anterior B, es claro que la primera visual en que los vernieres indicaban g, se hallará en la dirección CM, paralela á AB puesto que $ABC = MCB = G - g$. Fijado el instrumento en esa posición se dirige su parte superior á D, y si llamamos G' su nueva indicación, como el punto de partida permanece dirigido hacia M, tendremos que $G' - g$ será el ángulo que CD forma con el primer lado AB. Dejando los vernieres en la graduación G' traslademos el goniómetro á D, y dirijámoslo por su movimiento general á C: entonces el punto de partida g quedará en la dirección DM'; luego si visamos el vértice siguiente E en virtud del movimiento de la parte superior, resulta también que siendo G'' su indicación, el ángulo $G'' - g$ será el formado por DE con el primer lado. Se prosigue así de vértice en vértice siguiendo la regla general de visar primero la estación que acaba de dejarse, por medio del movimiento general del instrumento sin alterar la última graduación obtenida, y en seguida la estación que sigue por medio del movimiento particular del telescopio y la alidada. Es claro que todas las lecturas deben hacerse con el mismo vernier, aun cuando para lograr mayor axactitud se tome el promedio de los minutos y los segundos que resultan de todos ellos; y también lo es que si la operación está bien ejecutada, llegando al último punto A, al dirigir la primera de aquellas visuales, deberá quedar el telescopio en la dirección de la línea AB, ó de su prolongación, según que sea par ó impar el número de vértices.

Es cómodo que la primera lectura g sea el *cero*, esto es, el punto en que coinciden los ceros del limbo y del nonius con que se anotan las graduaciones sucesivas $G\ G'$, etc., que serán en tal caso los ángulos mismos que se buscan. Si no fuere así, será preciso añadir 360° á esas indicaciones en aquellos casos en que resulten menores que g.

Debo hacer notar que en la marcha que he supuesto se va dejando el polígono á la izquierda, y que si se numeran las estaciones al paso que se van ocupando, resulta que en las de orden par, el punto de partida g queda dirigido hacia la derecha como sucede en C, E y A; mientras que en las de orden impar, como B, D y F, queda hacia la izquierda. Según esto, los ángulos obtenidos en el primer caso son los formados por los diversos lados del polígono con la *prolongación* del primero AB, y por el contrario, los que se obtienen en las estaciones impares son los formados con el lado mismo, esto es, considerando que el punto de partida g queda á la izquierda del observador en el sentido de su marcha. Esta aclaración es de importancia para evitar errores, pues siendo necesariamente suplementarios los dos ángulos que una línea forma con otra y con la prolongación de ésta, es preciso tomar en cuenta la dirección del punto de partida para no exponerse á invertir la de algunos de los lados cometiendo un error de 180°. El modo más sencillo de evitarlo, en mi concepto, es suponer que el punto de partida queda siempre á la izquierda, para lo cual basta sumar ó restar 180° á los ángulos obtenidos en las estaciones pares, según que éstos sean menores ó mayores que 180°. El primer caso se ve en el punto E, en el que la adición de 180° da el mismo resultado que si se hubiera medido el ángulo partiendo de la dirección Em'', y continuando hacia la derecha hasta EF. El segundo se ve en C pues que la substracción de 180° produce el ángulo $m\,CD$.

Aunque la adición ó la substracción de dos cuadrantes sea una operación muy sencilla, puede evitarse haciendo sobre el terreno mismo una corrección equivalente. Al ocupar cada estación después de la primera, si se invierte el telescopio antes de dirigir el instrumento al punto que acaba de dejarse, se obtendrá también la inversión del punto de partida. Así, por ejemplo, en C, si no se invierte el telescopio, hemos visto que la indicación g quedará dirigida hacia M; pero si se invierte antes de visar el punto B, resultará dirigida hacia m, y entonces, si después de fijado el instrumento, se dirige el telescopio á D, se obtendrá desde luego el ángulo $m\,CD$.

