

usar escalas grabadas en placas de cobre, tanto porque son mas exactas, cuanto porque resisten mejor la impresion de la punta del compás.

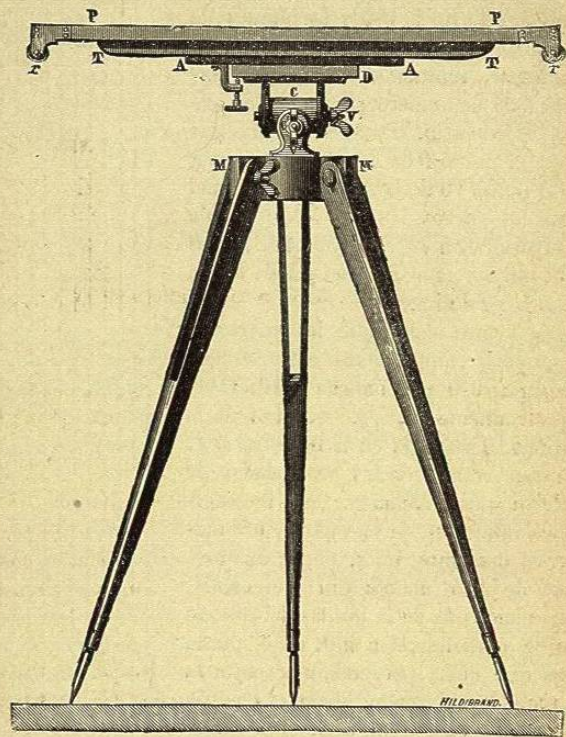


Fig. 208.

302. LEVANTAMIENTO CON LA PLANCHETA. La *plancheta* es un instrumento con el que puede levantarse un plano y trasladarlo al papel al mismo tiempo. La parte esencial de dicho instrumento es una plancha de dibujo PP' bien derecha, sobre un pié de tres ramas MN (fig. 208). La plancheta se une á

este pié por un sistema de articulacion que permite darle todas las inclinaciones posibles, así como permite tambien que una vez fija la plancheta en una posicion cualquiera, pueda el instrumento girar al rededor de su centro hasta dar una direccion precisa á una línea trazada en la superficie de la plancha. Mediante los rodillos r, r' puede tenderse sobre la plancheta una hoja de papel. Va unida además á la plancheta



Fig. 209.

una alidada con pínula AB (fig. 209), que consiste en una regla metálica escotada en términos que su borde en bisel, se halle en el plano de visualidad de las pínulas, y cuyo borde se llama *línea de fé* de la alidada.

Puede con la plancheta tomarse el ángulo de dos alineaciones. Para ello se coloca el instrumento en el vértice del ángulo, cuidando de que la plancheta esté bien horizontal. Despues con la alidada que se pone á voluntad en la superficie de la plancheta, se dirige una visual en la direccion de uno de los lados del ángulo, y se traza con el lápiz una línea á lo largo de la de fé, y lo mismo se hace con el otro lado del ángulo. Las dos líneas trazadas sobre la hoja de papel forman un ángulo que no es mas que la proyeccion horizontal del formado por las dos alineaciones del terreno.

Despues de lo dicho puede comprenderse el uso de la plancheta en el levantamiento de un plano. Si se opera segun el procedimiento *de rodeo* se coloca el instrumento en estacion en el primer vértice A del polígono ABCD... que se trata de determinar (fig. 210), y se traza sobre el papel una línea segun AB. Sobre dicha línea se toma una longitud *ab* que represente

la longitud de AB reducida á la escala del plano. Se lleva luego el instrumento al punto B colocándole en estacion de manera que el punto *b* esté sobre la vertical del punto B y la línea *ba*, ya trazada en la plancheta esté dirigida segun BA. Hecho esto se traza por el punto *b* una segunda línea segun BC y se toma sobre ella una longitud *bc* que represente BC segun la escala del plano. Así se continúa hasta que se llega al último vértice F; y si la operación se ha hecho con exactitud, el polígono *abc.... f* deberá cerrar sobre sí mismo.

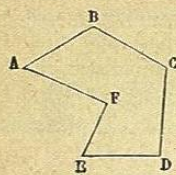


Fig. 210.

