújula, haciendo coincidir la de los estratos con la línea que marca el Noroeste, en cuyo caso el ángulo que forma la aguja determina el rumbo. Conviene para esto tener en cuenta lo que se llama declinación magnética, que es la desviación que el polo magnético ofrece respecto del terrestre. Hoy día es occidental y en nuestras regiones era en 1858 de 20°—7',9.

INCLINACION.—Cuando una capa ó serie de ellas no es horizontal, se dice en términos geológicos que buza; el punto por donde se pierden con frecuencia en el interior de

ESTRATOS ESENCIALES, HABITUALES Y ACCIDENTALES.—Todos los materiales que se observan en los terrenos no ofrecen siempre igual importancia para su determinación, de donde derivan las expresiones de rocas ó estratos esenciales y característicos, como por ejemplo, el carbon en el carbonífero: habituales, los que sin ser de necesidad en un terreno dado, se presentan con mucha frecuencia, como por ejemplo, las calizas cristalinas en el gneis, la Dolomia en el terreno cretáceo, etc.

HORIZONTE GEOGNÓSTICO.—Cuando hay identidad ó mucha semejanza de composición en dos terrenos mas ó menos distantes entre sí, se acostumbra á llamarlos paralelos; y cuando esta similitud de caracteres se refiere á la composición mineral ú orgánica de algun estrato, hilada ó piso, recibe esta el nombre de horizonte, geognóstico en el primer caso, paleontológico si la identidad es entre especies fósiles. Así decimos, por ejemplo, horizonte del Muschelkalk, de la arenisca verde, etc., de la *ostrea arcuata*, del *cerithium*

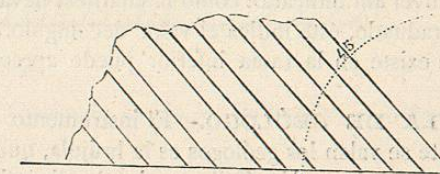


Fig. 46.—Inclinacion

lapidum y otros; por donde se ve que la palabra horizonte geognóstico es sinónima de estrato esencial.

Los estratos en un terreno pueden estudiarse en sí, ora uno á uno, ora muchos reunidos ó bien en las relaciones

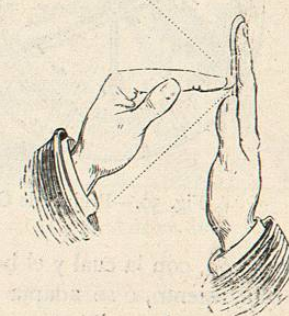


Fig. 48.—Inclinacion de las capas

la tierra, se llama buzamiento, y el ángulo que forman con la vertical levantada en dicho punto, representa la inclinación, segun indica la figura 46.

Para hacer inteligible esta materias, una de las mas importantes de la Estratigrafía, puede compararse la dirección é inclinación de los estratos, al caballete y aleros de un tejado; aquel representa la dirección, éstos la inclinación ó buzamiento. El adjunto corte del Jura puede completar esta idea, supuesto que las líneas *a b c*, que representan las crestas de dicha cordillera, son las equivalentes al caballete, así como las pendientes ó laderas indican la inclinación. De donde se deduce que dirigiéndose las capas de norte á sur, el buzamiento necesariamente ha de ser de este á oeste, ó de oeste á este.

Para medir la inclinación de las capas, podemos valernos de diferentes medios: si no se aspira á una gran exactitud, y carecemos además de instrumentos á propósito, nos servire-