debe atenderse á los signos para evitar equivocaciones. En el segundo término se tomará el signo superior ó el inferior según que u sea menor ó mayor que 180°, y en cuanto á c se tomará positivo siempre que lo sea x, quiere decir: siempre que el meridiano cuya convergencia se desea hallar esté al Occidente del que sirve de punto de partida. Supongamos, por ejemplo, que en Y se hubiera obtenido por la observación directa:

$$\text{az. } YR = u = 279^\circ\, 18'\, 12''.$$

y que quisiésemos hallar su inverso $u' = \text{az. } RY$. Siendo Y el punto de partida, la proyección del lado YR sobre la perpendicular á la meridiana, sería negativa, esto es: $x = -9557^m$, y tendremos:

$$\begin{array}{ll} F \ldots\ldots\ldots\ 8.1298 & u - 180^\circ = 99^\circ\, 18'\, 12'' \\ x \ldots\ldots\ldots\ 3.9803- & c = \quad -2\ \ 9 \\ \hline c \ldots\ldots\ldots\ 2.1101- & u' = 99^\circ\, 16'\, 3'' \end{array}$$

que fué el mismo resultado que obtuvimos partiendo de J.

CAPITULO VIII.

CONSTRUCCIÓN DEL PLANO DE LA TRIANGULACIÓN.

105. La serie de operaciones descritas hasta aquí nos ha proporcionado todos los elementos necesarios para proceder á la construcción del plano, ó lo que es lo mismo, á la formación de una figura semejante á la que abraza la red trigonométrica. La construcción de los planos, que se designa algunas veces con el nombre de *planografía*, es una operación realmente muy sencilla en cuanto á su parte teórica; pero cuyo resultado final, aunque depende en gran manera de la habilidad del dibujante, depende también de la precisión de los instrumentos y de los métodos que adopte, y por eso me parece oportuno trazar algunas reglas para la mejor elección de unos y otros, recomendando desde luego al lector la ejecución material de todas las operaciones, que es el único modo de adquirir la práctica necesaria para reducir al menor valor posible los errores inherentes á toda operación gráfica.

El simple hecho de que en una red trigonométrica se conozcan por la observación directa todos los ángulos de los triángulos componentes ó elementales, basta para dar á conocer la facilidad con que puede construirse una figura que le sea semejante, si bien el conocimiento único de aquellos datos no da los medios de ejecutar la construcción con arreglo á una *escala* ó relación determinada de antemano. Por el contrario, el conocimiento adicional de las distancias entre los vértices, permite fijar la escala, escoger deliberadamente el tamaño del papel, y finalmente, hacer del plano una copia fiel del terreno, en la cual se pueden estimar, no sólo las direcciones, sino también las distancias.

La escala, según dijimos en otra parte, es la relación que existe entre la longitud de las líneas en el plano y la correspondiente en el terreno, tomando la primera por unidad, y se representa generalmente por una fracción de la forma $\frac{1}{r}$. Según esta definición, dada la distancia L en el terreno, la equivalente en el papel será: $l = \frac{L}{r}$, y recíprocamente, si l es una línea medida en el plano, representará una longitud $L = l\,r$, refiriéndose siempre l y L á la misma unidad métrica.

La escala $\frac{1}{r}$ puede ser enteramente arbitraria, y para su elección se atiende en primer lugar al objeto á que está destinado el plano que se va á construir, y en segundo lugar al tamaño que sea conveniente darle. Si se trata, por ejemplo, de estudiar un proyecto de conducción de aguas, del trazo y construcción de un camino, ó de cualquiera otro objeto que demande la estimación de las distancias con la mayor precisión posible, debe prescindirse del tamaño del plano, y elegirse una escala considerable, que permita señalar los menores detalles, aunque para conseguirlo sea preciso hacer la construcción por partes en diversas hojas de papel. Si por el contrario, sólo se desea representar los accidentes más notables de un terreno extenso, no hay inconveniente en adoptar una escala más pequeña, fijando entonces la atención en la comodidad que resulta de que el plano no sea muy grande. Por lo común, los planos verdaderamente topográficos no se construyen, sino excepcionalmente, con escalas mayores que $\frac{1}{5000}$ ni menores que $\frac{1}{100000}$; y acaso las más usadas están comprendidas entre $\frac{1}{20000}$ y $\frac{1}{50000}$.