Si se quiere operar segun el procedimiento de *interseccion* se elige sobre el terreno una base AB (fig. 211) que se mide, y se coloca la plancheta en estacion en el punto A. Se traza primero sobre la hoja de papel una línea *ab*, segun AB, sobre la cual se toma la longitud que representa AB segun la escala del plano. Luego se clava una aguja en el punto *a*, y haciendo girar la alidada al rededor de ella, se dirigen sucesivamente visuales á los puntos C, D, E,... que se

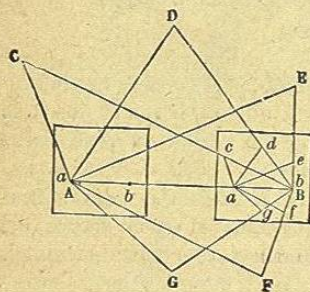


Fig. 211.

trata de determinar, y se trazan rectas á lo largo de la línea de *fe* en cada una de estas direcciones. Despues se coloca en estacion la plancheta en el punto B, de modo que el punto *b* esté sobre la vertical del punto B y la línea *ba* en la direccion BA. Se dirigen visuales sucesivamente á los puntos C, D, E,..., marcando sobre el papel la direccion de todas estas visuales, y estas líneas cortarán las anteriormente trazadas desde el punto *a* á los puntos *c, d, e,...*, que representan en el papel á los C, D, E....., del terreno.

Por todo lo cual se ve que en definitiva el levantar un plano

con la plancheta no difiere del que se hace con el grafómetro sino en que, en vez de medir los ángulos, se limita el procedimiento este á tomarlos sobre el papel mismo donde el plano está dibujado. Manejada la plancheta por manos peritas, es un instrumento muy expedito y bastante exacto.

§ XXIX. Nociones sobre la nivelacion. — Nivel de agua, mira. — Cota de un punto. — Curvas de nivel. — Lectura de un mapa topográfico.

305. El plano de un terreno levantado y trasladado al papel por los procedimientos indicados no da sino una idea incompleta del terreno, porque no indica las alturas de los diferentes puntos sobre el plano de proyeccion, ni da á conocer por tanto las ondulaciones del terreno ni sus accidentes, lo que en definitiva se llama el *relieve*. La determinacion de estas alturas es cabalmente el objeto de la *nivelacion*.

El plano horizontal sobre el cual se proyectan todos los puntos se llama plano de *comparacion*, y la altura á que está un punto sobre dicho plano, *cota* de dicho punto. Cuando el plano de comparacion es un plano tangente á la superficie del mar y se considera prolongado bajo los continentes, la cota de un punto toma en este caso el nombre de *altura ó altitud* del mencionado punto.

No se miden directamente todas las cotas de un terreno, sino las diferencias entre la cota de uno de estos puntos y las de todos los restantes, en términos que conocida la cota del primero, pueda facilmente saberse las de los restantes. Esta primera cota puede elegirse arbitrariamente, porque equivale á tomar á voluntad el plano de comparacion, cosa que siempre puede hacerse, cuando no se tiene otro propósito que dar una representacion fiel del terreno.

Todo plano horizontal se llama *plano de nivel*, y la diferencia que existe entre dos cotas se llama igualmente *diferencia de nivel* de dichos puntos, que en definitiva no es mas que la distancia de los planos de nivel que pasan por ellos.

504. NIVEL DE AGUA Y MIRA. El nivel de agua (figura 212) se compone de un tubo de latón blanco ó amarillo, de 1^m,40 próximamente de longitud, encorvado en sus dos extremi-



Fig. 212.

dades que llevan ampollas de vidrio de cinco centímetros de diámetro próximamente. Dicho tubo va montado sobre un pié de tres patas articuladas, en términos parecidos á los del grafómetro, para poderlo colocar horizontalmente y girar alrededor de su eje vertical.

Si se vierte en dicho tubo agua coloreada hasta que las ampollas se llenen hasta sus dos terceras partes, la superficie del agua en los dos vasos estará en el mismo plano de nivel, siguiendo la ley de los vasos comunicantes; y por tanto una visual tangente al plano de los dos círculos que forman las superficies del liquido dará una visual horizontal, que llega á ser muy perceptible si el observador se coloca detrás de una de las ampollas á la distancia de un metro próximamente.