La inversión del anteojo en todas las estaciones puede hacerse ó bien quitándolo de sus apoyos, si la construcción del instrumento se presta á ello, como sucede en los teodolitos ingleses, ó bien solamente en virtud de su movimiento al derredor del eje horizontal, cuando los telescopios pueden dar una vuelta entera, como en los teodolitos americanos. A la verdad usando estos últimos, es inútil la inversión, porque generalmente su limbo está dividido en dos semicírculos, cada uno de los cuales tiene numerada la graduación de 0° á 180°, y por consiguiente cualquiera de sus divisiones tendrá la misma cifra que la diametralmente opuesta. Con esta disposición no se puede, pues, medir directamente ángulos mayores que dos cuadrantes, sin tener que hacer la adición de 180°; pero fácilmente se concibe que con una poca de atención, y sobre todo con el auxilio del croquis que debe irse formando á la simple vista al paso que se va avanzando en la operación, puede ponerse el ingeniero á cubierto de todo error y aun de duda respecto de la verdadera dirección de cada línea.

Obtenidos los ángulos que forman los diversos lados de una figura con una línea cualquiera, puede tomarse la dirección de ésta por uno de los ejes de coordenadas, y aplicar las mismas pruebas y compensaciones que se han explicado con motivo del uso de la brújula. Con esos datos solamente, es cierto que el polígono no quedará orientado; pero si se enlaza con un lado trigonométrico ó con cualquiera otra línea que lo esté, se logrará el mismo resultado que si se hubieran medido directamente los azimutes de sus lados.

150. Los teodolitos ingleses y americanos que por lo común tienen una brújula de buenas dimensiones, se prestan muy bien á la aplicación de este método, consiguiéndose, á la vez que la orientación del polígono, la ventaja de obtener los ángulos con más exactitud y de eliminar los efectos de las desviaciones variables de la aguja. Todo consiste en tomar por línea fija la dirección del meridiano magnético, tal como la indica la brújula en la primera estación que se ocupa, y en medir después los azimutes con la graduación misma del teodolito. Entremos en algunos detalles.

Puesto en *cero* el teodolito, se nivela y se le comunica después su movimiento general hasta que la aguja señale también el *cero* de su graduación, en cuya posición se fija el instrumento. Es claro que su telescopio, paralelo á la línea NS de la brújula, se tendrá entonces situado en el plano del meridiano magnético; luego si se dirige á un punto cualquiera en virtud de su movimiento independiente del de la parte inferior del teodolito, la graduación señalará el azimut magnético de su nueva dirección, puesto que el *cero* del limbo ha permanecido invariable. La misma operación repetida en cada uno de los

vértices del polígono suministraría los rumbos de los lados; pero tendría el inconveniente de que si en alguna de las estaciones se hacía sentir la influencia de una causa local de atracción, los azimutes quedarían erróneos, y para corregirlos sería preciso medir el directo y el inverso, procediendo como se ha explicado en el número 148. Por esto es preferible seguir el método expuesto en el número 149, estableciendo el teodolito en cada vértice de manera que la dirección del *cero* queda paralela á la que tenía en la primera la estación. La figura 105 indica la marcha de la operación, que se supone comenzada en el vértice 1, y ejecutada con un teodolito cuya graduación está numerada desde 0° hasta 360°. Los arcos punteados señalan la posición en que se coloca el instrumento, esto es, con la misma indicación que tenía en la estación precedente; y los arcos continuos indican los azimutes medidos, visando el vértice que sigue, y contados siempre hasta 360° de izquierda á derecha. Se ve que, en las estaciones impares, el *cero* queda dirigido hacia el Norte, y en las pares hacia el Sur, por lo cual, según la regla establecida, á las indicaciones que se obtienen en estas últimas, debe sumárseles ó restárseles 180°, según que sean menores ó mayores que dos cuadrantes. Si en todos los vértices, excepto el primero, se invierte el telescopio para dirigirlo al punto que precede, se obtendrá desde luego la inversión del *cero*, que quedará invariablemente dirigido hacia el Norte, y se evitará la corrección.