Una vez que en virtud de las consideraciones que preceden, ha elegido el ingeniero la relación más conveniente, puede proceder á la construcción gráfica de la *escala decimal*, por medio de transversales, tal como se enseña en todos los tratados de Geometría, y de esta manera queda en aptitud de tomar sobre ella con un compás, cualquiera distancia que deba figura en el plano. El objeto de construir la escala decimal es el de evitar la necesidad de ejecutar la división $\frac{L}{r}$ para hallar la magnitud l que debe tener cada línea en el plano; pero atendiendo por una parte á que tales divisiones son sumamente sencillas, puesto que el número r consta de uno ó cuando más de dos guarismos seguidos de *ceros*, siendo muchas veces una potencia cualquiera de 10; y por otra, á que en la escala decimal se borran con facilidad las intersecciones de las líneas á causa del uso frecuente de las puntas del compás, se convendrá en que es tal vez preferible eliminar siempre el uso de la escala decimal, sustituyéndola con el *doble-decímetro*, que es una regla de $0^m.2$ dividida en milímetros ó en medios milímetros, y cuyos bordes en forma de bisel, permiten la aplicación inmediata de las divisiones sobre las líneas, y por consiguiente, la apreciación de cantidades pequeñísimas.

Cuando r es la unidad seguida de ceros, la sencillez de las divisiones por r es tal que no necesita explicación alguna; y en el caso de que en lugar de la unidad haya otra cifra, se reduce al anterior por medio de sencillas operaciones aritméticas. Así, por ejemplo, si la cifra significativa es 5, la división equivale á multiplicar por 2 y separar el producto tantos guarismos como contenga r, esto es, $\frac{L}{5000}$, $\frac{L}{50000}$, etc., equivalen respectivamente á $0.0002\,L$, $0.00002\,L$, etc.

En otra ocasión (núm. 37) hemos considerado á la décima parte de un milímetro como el límite de la extensión que puede apreciarse con alguna seguridad en el plano; y de esto se deduce que al ejecutar las divisiones por r no es prácticamente útil llevar la aproximación más allá de la cuarta decimal de metro. Si por ejemplo, se tuviese una línea de 268^m, quedará representada en la escala de $\frac{1}{10000}$ por 0^m0268; pero siendo la escala de $\frac{1}{50000}$ deberá tomarse $0^m.0054$ para representarla, aunque la división exacta dé 0^m00536.

En la planografía los instrumentos más usados son las reglas y las escuadras, además de los compases, lápices, grafios, etc. El manejo de estos instrumentos y la enseñanza de todas sus aplicaciones, más que á la topografía, corresponde á los cursos de delineación; por consiguiente, sin entrar en otros detalles ajenos de este lugar, me limitaré á recomendar al dibujante que tenga el mayor cuidado en la elección de sus instrumentos, la cual no debe hacerse sin previa comprobación. La de las reglas consiste en trazar una línea con ellas, é invertir después la regla, de manera que si al principio estaba á la derecha de la línea, en la segunda posición quede su mismo borde á la izquierda. Si en los dos casos el borde coincide en toda su extensión con la línea trazada, se tiene una prueba de que aquel es bien recto. De una manera análoga se comprueba una escuadra: puesto uno de los lados del ángulo recto en coincidencia con una línea, se traza otra á lo largo del segundo lado; se invierte en seguida la escuadra, y si en su nueva posición continúa coincidiendo á la vez con ambas líneas, el ángulo de la escuadra será exactamente de 90°.