La *mira* es una regla AB dividida en centímetros que se coloca verticalmente sobre el terreno (fig. 213), por la cual corre una placa móvil V pintada de dos colores llamada *tablilla*. La línea horizontal que divide la tablilla en dos partes iguales

Fig. 213.

se llama *línea de fé*, la cual se halla á la misma altura que la anilla que lleva la tablilla á lo largo de la regla, permitiendo que pueda leerse dicha altura señalada por la anilla sobre la regla que al efecto tiene una graduación. Hay miras diferentes, pero todas se fundan en el mismo principio.

505. NIVELACION SENCILLA. Dados dos puntos A y B (fig. 214), hallar la diferencia de nivel entre estos dos puntos.

Se coloca el nivel entre los dos puntos dados, á una distan-

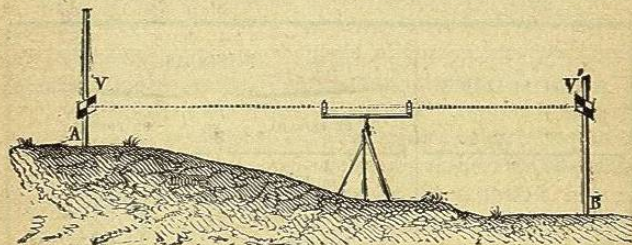


Fig. 214.

cia próximamente igual respecto de cada uno de ellos. El ayudante se coloca con una mira en el punto A y sube ó baja la mira según lo indique el operador, hasta tanto que la visual horizontal determinada por el nivel pase por la línea de fé. El ayudante lee entonces la altura AV y la anota. Se traslada luego con la mira al punto B y mide BV' después de proceder de igual suerte que en A: la diferencia de nivel entre ambos puntos es evidentemente la diferencia de las alturas AV y BV'.

La operación que acabamos de describir exige que se determinen dos visuales sucesivas que se llaman *niveladas*; una es la *nivelada de espalda* y la otra la *nivelada de frente*, según el sentido en que se camina.

Si los dos puntos A y B estuvieran á mas de 100 ó 120 metros no podría obtenerse la diferencia de nivel en sola una operación, sería necesaria una nivelacion compuesta.

506. NIVELACION COMPUESTA. Se eligen cuando se está en este

caso un cierto número de puntos intermedios M, N, P, Q... entre los A y B, tales que pueda tomarse la diferencia de nivel que haya entre dos puntos consecutivos por una nivelacion sencilla. Hecho esto, se lleva sucesivamente el nivel entre los puntos A y M, entre M y N, entre N y P etc., y así sucesivamente, y se escriben en un cuadro preparado de antemano las alturas de mira de las niveladas de espalda y de frente relativas á cada nivelacion sencilla. Supongamos que se han obtenido los resultados siguientes :

PUNTOS NIVELADOS	NIVELADAS	
	DE ESPALDA	DE FRENTE
A.	1 ^m ,45	»
M.	1 ^m ,74	1 ^m ,31
N.	2 ^m ,22	2 ^m ,69
P.	2 ^m ,35	0 ^m ,75
B.	»	1 ^m ,65
	7 ^m ,76	6 ^m ,38
	+ 1 ^m ,38	

Para ir desde el punto A al M, es necesario *subir* 1^m,45 — 1^m,31 = 0^m,14; de M á N se *baja* 2^m,69 — 1^m,74 = 0^m,95; de N á P se *sube* 2^m,22 — 0^m,75 = 1^m,47; de P á B se *sube* 2^m,35 — 1^m,65 = 0^m,72. De donde resulta que de A á B se *sube*

$$0^m,14 + 1^m,47 + 0^m,72 - 0^m,95 = 1^m,38$$

ó en esta otra forma

$$1^m,45 + 1^m,74 + 2^m,22 + 2^m,39 \\ - (1^m,31 + 2^m,69 + 0^m,79 + 1^m,65).$$

De donde resulta la siguiente regla :

Hechas la suma de las niveladas de espalda y la de las de frente, si la primera suma es mayor que la segunda, el último punto está mas alto que el primero; pero si la suma de las niveladas de espalda es menor que la de las de frente, el primer punto está mas alto que el último. En los dos casos, la diferencia de nivel de los puntos extremos es igual á la diferencia entre la suma de las niveladas de espalda y la de las de frente.