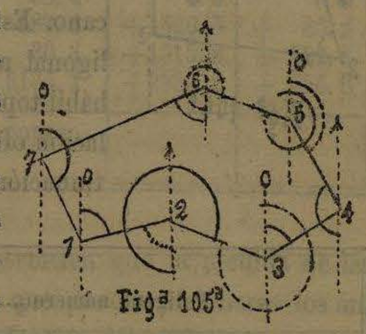


Fig.ª 105ª

Es muy útil ir anotando también las indicaciones de la aguja tanto porque su comparación con los azimutes obtenidos da á conocer si en alguna estación se desvía de su dirección normal, como porque suministra una prueba de las lecturas del limbo, y facilita la designación del cuadrante en que está el punto observado, la cual puede irse haciendo sobre el terreno mismo.

Los teodolitos americanos son muy propios para seguir este método, porque como he dicho, tienen su graduación numerada por semicírculos, y sus nonius son dobles, quiere decir, permiten la lectura desde su centro á uno y otro lado. Con estos instrumentos no se tiene necesidad de invertir el telescopio, y se pueden obtener directamente los azimutes contados por cuadrantes como lo manifiesta la fig. 106ª, que representa uno de los muchos polígonos levantados por el ingeniero D. Manuel Fernández haciendo uso de un *transit* americano. Este trabajo forma parte del sistema poligonal aplicado en grande escala por aquel hábil topógrafo en terrenos en que la triangulación ofrecía muchas dificultades. Van á continuación los datos referentes á la fig. 106ª

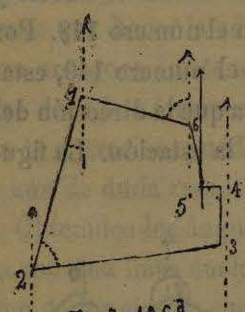


Fig.ª 106ª

Polígono número......... levantado con teodolito.

Estaciones.	RUMBOS.	Distancias.	*N*	*S*	*E*	*O*
1	1°58 *S O*	4352^{m}2	,,	4349^{m}6	,,	149^{m}0
2	81 3 *N E*	3986. 8	620^{m}4	,,	3938^{m}2	,,
3	1 19 *N O*	1527. 3	1526. 9	,,	,,	35.1
4	88 59 *S O*	587. 2	,,	10 4	,,	587.1
5	1 14 *N O*	1420. 2	1419. 8	,,	,,	30. 5
6	75 46 *N O*	3234. 1	795. 2	,,	,,	3134. 8
Sumas............		15107^{m}8	4362^{m}3 4360. 0	4360^{m}0	3938^{m}2	3936^{m}5 3938. 2
Diferencias.......		....	2^{m}3	....	....	1^{m}7

Se ve que los rumbos se han tomado con la aproximación de 1′ que daba el instrumento, por lo cual se calculan por interpolación las proyecciones de los lados haciendo uso de la Tabla de coordenadas como se dijo en el número 146.

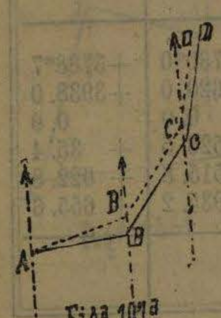
Haciendo la compensación, se obtendrán las siguientes proyecciones correctas y las coordenadas referidas á la estación 3 en que he supuesto el origen:

Estaciones.	*N* +	*S* −	*E* −	*O* +	*y*	*x*
1	,,	4350^{m}0	,,	149^{m}3	+3730^{m}0	+3788^{m}7
2	620^{m}0	,,	3938^{m}0	,,	− 620. 0	+3938. 0
3	1526. 5	,,	,,	35. 4	0. 0	0. 0
4	,,	10. 7	,,	587. 4	+1526. 5	+ 35. 4
5	1419. 4	,,	,,	30. 8	+1515. 8	+ 622. 8
6	794. 8	,,	,,	3135. 1	+2935. 2	+ 655. 6
Sumas...	4360^{m}7	4360^{m}7	3938^{m}0	3938^{m}0		

Si las circunstancias del terreno permiten que la medida de las líneas corresponda á la exactitud con que pueden obtenerse los ángulos azimutales por medio de la graduación del teodolito, es seguro que el sistema poligonal debe dar muy buenos resultados, sobre todo, cuando se consigue que los diversos polígonos queden perfectamente enlazados entre sí.