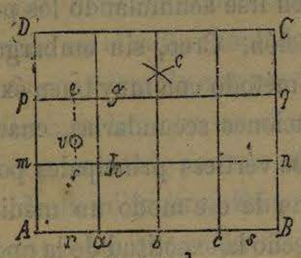
106. Pasemos ahora á la construcción del plano. Como en la triangulación se determinan por la observación directa todos los ángulos y por lo menos uno de los lados de la red, parece á primera vista que no se necesitarían más datos para proceder á la formación de una figura semejante; pero estos elementos que en teoría son los estrictamente necesarios, están muy lejos de proporcionar en la práctica toda la exactitud que se requiere. En efecto, prescindiendo de la precisión, siempre limitada aunque suficiente, con que se puede trazar la base, la construcción de los ángulos sobre el papel, aun suponiendo la mayor habilidad de ejecución, resulta de una exactitud mucho menor que aquella con que se obtienen en el terreno. El mejor método para construir los ángulos es sin duda alguna el de las cuerdas que se explicó en el núm. 68 con motivo de la formación del croquis; pero se comprende desde luego que no pudiéndose estimar una cuerda más que con la aproximación de $0^m.0001$ que antes hemos fijado como límite, debe resultar un error angular tanto mayor cuanto más pequeño sea el radio adoptado en la construcción. Comunmente el radio más considerable que puede usarse es de $0^m.2$, y aun en este caso el cálculo indica que, en el arco trazado, un espacio angular de 5′ queda representado por una extensión que apenas excede de la cuarta parte de un milímetro. En consecuencia, la incertidumbre de un diezmilímetro con que se puede apreciar la cuerda, produce un error de 2′ por lo menos en el ángulo; y fijándose de esta manera el primer punto trigonométrico desde los extremos de la base, su posición resulta necesariamente más ó menos errónea, siendo el error más y más perceptible al paso que aumenta la longitud de los lados. Si el error de posición se limitara solamente al punto así situado, no sería tan grande el inconveniente, con tal que la construcción se hiciese con el mayor esmero posible, y que fuesen pequeños los lados trigonométricos; pero sucede todo lo contrario, puesto que el primer punto sirve para establecer el que sigue, éste á su vez para situar otro, y así sucesivamente; de tal manera que combinándose y propagándose todos los diversos errores individuales, es natural que influyan notablemente en las posiciones de los últimos vértices de la cadena. Estas consideraciones son en mi opinión suficientes para demostrar los defectos de este procedimiento, que sólo puede aplicarse con buen éxito para construir planos en pequeña escala, y siempre procurando hacer uso del mayor radio posible para trazar los ángulos por medio de sus cuerdas. Es también el que se aplica de preferencia para la construcción de los croquis, en atención á que para éstos proporciona la exactitud necesaria, con la gran ventaja de valerse nada más de los datos que suministran inmediatamente las operaciones de campo.

Eliminada la construcción de los ángulos, el medio que ocurre en seguida naturalmente, es el de servirse de los lados trigonométricos tales como se obtienen por la resolución de los triángulos. Este método es sin duda preferible al anterior, tanto por su más fácil ejecución, como porque las líneas rectas pueden trazarse en general con más exactitud que los ángulos; pero presenta también el gran inconveniente de que cada vértice situado tiene que servir para fijar la posición del que le sigue, y por tanto deben irse acumulando los pequeños errores inevitables de la construcción. Creo, sin embargo, que un dibujante hábil puede aplicar este método con muy buen éxito, sobre todo para construir las triangulaciones secundarias, cuando habiéndose establecido la posición de los vértices principales por el procedimiento que voy á indicar, se tiene de ese modo un medio directo de ir comprobando de trecho en trecho la exactitud de la operación.

Los defectos de los dos métodos precedentes nacen de la dependencia que necesariamente existe entre las posiciones de todos los vértices, y el modo de evitarla consiste en situar cada punto por medio de sus coordenadas. Es indudable, en efecto, que aunque la apreciación de las coordenadas esté sujeta al mismo límite de incertidumbre que la de una cuerda ó la de un lado trigonométrico, también en cambio el error efectivo en la posición del punto es de la misma magnitud que el que haya en aquella apreciación, y no puede propagarse, puesto que la situación de los demás vértices depende únicamente del valor de las coordenadas que les corresponden, sin referencia alguna á los puntos establecidos anteriormente.