507. NIVELACION GENERAL DE UN TERRENO. Para darse cuenta del relieve de un terreno, importa determinar las cotas de muchos puntos, y á esto se llama nivelacion general del terreno, que puede ejecutarse de diversas maneras.

Si los puntos cuyas cotas se quieren determinar están en los vértices de un polígono se *rodea* siguiendo los lados de este polígono, determinando por nivelacion simple ó compuesta, la diferencia de nivel entre los vértices consecutivos.

Si desde un punto del terreno pueden dirigirse visuales á todos los puntos cuya altura se busca, se coloca el nivel en este punto central y se determina la altura de cada uno: esto constituye una nivelacion *radiada*.

Cuando hay finalmente interés en conocer el relieve del suelo á lo largo de una línea determinada, se marcan sobre esta línea puntos que disten entre sí de 50 á 100 metros, y se hacen nivelaciones entre todos estos puntos. Representase ordinariamente el resultado de esta nivelacion, imaginando que la proyeccion horizontal de la línea que pasa por todos los puntos está rectificadada, y que se han elevado por estos diversos puntos verticales sobre las cuales se toman las cotas, á partir del plano de comparacion. Esto es lo que se llama un *perfil*. Si se hacen en un terreno un gran número de perfiles siguiendo alineaciones bien elegidas, se obtendrá una representacion bastante exacta del mismo.

508. PENDIENTE DE UNA RECTA; PENDIENTE DE UN PLANO. Se llama *inclinacion* de una recta el ángulo agudo que dicha

recta forma con su proyección sobre un plano horizontal; dicha inclinación se expresa en grados. Sea AB (fig. 215) una recta inclinada, ab su proyección horizontal,

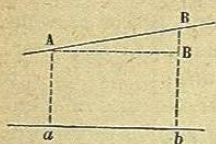


Fig. 215.

Por el punto A se traza AB' paralela á ab , y el ángulo BAB' es la inclinación de esta recta. Dicho ángulo se determinará si se nos dá la relación de los lados BB' y AB' del triángulo ABB' , porque se podrá entonces construir un triángulo semejante y por consiguiente equiángulo al triángulo ABB' . Dicha relación

$$\frac{BB'}{AB'} \quad \text{ó} \quad \frac{BB'}{ab},$$

se denomina *la pendiente* de la recta AB .

La pendiente de una recta es la relación de la diferencia de nivel de dos puntos de dicha recta con la distancia horizontal de estos dos puntos.

Si la distancia ab es igual á un metro, la pendiente se expresa por la longitud de BB' ; y si suponemos por ejemplo que BB' vale 1, 2, 3... centímetros, entonces se dice que la pendiente de la recta es de 1, 2, 3... centímetros por metro.

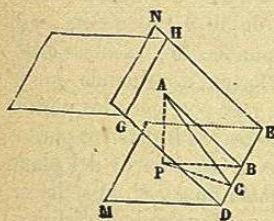


Fig. 216.

Consideremos ahora un plano inclinado al horizonte (fig. 216); si se le corta por un plano horizontal M , la intersección DE de los dos planos es una recta horizontal. Otro plano horizontal cortaría al plano N siguiendo una recta horizontal GH paralela á DE (266); de donde se infiere que todas las rectas horizontales que pueden trazarse en un plano inclinado, son paralelas. Si se traza una perpendicular AB á una de dichas horizontales, la pendiente de esta línea será mayor que la de cualquiera otra AC que sea oblicua á la horizontal. Con efecto: sea AP la

vertical del punto A , y unamos PB y PC . La línea AC , oblicua á DE , es mayor que AB , perpendicular á la misma línea. Dichas líneas son oblicuas con relación al plano horizontal M , y por tanto la mas corta es la que está mas cerca del pié de la perpendicular AP , ó en otros términos $PB < PC$. La pendiente

de la recta AB es $\frac{AP}{PB}$ y la de la recta AC es $\frac{AP}{PC}$. La pendiente

de la recta AB es por tanto mayor que la de la recta AC . Por esta razón, las líneas perpendiculares á las horizontales de un plano inclinado se llaman *las líneas de máxima pendiente* de dicho plano, y se llama *pendiente* de un plano, la de las líneas de máxima pendiente del mismo.

