

MADRID, 30 DE SETIEMBRE DE 1872.

TOMO XX.

NÚM. 18.

SUMARIO.

Notas sobre el empleo de la tacheometría en el levantamiento de planos y nivelaciones (continuacion).—Catástrofe en el barranco de San Jorje, por J. B.—Puerto de Barcelona (continuacion).—Parte oficial.—Noticias varias.

NOTAS

SOBRE EL EMPLEO DE LA TACHEOMETRÍA EN EL LEVANTAMIENTO DE PLANOS Y NIVELACIONES.

(Continuacion.)

En el ejemplo que presentamos en el modelo se ha elegido como primer cuadrante para la mayor conveniencia del dibujo el comprendido entre 0° y 100° , y á fin de que no resulte ninguna ordenada (y) negativa se ha bajado el origen 1.000 metros.

Las coordenadas parciales ó lados del triángulo rectángulo, cuya hipotenusa es la alineacion que se considera, se van anotando en las columnas 7.^a, 8.^a, 9.^a y 10.^a, á saber: las (x) é (y) positivas en las columnas 7.^a y 9.^a, y las (x) é (y) negativas en las columnas 8.^a y 10.^a.

79. Las coordenadas totales (X), (Y) referidas al origen se obtienen sumando algébricamente las coordenadas parciales que hemos ido determinando, y se anotan en la columna 11.^a las (X), y en la columna 12.^a las (Y).

80. Tal es la forma metódica en que se practica el cálculo de las coordenadas (X) (Y) por medio del registro ó cuaderno cuya disposicion hemos venido describiendo. Esta disposicion se presta á algunas comprobaciones para descubrir los errores materiales que pueden deslizarse en los cálculos numéricos.

En primer lugar, debe hacerse observar que la operacion que hemos llamado *correccion de orientacion* sirve, en cierto modo, para comprobar los ángulos horizontales medidos, puesto que si los errores son indistintamente en uno ú otro sentido, y aun alguna vez se compensan, hay probabilidad

de haber hecho bien las operaciones de campo, y aquéllos dependerán exclusivamente de la irregularidad de la posicion de la aguja magnética, bien sea porque la coincidencia de los ceros sea defectuosa, ó bien porque la aguja no gire en algunos momentos con toda libertad sobre su pivote. Pero si los errores se notan siempre en el mismo sentido, entónces hay motivo para creer que se ha cometido algun defecto de lectura, y remontándose al origen de esta diferencia será fácil encontrar la causa de ella y corregirla; esto, sin embargo, no debe suceder si en el campo se han hecho con cuidado las comprobaciones recomendadas (núm. 56).

81. La operacion de corregir los ángulos y referirlos á la *orientacion rectificada* puede someterse á un género de comprobacion que es el siguiente: en el último renglon de la columna 2.^a de cada página, y en el primero de la 5.^a columna en la página siguiente, se inscribirán, en vez de los ángulos observados, los *rectificados* correspondientes á la última alineacion de cada página y primera de la siguiente, sin perjuicio de que estos ángulos *rectificados* figuren ademas en el sitio que les corresponde de la columna 4.^a: hecho esto se sumarán las columnas 2.^a y 5.^a, prescindiendo de las centenas, y la suma deberá resultar idéntica en ambas columnas si la correccion de orientacion ha sido bien hecha y los ángulos de la columna 4.^a han sido bien rectificados. Se comprende desde luego que la razon de esta comprobacion es la siguiente. Si el ángulo observado *mirando hácia atras* correspondiente á la última alineacion de la página es igual (salvo la cifra de las centenas) al ángulo rectificado de esta misma alineacion, es prueba de que la orientacion del tacheómetro, en el último vértice de la página, es paralela al eje de las (x), y por lo tanto, el ángulo de la alineacion inmediata, que es la primera de la página siguiente mirado hácia adelante, debe ser igual al ángulo rectificado de esta misma alineacion, lo cual quiere decir que en el último vértice de la página se han compensado todos los errores, y que la suma de los cometidos en un sentido es igual á la suma de los cometidos en sentido opuesto: aho-

ra bien, como quiera que la diferencia entre los sumandos de las columnas 2.^a y 3.^a no es otra cosa que esta serie de errores, la suma vendrá á resultar idéntica en ambas cuando se verifique la compensacion de aquéllos (1).