107. La construcción por el método de las coordenadas, consiste en trazar sobre el papel una serie de líneas paralelas y equidistantes, divididas en dos sistemas, que son perpendiculares entre sí, y cuyo conjunto, llamado *cuadrícula*, se compone por consiguiente, de una serie de cuadrados exactamente iguales. Uno de esos sistemas está destinado á representar las meridianas, el otro sus perpendiculares, y sobre ellos se toman las distancias coordenadas reducidas á la escala del plano. Se concibe desde luego que la exacta construcción de la cuadrícula es el objeto más importante para alcanzar toda la precisión de que es susceptible este método, y por eso me parece necesario asentar algunas reglas para hacer y comprobar su trazo.

Por regla general, las líneas de la cuadrícula deben trazarse paralelamente á las orillas del papel, suponiendo el Norte colocado en su parte superior; aunque en muchos casos la forma especial del terreno lo exige de otro modo, sin que esto pueda reputarse por un defecto en los planos. Se comienza por trazar una línea recta $A\ B$ (fig. 50ª), ya sea en el centro del papel ó ya cerca de una de sus orillas, y se divide cuidadosamente en partes iguales $A\ a$, $a\ b$, $b\ c$, etc., comunmente de un decímetro. Por cada uno de los puntos de división se levantan perpendiculares á la recta primitiva, y las perpendiculares extremas $B\ C$ y $A\ D$ se dividen también en partes iguales á las de aquella.



Figª 50ª

Estos nuevos puntos de división, unidos cada uno á su corres-

pondiente, determinan el segundo sistema de líneas que forma la cuadrícula.

Es conveniente hacer la división de las partes iguales $A\ a$, $a\ b$, $A\ m$, etc., valiéndose de un doble–decímetro de marfil finamente dividido, y señalando los puntos con un lápiz muy agudo, ó mejor con la punta de una aguja. Las perpendiculares deben trazarse por el método común, esto es, tomando partes equidistantes $b\ r = b\ s$, y fijando el otro punto t de la perpendicular, desde r y s, como centros y con un radio arbitrario tan grande como sea posible; pues aunque en teoría dos puntos cualesquiera determinan la posición de una recta, en la práctica debe siempre procurarse elegirlos distantes, con el fin de que algún pequeño error que haya en la construcción no se haga más perceptible al prolongar las líneas.

Las perpendiculares extremos $A\ D$ y $B\ C$ no se pueden trazar comunmente por este método á causa de que estando próximas á las orillas del papel, no queda espacio suficiente para tomar las partes equidistantes que deben servir de centros para trazar los arcos que por su intersección determinan otro punto de la perpendicular. En tales casos es mejor aplicar este otro procedimiento. Sea A (fig. 51ª), el punto en que debe levantarse la perpendicular; se elige arbitrariamente otro punto B, y desde este como centro y con el radio $B\ A$ se traza un arco indefinido, una de cuyas partes se ve en D, y que corta en C á la línea dada. En seguida por C y B se tira una línea recta que prolongada determina el punto D por su intersección con el arco. Es claro que este punto resuelve la cuestión puesto que el ángulo $D\ A\ C$ es recto por abrazar sus lados los extremos del diámetro $D\ C$.

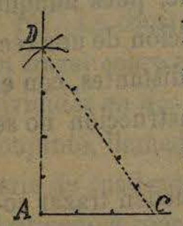
Figª 51ª

Otro método equivalente al anterior consiste en servirse de tres distancias que estén en la relación de los números 3, 4 y 5. La primera se toma de A á C (fig. 52ª); con la segunda y desde A como centro se traza un arco indefinido hacia D; finalmente, con la tercera y desde C como centro se traza otro arco cuya intersección con el anterior determina el punto D que se busca. En efecto, siendo u la unidad á que se refieren las tres distancias, éstas serán $3\,u$, $4\,u$ y $5\,u$, las cuales verifican la propiedad del triángulo rectángulo, á saber:

$$(3\,u)^2 + (4\,u)^2 = (5\,u)^2$$

Así, por ejemplo, si se adopta por unidad la extensión de $0^m.07$, las tres distancias serán $0^m.21$, $0^m.28$ y $0^m.35$.