509. CURVAS DE NIVEL. Se llama *curva de nivel* la intersección de la superficie de un terreno con un plano horizontal, ó en otros términos, el lugar de los puntos que tienen la misma cota. La determinación de una curva de nivel sobre el terreno se efectúa fácilmente con el nivel de agua y la mira. Supongámos, para fijar las ideas que se conoce un primer punto m de la curva (fig. 217). Se estaciona el nivel á cierta distancia en o , y el ayudante se coloca en m con la mira y fija la tablilla á la altura marcada por el plano de nivel del instrumento. Avanza luego sobre el terreno evitando subir ó bajar y después de haber andado una decena de metros coloca la mira sin tocar la tablilla. El operador le hace señales para que vaya subiendo ó bajando hasta que la línea de fe de la tablilla esté de nuevo en el plano horizontal de la visual. Sea r el punto determinado en esta forma; se pone una señal, y se procuran determinar por el mismo procedimiento otros puntos s, t, u, v , etc. Determinados así, se levanta el plano de la línea m, r, s, t, u, v , que es una porción de la curva de nivel que pasa por el punto m . Puede continuársela en esta forma tanto como se quiera, tomando como punto de partida

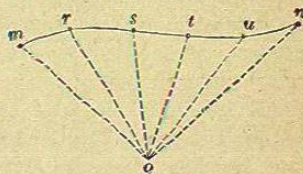


Fig. 217.

el primeramente obtenido, cambiando de sitio el nivel, si fuese necesario.

Se llaman planos ó mapas *topográficos* los planos ó mapas en los cuales se traza un número mayor ó menor de curvas de nivel equidistantes. Las cotas de estas diversas curvas son siempre *cotas redondas*, es decir que se expresan por números simples, como 10^m, 20^m, 30^m, etc., ó 100^m, 200^m, 300^m, etc. La diferencia constante de dos curvas de nivel consecutivas se llama la *equidistancia* de las curvas. En los mapas formados por el estado mayor francés en escala de $\frac{1}{40000}$ la equidistancia es de 20 metros; en la carta á $\frac{1}{80000}$, es de 40^m; y en el mapa de nivelacion general de Francia á $\frac{1}{80000}$, la equidistancia es de 100^m.

Claro es que un plano topográfico es la representacion exacta del terreno, en la que podrán conocerse todos los accidentes de la superficie del suelo, como si se poseyera un *plano en relieve*. Para convencerse de ello no hay mas que tener en cuenta que puede construirse el relieve de un terreno mediante el plano topográfico. Supongamos, para mayor exactitud, que la escala del plano sea de $\frac{1}{40000}$, y que la equidistancia de las curvas de nivel sea de 5 metros. En escala de $\frac{1}{40000}$, cinco metros corresponden á medio milímetro. Se toman hojas de carton de medio milímetro de espesor, sobre las cuales dibujaremos las curvas de nivel sucesivas. Sobre una tabla colocamos el carton en que está la curva mas baja cortada, sobre este colocamos el en que esté la segunda, y así sucesivamente la tercera, la cuarta, la quinta, etc., guardando ciertos puntos de referencia para la colocacion, segun estén en el mapa. De esta manera resultará una especie de escalera que se llama un relieve *en gradería*. Rellenando con cera la desigualdad que hay entre las curvas hasta obtener una superficie plana y continua, obtendríamos una imagen fiel del terreno con sus montañas, sus valles, ondulaciones de toda especie, imagen que se ha obtenido mediante las indicaciones del plano topográfico.

Con el propósito de dar á la configuracion del relieve mediante las curvas de nivel, no mas precision, pero sí mas expresion, los autores del mapa del estado mayor y muchos otros

topográficos han sustituido las curvas de nivel consecutivas por *líneas de sombra* comprendidas entre ellas y á ellas perpendiculares (fig. 218). En el mapa del estado mayor á $\frac{1}{80000}$, las líneas de sombra se separan la cuarta parte de su longitud, y son tanto mas gruesas, cuanto son mas cortas. Con este sistema el dibujo del relieve hiere mas á la vista, pero aumenta la dificultad de la lectura del mapa.