Cuando se aplica con extensión el sistema poligonal, es posible convertirlo en un sistema de triángulo, aunque no creo que haya en ningún caso gran interés práctico en hacerlo. La conversión se hace fácilmente valiéndose de las coordenadas de los vértices de los polígonos, para aplicar las fórmulas del número 113, puesto que suministran la distancia comprendida entre dos puntos de coordenadas conocidas, así como la dirección de esas líneas. La combinación de las direcciones da á conocer en seguida los ángulos que forman entre sí los diversos lados de la red trigonométrica en que se resuelve la poligonal.

Es claro que una vez obtenidas las coordenadas de todos los vértices de un polígono, según se ha explicado en este Capítulo, debe adoptarse de preferencia el método de construcción por medio de esos elementos; pero aun en el caso de que se construyan los polígonos por medio de los rumbos y las longitudes de sus lados, siempre se obtiene respecto de los levantamientos con el grafómetro, la ventaja de que si se comete un pequeño error de construcción, la desviación de los lados existe, pero no se aumenta. La figura 107ª, manifiesta que si al trazar el rumbo del lado $A\,B$, se cometió un error que ha trasladado el punto B á B', en este último se construirá el azimut de la línea siguiente, la cual resultará paralela á $B\,C$. Lo mismo sucederá en los vértices siguientes, de modo que el polígono obtenido $A\,B'\,C'\,D'$ tendrá desde B' sus lados paralelos á los del verdadero $A\,B\,C\,D$, etc. En las mismas circunstancias, vimos que con el grafómetro los alineamientos se iban separando gradualmente de los del polígono exacto, á causa de la necesidad de valerse de cada línea trazada para trazar la siguiente. Así, pues, el método de observar rumbos ó direcciones independientes, ofrece esa nueva ventaja respecto del otro en que se miden directamente los ángulos del polígono.

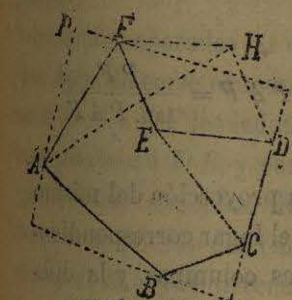


Figª 107ª

151. La comprobación de las operaciones de campo, comparando las proyecciones de los lados del polígono sobre dos ejes rectangulares, puede aplicarse siempre que se midan todos los ángulos y todas las distancias. En otro lugar tuve ocasión de decir que la omisión de un lado y de un ángulo no impediría la completa determinación de la figura, en el supuesto de que todas las medidas fuesen exactas; así como en la misma hipótesis tampoco la impediría la omisión de la medida de un ángulo en cada triángulo de una cadena; pero también he dicho que, en la práctica, nunca puede admitirse tal suposición, y precisamente por eso se recogen ciertos datos adicionales que comprueban si los elementos estrictamente indispensables llenan las condiciones geométricas de la figura. Pero sucede muchas veces que por una equivocación, un descuido, ó por presentarse obstáculos difíciles de vencer, se omite la adquisición de esos datos adicionales, y entonces, aunque no es posible comprobar las operaciones, puede sin embargo determinarse la figura admitiendo forzosamente que

todas las medidas son exactas. No aconsejaremos por cierto á un ingeniero que deliberadamente deje de recoger todos los medios de comprobación que se le presenten; pero me parece conveniente trazarle el método que debe aplicar para suplir la omisión de los elementos adicionales, cuando por causas independientes de su voluntad, no pueda sujetarse al precepto general de recogerlos.