La construcción de la cuadrícula puede sujetarse á varias comprobaciones para cerciorarse de su exactitud. En primer lugar, los ángulos D y C (fig. 50ª), deben resultar rectos, lo que se comprueba haciendo en esos puntos cualquiera de las construcciones antes indicadas. En segundo lugar, las partes en que queda dividida tanto la línea $C\,D$, como todas las que le son paralelas, deberán ser precisamente iguales á las divisiones primitivas de $A\,B$; y lo mismo puede decirse de las paralelas á $A\,D$ y $B\,C$. En tercer lugar, puesta una regla en la dirección de una diagonal comprendida entre puntos distantes, tales como a y C, c y D, b y p, b y q, etc., deben hallarse en la misma línea todos los ángulos de los cuadrados intersectados por la regla; y además, las diagonales de estos pequeños cuadrados deberán ser iguales á $l\sqrt{2} = 1{,}414\ l$, siendo l la longitud de sus lados, ó lo que es lo mismo, la equidistancia de las divisiones primitivas.


Figª 52ª

108. Dije al principio que es cómodo tomar siempre $0^m.1$ por equidistancia; y es claro que siendo $\frac{1}{r}$ la escala del plano, aquella representará $0.1\,r$ metros sobre el terreno. Según esto, tomando en la cuadrícula un punto conveniente para que sirva de origen de coordenadas, bastará evidentemente conocer las de un vértice trigonométrico cualquiera, para designar de luego á luego el cuadrado en que deberá quedar situado; pero para evitar todo motivo de equivocación, pueden asignarse coordenadas á cada uno de los ángulos de los pequeños cuadrados, según sus distancias al origen. Suponiendo, por ejemplo, que éste se haya establecido en la intersección de las líneas $b\,t$ y $m\,n$, todos los puntos de la perpendicular que pasa por a tendrán $0.1\,r$ por abscisa, y $0.2\,r$ todos los de la que pasa por A. Por idéntica razón todos los puntos de la línea $A\,B$ tendrán $-0.1\,r$ por ordenada, mientras que la ordenada común á todos los de $C\,D$ será $0.2\,r$. En consecuencia las coordenadas de cualquiera de los ángulos de uno de los cuadrados, no son otra cosa más que las pertenecientes á las dos líneas que se cortan en ese punto, y así obtendremos: $x = -0.2\,r$, $y = +0.1\,r$ para el punto q; $x = +0.2\,r$, $y = 0$ para el punto m; etc.

De este modo, dadas las coordenadas del vértice que se quiere situar en el plano, su comparación con las de los ángulos de los pequeños cuadrados dará el exceso de aquéllas sobre éstas; quiere decir, las cantidades que deben tomarse en los lados de uno de los cuadrados, para que éstas, combinadas con las coordenadas del ángulo más inmediato, reproduzcan las del vértice en cuestión. Sea, por ejemplo, $m\,p\,g\,h$ el cuadrado en que se ha reconocido que debe quedar situado el punto v en virtud de la comparación de sus coordenadas con las que corresponden á los cuatro ángulos m, p, g y h. El exceso de la abscisa se tomará con el doble-decímetro de h hacia f y también de g hacia e, y se trazará la línea $e\,f$ sobre la cual debe hallarse el punto. Tomando en seguida el exceso de la ordenada de f hasta v, este último será el punto que se busca.

Aunque todo lo que precede sea sumamente sencillo, tomemos como ejemplo numérico la triangulación representada en la figura 46ª, las coordenadas de cuyos vértices constan en el número 98, referidas al punto P como origen. Supongamos, además, que no teniendo interés alguno en que la escala sea muy grande, no hallamos inconveniente en sujetar el tamaño del plano al del papel con que contamos, admitiendo que la mayor dimensión de este fuese de $1^m.2$ y comencemos por determinar la escala por medio de esa condición. Por el croquis se ve que la triangulación se extiende de Oriente á Poniente más que de Norte á Sur, y como las abscisas de los puntos extremos J é Y difieren casi 26000 metros, designando por $\frac{1}{r}$ la escala que se busca tendremos la ecuación: $26000 = 1.2\,r$, de la cual se obtiene $r = 22000$ con muy poca diferencia. Tomando en cuenta el espacio que debe quedar para margen y para pegar el papel en el restirador, convendrá adoptar $\frac{1}{r} = \frac{1}{25000}$ que es una relación bastante sencilla.