Fig. 218.

310. LECTURA DE LOS MAPAS TOPOGRÁFICOS. No nos ocuparemos de los signos convencionales adoptados para representar las diversas clases de tierras, bosques, praderas, viñedos, etc., vias de comunicacion, de curso de aguas, villas, aldeas, caseríos, casas aisladas, porque basta, para reconocer todos estos elementos sobre un mapa, tener á la vista la indicacion de los signos convencionales, que se halla en todos los tratados de topografía. Mas difícil es sin duda interpretar exactamente la carta en lo que se refiere al relieve del suelo.

Consideremos dos curvas de nivel consecutivas mn , $m'n'$, y sea aa' una pequeña línea perpendicular á la vez á las dos curvas (fig. 219). Una faja de terreno estrecha á lo largo de la anchura de aa' podrá asimilarse á un plano inclinado, y las horizontales de este plano se confundirán con las curvas de nivel cerca de los puntos a y a' . Por consiguiente la línea aa' será la línea de máxima pendiente de este plano (**308**); la pendiente del terreno á lo largo de aa' , será la relacion de la diferencia de las cotas de los puntos a y a' á su distancia horizontal aa' . Llamando p esta pendiente y e la equidistancia de las curvas de nivel, tendremos

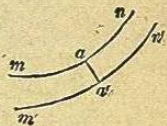


Fig. 219.

$$p = \frac{e}{aa'}$$

De aquí resulta que siendo e constante, la pendiente será

tanto mayor cuanto aa' sea mas pequeña, de donde se deduce que: *en un mapa topográfico la pendiente del suelo es tanto mas considerable cuanto las curvas de nivel están mas próximas*. En el sistema de líneas de sombras, las pendientes son tanto mas fuertes cuanto que dichas líneas son mas cortas, mas juntas y mas gruesas.

Si por el punto a' se traza una perpendicular comun á la curva $m'n'$ y á la siguiente, se obtendrá la línea de máxima pendiente de la porcion de terreno próximo aa' y comprendido entre estas dos curvas de nivel, y continuando así, se tendrá una línea sinuosa que será la de *máxima pendiente* del terreno; de todo lo cual concluiremos que *las líneas de máxima pendiente cortan las curvas de nivel en ángulo recto*.

Veamos ahora como pueden reconocerse sobre una carta los diversos accidentes del suelo, como colinas, mesetas, valles, etc.

La figura 220 representa un cerrete ó altura. Si la equidistancia es de veinte metros y la curva mas baja tiene la cota de 140 metros, dicho cerrete tendrá una cota comprendida entre 240 metros y 260 metros. Ordinariamente se marca el vértice por un punto al lado del que se escribe el nº que indica la cota. Sobre la misma figura se indica que la pendiente á lo largo de ab , es mas rápida que siguiendo la direccion cd y pueden calcularse las pendientes si se conoce la escala del plano. Una meseta difiere de una colina en que la parte superior no termina en un punto mas elevado que los que le rodean, sino en un espacio mas ó menos estenso que es horizontal. En este caso la curva de nivel mas alta en vez de encerrar un punto con su cota, contiene una línea de puntos que representa la *curva de la cresta* ó el borde de la meseta: la cota de esta curva debe indicarse.

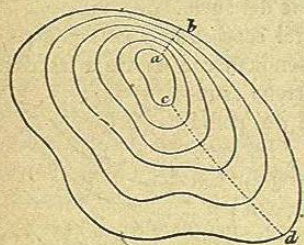


Fig. 220.