Para el suplemento de los elementos que falten es preciso admitir, como dije antes, que la figura llena todas sus demás condiciones geométricas; así, por ejemplo, si en un polígono se ha omitido la medida del último lado y del último ángulo, tendremos necesidad de suponer para suplirlos, que los demás elementos conocidos, más los incógnitos son tales, que proyectando todos los lados sobre dos ejes rectangulares, son iguales las sumas de las proyecciones opuestas que forman los lados paralelos del rectángulo circunscrito. Partiendo de esa hipótesis, siempre es posible suplir dos de los elementos que constituyen el polígono, esto es, ángulos y lados; así es que el problema puede reducirse á los tres casos generales siguientes: 1º Suplir la omisión de un ángulo y de un lado. 2º Suplir dos lados. 3º Suplir dos ángulos. Trazaré la resolución de los tres casos valiéndome del método de las proyecciones, pues se ha visto (núm. 135) que siempre se pueden elegir dos ejes cualesquiera, y deducir los ángulos que forman con ellos los lados del polígono.



Figª 108ª

Primer caso. Si se ha dejado de medir la longitud y la dirección de un solo lado, tal como $D\,E$ (figura 108ª), calcúlense las proyecciones de los demás, y en seguida las coordenadas de todos los vértices del polígono. Las diferencias de coordenadas de los extremos D y E de la línea que falta, permitirán aplicar las fórmulas siguientes, que ya se han aplicado en otra ocasión:

$$\text{tan. } u = \frac{x}{y} \qquad k = \frac{x}{\text{sen. } u} = \frac{y}{\text{cos. } u}$$

De este modo se obtienen la dirección y la longitud de $D\,E$, siendo x la diferencia de abscisas de sus extremos, é y la de sus ordenadas. Una vez conocidos esos elementos fácilmente se deducen los ángulos que DE forma con los lados adyacentes CD, y EF, puesto que u es el que DE forma con el eje arbitrario, al cual están también referidas las direcciones de los otros lados.

Si se ha omitido la medida de un lado CD y la dirección de otro DE adyacente al primero, se aplica la misma resolución para obtener la longitud y la dirección de la línea CE que une los extremos de los otros lados. Después en el triángulo CDE se conocerán los lados CE, ED y el ángulo en C, por lo cual podrán determinarse sus otros elementos CD y CDE.

Cuando las omisiones no afectan los lados contiguos, sino que, por ejemplo, se ha dejado medir la distancia CD y la dirección de AF, lo que debe hacerse es suponer que uno de los ejes de coordenadas coincide con la línea incógnita CD, y calcular las proyecciones de los demás lados DE, EF, AB y BC, inscribiendo sus valores en las cuatro columnas tituladas N, S, E, O, en el número 145. Sumando los números de las dos últimas, en que supongo inscritas las proyecciones sobre el eje perpendicular á CD, se hallará entre las dos sumas una diferencia que no es otra cosa más que la proyección del lado AF cuya dirección no se conoce. Esta diferencia está representada en la figura por la línea PF, y en el triángulo rectángulo AF P, tendremos:

$$\text{sen.}\, PAF = \frac{FP}{AF} \qquad AP = AF \cos.\, PAF = \frac{PF}{\tan.\, PAF}$$

ecuaciones que dan la dirección incógnita y la proyección del mismo lado sobre el otro eje. Inscrita esta última en el lugar correspondiente, se suman las cantidades de las dos primeras columnas, y la diferencia que se encuentre entre ambas sumas es evidentemente la longitud CD del lado incógnito.

Segundo caso. Si los lados que han dejado de medirse son contiguos como CD y DE, se proyectan todos los demás y se determina como en el primer caso, la longitud y la dirección de CE. Entonces en el

triángulo CDE se conoce un lado y los ángulos, por cuyo medio se calculan los otros dos lados.

Cuando los lados incógnitos están separados, como sucedería si no se hubieran medido las distancias CD y AF, se supone que el eje coincide con una de ellas CD, y se proyectan los demás lados como en el primer caso, inscribiendo las proyecciones en cuatro columnas. Sumadas las cantidades contenidas en las dos últimas, darán por diferencia la proyección PF, y en el triángulo rectángulo PAF conoceremos un lado y el ángulo opuesto, que es la dirección de AF. Podremos, pues, calcular la hipotenusa y el otro lado por las ecuaciones:

$$AF = \frac{PF}{\text{sen.}\, PAF} \qquad AP = AF \cos.\, PAF = \frac{PF}{\tan.\, PAF}$$

Inscribiendo el valor de AP, y sumando los números de las dos primeras columnas, se obtendrá por diferencia el valor del otro lado incógnito CD.