Siendo de $0^m.1$ las divisiones de la cuadrícula, cada una representará 2500 metros en el terreno, de donde deducimos que se tiene necesidad de 11 espacios de Este á Oeste, y por lo menos 5 de Norte á Sur, puesto que la mayor diferencia de ordenadas es casi de 12000 metros. Construiremos, pues, la cuadrícula (figura 53ª) con ese número de espacios. Las

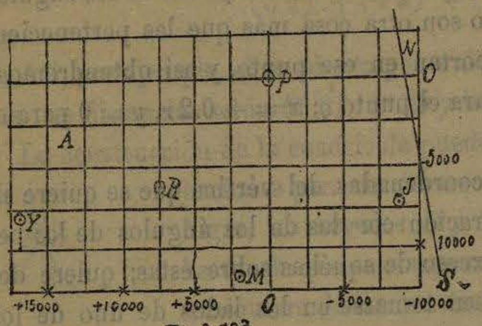


Fig.ª 53ª

coordenadas de los vértices, reducidas á la escala adoptada, son:

Vértices.	x	y
J	$-\ 0^m.3542$	$-\ 0^m.2908$
P	0.0000	0.0000
A	$+\ 0.5983$	$-\ 0.1338$
Y	$+\ 0.6853$	$-\ 0.3278$
R	$+\ 0.3030$	$-\ 0.2659$
M	$+\ 0.0774$	$-\ 0.4735$

Como todas las ordenadas son negativas, el origen P deberá ser el más alto de los vértices; pero para saber cuál de las meridianas debe tomarse por eje de ordenadas, comparamos la mayor abscisa negativa, que es la de J, con la mayor positiva, que es la de Y, y hallamos que sus valores están próximamente en la relación de 4 á 7; por lo cual tomaremos por eje la línea que termina el cuarto espacio partiendo de la orilla derecha del papel. De este modo queda fijada la posición del punto P, y en los extremos de las líneas que pasan por él, se apuntan los guarismos 00 que indican los ejes. La comparación de los mayores valores numéricos de las abscisas y las ordenadas debe hacerse antes de construir la cuadrícula, con el fin de fijar de antemano la posición de los ejes con la aproximación necesaria,

para no exponerse á que alguno de los vértices trigonométricos quede demasiado cerca de las orillas del papel, y entonces las divisiones de los meridianos y sus perpendiculares en partes iguales, se hacen partiendo de los ejes.

Determinado el origen, situemos por ejercicio la posición de uno de los vértices, del último Y, por ejemplo. Atendiendo al valor de sus coordenadas $x = +\ 0.6853$, $y = -\ 0.3278$, vemos que debe hallarse en la séptima serie vertical de cuadrados de la izquierda, partiendo de la meridiana principal, y en la cuarta serie horizontal abajo de la perpendicular á aquella línea. El ángulo NE del cuadrado que corresponde á la intersección de las dos series, tiene por coordenadas $x = +\ 0^m6$, $y = -\ 0^m.3$; por consiguiente, los excesos numéricos de $0^m.0853$ en la abscisa y de $0^m.0278$ en la ordenada, son los que hay que tomar en los lados de este pequeño cuadrado, el primero hacia el Oeste y el segundo hacia el Sur de las dos líneas que lo limitan por el Este y por el Norte respectivamente. De una manera idéntica se sitúan todos los demás vértices.