Para discernir facilmente los demás accidentes del suelo es

necesario saber trazar dos líneas llamadas *características*, y que son las líneas de *divisoria* y de *talwegs*. Las divisorias son líneas tales que no se puede uno separar á derecha ni izquierda sin descender, y lo contrario ocurre en los talwegs, esto es que no puede uno separarse sin remontar. En un

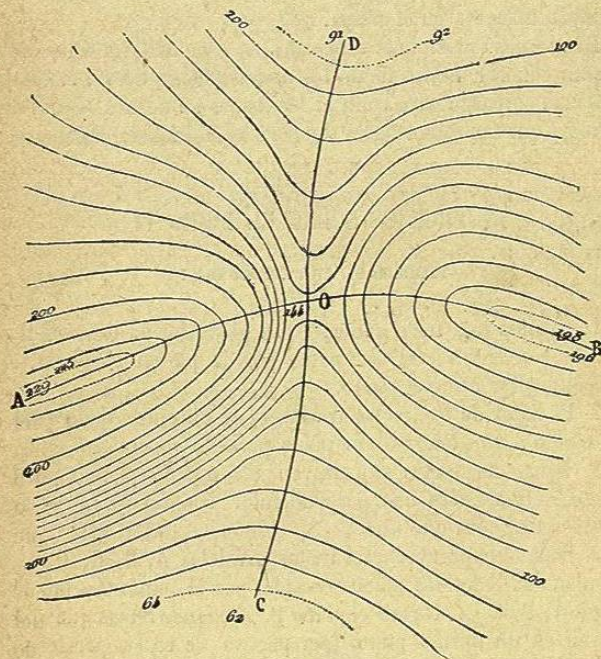


Fig. 221.

mapa, la línea divisoria es de tal naturaleza, que si se la sigue bajando, corta todas las curvas de nivel por su *concauidad*, como la línea AOB (fig. 221 y 222). El talweg por el contrario corta todas las curvas de nivel en su parte convexa cuando se baja á lo largo de ella, como la COD. Un talweg señala el fondo de un valle ó de una garganta, casi siempre ocupado por

una corriente de agua que recoge las de derecha é izquierda; las divisorias son las que dividen las aguas, y el terreno en *vertientes*.

El punto O en el que se cortan el talweg COD y la divisoria AOB es una *hoz*, y por tanto la hoz está siempre colocada en la interseccion del talweg y la divisoria, y la cotá de esta está siempre marcada en el mapa.

Remitimos á las obras especiales de esta materia á los que deseen conocer mas á fondo los mapas topográficos: lo dicho basta sin embargo para conocer los mapas á que nos hemos referido y que tan importantes son para los militares é ingenieros.

EJERCICIOS SOBRE EL LIBRO VI

TEOREMAS PARA DEMOSTRAR

1. Cuando una recta que corta un plano forma dos ángulos iguales con tres rectas que pasan por su pié en el plano, es perpendicular á dicho plano.
2. El lugar de las rectas trazadas por un punto dado paralelamente á un plano es otro plano paralelo al primero.
3. Dadas dos rectas situadas en un mismo plano, puede siempre trazárseles una perpendicular comun, y no se les puede trazar mas que una.
4. Dados un punto O, las rectas paralelas A, B, C, D... y un plano P, todos los planos trazados por el punto O y por las rectas A, B, C..., cortan el plano P, siguiendo rectas que concurren en un mismo punto (perspectiva de rectas paralelas).
5. Si dos rectas son iguales y paralelas, sus proyecciones sobre un mismo plano son también iguales y paralelas.
6. Si desde un punto del espacio se bajan perpendiculares sobre planos paralelos á una misma recta, el lugar de estas perpendiculares es un plano perpendicular á dicha recta.
7. Por una recta oblicua á un plano puede siempre trazarse un plano perpendicular á aquél, y no puede trázarsele mas de uno.

8. El ángulo agudo que una recta forma con su proyección sobre un plano es mas pequeño que el ángulo que dicha recta forma con cualquiera otra trazada por su pié en dicho plano.
9. Si desde un punto cualquiera se tiran perpendiculares á