Tercer caso. Cuando son contiguos los lados cuya dirección no se conoce, se procede como en el primer caso para calcular la línea que une sus extremos. Siendo, por ejemplo, CD y DE esos lados, se determina la longitud y la dirección de CE, con lo cual en el triángulo CDE se conocerán los tres lados y podrán calcularse los ángulos.

Si están separadas las dos líneas cuya dirección se ha omitido, lo que debe hacerse es reducir este caso al anterior, de esta manera: sean DE y AF los lados de que se trata; por F supóngase trazada una paralela á DE, y por D otra á la línea FE cuya longitud y dirección son conocidas. Entonces, adoptando un sistema cualquiera de ejes, se podrán determinar las proyecciones de los lados AB, BC, CD y DH cuyas direcciones y longitudes se conocen, y por consiguiente, las coordenadas de los vértices A, B, C, D y H, con lo que se tienen los datos necesarios para determinar la línea que une los puntos extremos A y H. En el triángulo AFH, cuyos tres lados serán conocidos, se pueden determinar los ángulos, que combinados con la dirección de AH, dan á conocer las de AF y FH ó DE.

Tales son otras de las muchas aplicaciones del método de coordenadas, cuya gran utilidad espero que ya habrá apreciado el lector.

152. Después de haber explicado el uso de la brújula, poco queda que decir respecto del modo de aplicarla á los levantamientos por el método de intersecciones. La marcha general que debe seguirse en este procedimiento se ha expuesto con suficiente amplitud en los Capítulos precedentes, y juzgo inútil entrar en nuevos detalles que no serían más que repeticiones de lo que allí se dijo. La brújula, en atención á la poca exactitud de sus lecturas angulares, no es muy propia para situar por intersecciones los puntos algo distantes de las bases ó directrices; aunque tiene la ventaja de suministrar directamente los ángulos azimutales que pueden servir para determinar las coordenadas de los objetos visados, aplicando el método de cálculo expuesto en el número 111, que es bastante sencillo. Para reunir esta ventaja á la de la exactitud angular, me parece que tratándose de puntos distantes, lo mejor será hacer uso de la graduación del teodolito para obtener los rumbos de las visuales, como se ha explicado en los párrafos anteriores. Esto no obstante, cuando las bases ó directrices han podido ligarse de manera que formen un polígono medido con toda la precisión posible, creo que con la brújula sola podrán situarse bastante bien los demás detalles del terreno por el método de intersecciones, dirigiéndoles dos ó más visuales desde los vértices del polígono fundamental.

153. Réstame sólo exponer el modo de determinar la declinación de la aguja magnética, por ser un dato indispensable para referir las orientaciones al meridiano astronómico, y exigirlo la ley de 2 de Agosto de 1863. Esa cantidad puede hallarse trazando la meridiana por cualquiera de los métodos que se han explicado en el Capítulo V, y midiendo con la brújula su azimut magnético, el cual no es otra cosa más que la declinación. En general, conociendo el azimut astronómico de una línea cualquiera y el magnético que da la aguja, su diferencia será la declinación, que puede suponerse constante en una extensión de terreno bastante considerable. Si el meridiano astronómico queda al Occidente del magnético, partiendo del Norte, como

se verifica al presente en toda la República, la declinación es oriental, y en el caso contrario occidental.

La ley antes citada exige, no sólo el valor de la declinación, sino además, la fecha en que se ha obtenido, pues es una cantidad que, aunque lentamente, va variando con el transcurso del tiempo. En la actualidad parece que está decreciendo en nuestro país, aunque probablemente no en todas partes de una manera uniforme. En nuestros Estados septentrionales el decremento anual es acaso de $2'$, mientras que en la capital he hallado $1'.4$ y en los Estados meridionales debe ser menor todavía, porque la variación anual decrece con la latitud.