La construcción de los planos por el método de las coordenadas, además de la gran ventaja que ofrece de poder situar cada punto con entera independencia de los demás, tiene la no menos importante de permitir la formación de planos muy extensos sin las dificultades que por esta circunstancia presentan todos los demás procedimientos. Basta construir en cada una de las diferentes hojas de papel de que deba constar el plano, la cuadrícula correspondiente, y en ella los diversos puntos cuyas coordenadas están comprendidas dentro de sus límites. En seguida pueden pegarse unas á continuación de otras todas las partes del plano, atendiendo á que la línea que termina una cuadrícula cualquiera, ya sea de Este á Oeste ó de Norte á Sur, debe coincidir con la primera de la cuadrícula siguiente. Para evitar equivocaciones se anotan al pie de las líneas extremas de cada una, las coordenadas que les corresponden, ó bien un número que indique su orden en el sistema general.

109. Sucede á veces que los azimutes de los lados no se refieren inmediatamente al meridiano verdadero ó astronómico, sino á la dirección que señala la *brújula* ó aguja magnética, y por esa razón se

denominan azimutes *magnéticos*. Como antes ó después de hecha una triangulación, puede medirse el ángulo formado por las dos meridianas astronómica y magnética, ó muchas veces se conoce de antemano en la localidad en que se trabaja, el valor de ese ángulo llamado *declinación* de la aguja, no hay inconveniente en tomar directamente con la brújula el azimut magnético de uno ó más lados trigonométricos, los cuales ó se corrigen por el valor de la declinación, ó se aplican desde luego al cálculo de las coordenadas, tomando en tal caso por ejes la meridiana magnética y una línea perpendicular á ésta. La cadena que nos sirve de ejemplo está calculada así, de suerte que al construir la cuadrícula, si se quiere que resulte orientada paralelamente á los lados del papel, debe hacerse la construcción trazando las meridianas magnéticas con una inclinación de 8° 58′ del Norte hacia el Este respecto de la orilla del papel; porque esta era la declinación de la aguja en el lugar donde se ejecutó la triangulación. Si no se hiciere así, deberá trazarse la meridiana astronómica formando el mismo ángulo con las líneas verticales de la cuadrícula, pero del Norte hacia el Oeste. De una manera ó de otra, el trazo de la meridiana astronómica es esencial en el plano para señalar la verdadera dirección de la línea *Norte-Sur*, á la cual se refiere la orientación de aquél.

Tales son en resumen las sencillas reglas que deben observarse en esta parte de la planografía, á las que debe agregarse la de no hacer construcción alguna mientras el papel, después de restirado, conserve todavía alguna humedad; porque contrayéndose sensiblemente al secarse, puede dar origen á variaciones en el tamaño de las líneas que deformen la construcción, ó que ya no correspondan á los valores que se deducen de la escala adoptada. En general, el papel de cualquiera clase que sea, tiene propiedades higrométricas muy marcadas, y por tanto los planos en vía de construcción deben preservarse cuidadosamente de la acción de la humedad.

CAPITULO IX.

MODIFICACIONES DEL MÉTODO GENERAL DE TRIANGULACIÓN.

110. En los Capítulos que preceden he procurado trazar el conjunto de reglas generales que deben guiar al ingeniero en la medida de una red trigonométrica, y que si se quiere, son por su misma generalidad las más sencillas; pero algunas de ellas son hasta cierto punto susceptibles de modificación con el fin de abreviar algunas de las operaciones elementales á que se refieren. En este Capítulo me propongo ocuparme de las principales modificaciones que pueden hacerse del método general, comenzando por la que ha propuesto M. Beuvière, geómetra del catastro francés.

El procedimiento de M. Beuvière, llamado por su autor *método de lugares geométricos*, tiene por principal objeto evitar el cálculo de los triángulos, determinando directamente las coordenadas de los vértices por medio del conocimiento de los azimutes de los lados y de la longitud de éstos, que se toma gráficamente del croquis. Este último dato no pudiendo ser más que aproximativo, lo son igualmente los valores que se obtienen para las coordenadas; pero se corrigen en seguida valiéndose de una construcción geométrica de la cual deriva el método su nombre. Entremos en algunos detalles.

Entre las operaciones de campo, la medida de la base y la de los ángulos en nada difieren esencialmente de los procedimientos que con el mismo objeto se han desarrollado en el método común de triangulación; aunque en el nuevo, es preferible adoptar siempre el modo