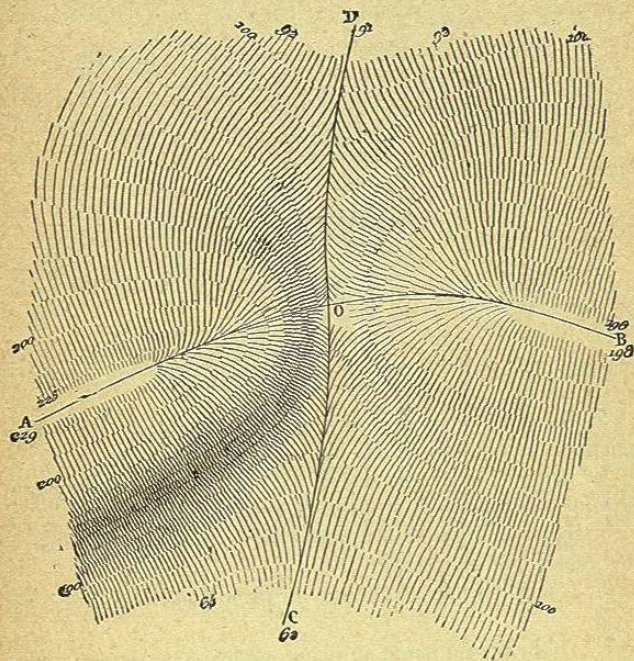


Fig. 222.

las dos caras de un diedro, el ángulo de estas perpendiculares es igual al ángulo plano del diedro ó es su suplemento.

10. En todo ángulo triedro los planos que dividen los tres diedros en dos partes iguales se cortan segun una misma recta.

11. Si por la bisectriz de las caras de un triedro se trazan planos perpendiculares á estas caras, estos planos se cortan siguiendo una misma recta.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

"ALFONSO REYES"

Año. 1625 MONTERREY, MEXICO

12. En todo ángulo triedro, los planos trazados por las aristas perpendicularmente á las caras opuestas se cortan según una misma recta.

13. Si por el vértice de un ángulo triedro y en cada cara, se traza una perpendicular á la arista opuesta, dichas tres rectas están en un mismo plano.

14. Si se corta un ángulo triedro trirectángulo OABC por un plano que encuentre las aristas en los puntos A, B, C, el cuadrado del área del triángulo ABC es igual á la suma de los cuadrados de las áreas de los triángulos OAB, OBC, OCA.

PROBLEMAS PARA RESOLVER

1. Trazar por un punto una recta que encuentre dos rectas no situadas en el mismo plano.
2. Hallar la condicion que deben cumplir dos rectas en el espacio para que por una de ellas pueda trazarse un plano perpendicular á la otra.
3. Hallar en el espacio el lugar geométrico de los puntos igualmente distantes de dos puntos dados.
4. Hallar el lugar geométrico de los puntos equidistantes de tres puntos dados y no situados en línea recta.
5. Hallar el lugar de los puntos del espacio equidistantes de dos rectas que se cortan.
6. Trazar por una recta dada un plano paralelo á otra recta dada.
7. Trazar por un punto un plano paralelo á dos rectas dadas.
8. Una recta se mueve siempre paralelamente á un plano P dado, y encuentra dos rectas dadas D y D' situadas de un modo cualquiera en el espacio. ¿Qué dirección seguirá á medida que se aleje indefinidamente del plano P? (Concurso general de Filosofía, 1869.)
9. Hallar el lugar geométrico de los puntos equidistantes de dos planos dados.
10. Cortar un ángulo poliedro de cuatro caras de modo que la sección sea un paralelógramo.

11. Hallar sobre el terreno la distancia desde un punto dado á otro inaccessible pero que se ve. Resolver el problema con la cadena y el grafómetro, con la cadena y la escuadra, con la cadena y la plancheta.

12. Determinar sobre el terreno la distancia á que se hallan dos puntos inaccesibles pero que pueden verse. Solucion con los varios instrumentos.

13. Prolongar una recta mas allá de un obstáculo que impide la vista. Solucion con varios instrumentos.

14. Determinar la anchura de un río que no puede atravesarse.

15. Determinar el diámetro de una torre redonda. Solucion con varios instrumentos.

16. Determinar con la cadena y el grafómetro la altura de una montaña sobre la llanura.

17. Sobre un mapa topográfico se traza una línea recta cualquiera y se desea el perfil del terreno siguiendo la alineación determinada por esta recta.

18. Trazado un camino en un mapa topográfico determinar la pendiente de las diversas secciones de dicho camino comprendidas entre dos curvas de nivel consecutivas.

19. Trazar sobre una carta topográfica un camino con una pendiente uniforme dada, á partir de un punto dado, y que termine cerca de otro punto determinado.