Cuando se mide la declinación con dos ó más brújulas comunes, rara vez se encuentran los mismos resultados, á causa de que muchas veces sus *ejes magnéticos*, esto es, las líneas que unen los dos polos del imán, no coinciden exactamente con sus ejes de figura, y esto da por resultado discordancias superiores á los errores posibles de lectura. Las brújulas más propias para esta clase de observaciones son las susceptibles de invertirse, bien sea que estén suspendidas en el centro del limbo por medio de un hilo sin torsión, ó bien que su chapa esté construída de manera que pueda apoyarse por sus dos caras opuestas en el pivote que la sostiene. Sea en efecto NS (fig. 109ª) la dirección del eje magnético, y AB el eje de figura; el rumbo verdadero que debía indicar la brújula, suponiendo su *cero* en N', es $N'CN = x$, mientras que el que se obtiene es: $ACN' = x - e$. Si se invierte la aguja, su eje magnético no cambiará de dirección; pero el de figura quedará en $A'B'$, siendo $A'N = NA = e$. La nueva lectura obtenida es, pues: $A'CN' = x + e$, y tomando el promedio se tendrá:


Fig. 109ª

$$x = \tfrac{1}{2}(N'CA + N'CA')$$

Las dos lecturas $N'CA$ y $N'CA'$ deben ser también los términos medios de las indicaciones de ambas puntas de la aguja, pues hemos visto que es el modo de corregir algún pequeño error de excentricidad que tenga el pivote.

El hecho de que diversas brújulas comunes que se comparan no den exactamente el mismo resultado, no es por supuesto un obstáculo para hacer uso de ellas. Lo que interesa es que cada ingeniero sepa cuánto es lo que declina su aguja en la región donde trabaja, aunque esta cantidad no sea exactamente la declinación que corresponda á ese lugar; porque de un modo ó de otro siempre tiene el medio de hacer bien sus orientaciones. Para disminuir en parte el trabajo de la medida directa de la declinación, sería conveniente que en las capitales de los Estados y en otras ciudades de importancia, se mandasen trazar permanentemente los meridianos astronómicos en una extensión de 500 á 1000 metros, y que la ley impusiera á los topógrafos el deber de comparar sus brújulas con el meridiano, á fin de obtener sus declinaciones periódicamente, al menos antes y después de practicar una medida. De esta manera se reunirían también numerosos datos respecto del magnetismo terrestre en nuestro país.

CAPITULO XV.

DE LA PLANCHETA.

154. La *plancheta* es un instrumento que, más bien que el nombre de goniómetro, merece el de *goniógrafo*, en atención á que permite la construcción de los ángulos formados por dos ó más direcciones, sin dar á conocer sus amplitudes expresadas en medidas angulares. Consiste en un cuadrado de madera *A* (fig. 110ª) de 6 á 8 decímetros por lado, y sostenido en un tripié por medio de un juego *C* de tornillos, que permiten colocar su parte superior en un plano horizontal. Se emplea para esto un nivel portátil que se coloca sobre la plancheta, y se mueven los tornillos hasta conseguir que en dos posiciones rectangulares la burbuja ocupe la parte central del tubo. A falta de nivel, se hace uso de una pequeña esfera de piedra ó de marfil, que indica la horizontalidad de la plancheta cuando permanece inmóvil en su centro.

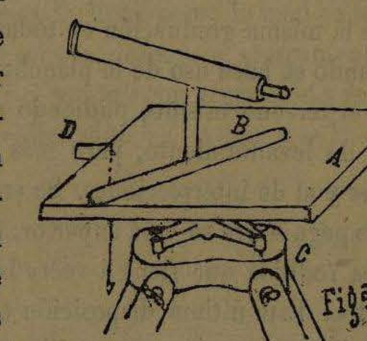


Fig.ª 110ª.

Los accesorios casi indispensables de este instrumento son una alidada *B*, provista de pínulas, ó de telescopio, y una brújula llamada comunmente *declinatorio*. La alidada se compone de una regla de metal que puede colocarse en cualquiera dirección sobre la plancheta-