82. La columna 5.^a sirve, como ya hemos dicho, de comprobacion á los ángulos horizontales de la 2.^a y 3.^a columnas.

Las columnas 7.^a, 8.^a, 9.^a y 10.^a no son susceptibles de ningun género de comprobacion inmediata, y como quiera que es muy importante el que no adolezcan de error alguno, conviene formar un registro ó cuaderno duplicado en que los cálculos se verifiquen por distintas personas. En todo caso, al hacer el dibujo siempre existe la

comprobacion de ver si la longitud de cada alineacion y el ángulo entre dos contiguas corresponden á la posicion de los vértices dada por las coordenadas.

Por último, las columnas 11.^a y 12.^a tienen una comprobacion bien evidente á primera vista, puesto que sus sumas deben ser respectivamente iguales á las diferencias entre las sumas de las columnas 7.^a y 8.^a, y las de las columnas 9.^a y 10.^a

85. Hemos expuesto ya cuanto se refiere á la determinacion de las coordenadas X, Y para todos los vértices de la línea de operaciones: réstanos añadir ahora que aun cuando procediendo de un modo análogo podrian determinarse tambien las coordenadas X, Y para todos y cada uno de los

(1) Se puede dar una demostracion algebraica de esta comprobacion.

Sea (a) el ángulo azimutal que forma una alineacion cualquiera, observado mirando hácia adelante, con la orientacion adoptada para eje de las (x): el ángulo análogo de esta misma alineacion mirando hácia atras desde su otra extremidad, deberá ser (salva la cifra de las centenas) teóricamente igual al anterior.

Si consideramos una serie de vértices 1, 2, 3, 4, ($n-1$), (n), ($n+1$), y para cada alineacion que une dos contiguos, tomamos desde cada una de sus extremidades el ángulo que forma dicha alineacion con la orientacion del punto de partida ó eje de las (x), deberá resultar que

cada par de ángulos obtenidos para las (n) alineaciones deberán ser idénticos entre sí (salva la cifra de las centenas) y teóricamente iguales á (a'), (a''), (a'''), (a^{iv}). (a^{n-1}), (a^n), (a^{n+1}).

Pero en la práctica, y medidos estos ángulos con el tachómetro en la forma ya explicada, presentarán diferencias por exceso ó por defecto debidas á la falta de paralelismo entre las orientaciones sucesivas del tachómetro. Llamemos (e'), (e''), (e'''), (e^{iv}). (e^{n-1}), (e^n) estas diferencias ó errores que pueden venir afectados de signo positivo ó de signo negativo; la serie de dobles valores angulares que obtendremos para cada alineacion será como sigue:

Vértices.	1	2	3				($n-1$)	(n)	($n+1$)
	⋮	⋮	⋮				⋮	⋮	⋮
Ángulos mirando adelante. . .	(a'),	(a''),	(a'''),		(a^{n-1})		(a^n)	(a^{n+1})	
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮	⋮
Ángulos mirando atras. . .	($a' + e'$),	($a'' + e''$),	($a''' + e'''$),		($a^{n-1} + e^{n-1}$),		($a^n + e^n$),	($a^{n+1} + e^{n+1}$),	

Sea (n) el vértice último de la página; la suma de los ángulos hácia adelante comprendidos en la página será

$$a' + a'' + a''' + \dots + a^{n-1} + a^n;$$

La suma de los ángulos hácia atras será

$$(a' + e') + (a'' + e'') + (a''' + e''') + \dots + (a^{n-1} + e^{n-1}) + (a^n + e^n) =$$

$$(a' + a'' + a''' + \dots + a^{n-1} + a^n) + (\pm e' + \pm e'' + \pm e''' + \dots + \pm e^{n-1} + \pm e^n).$$

Para que estas dos sumas sean iguales entre sí es preciso que

$$+ e' + e'' + e''' + \dots + e^{n-1} + e^n = 0;$$

cuya ecuacion exige que la suma Σ de los valores negativos de (e), sea igual á la suma Σ de los valores positivos de (e); esto es:

$$\Sigma (+e) = \Sigma (-e).$$

Esto quiere decir que los errores de orientacion cometidos desde el vértice (2) al vértice (n) se han compensado al llegar á este vértice, y por lo tanto la orientacion del tachómetro sobre el vértice (2) es exactamente paralela á la orientacion del tachómetro sobre el vértice (n); por lo tanto

$$e' = 0; e^n = 0;$$

cuyas dos ecuaciones exigen que en el último renglon de la columna de los ángulos hácia atras de cada página, y en el primero de la columna ángulos hácia adelante de la página siguiente se inscriban los ángulos rectificadas en vez de los observados si quiere obtenerse la comprobacion de que hemos venido hablando.

puntos de detalle observados desde cada vértice, es inútil emprender un trabajo semejante, y basta fijarlos por medio de sus coordenadas polares, á saber: la distancia al vértice de observacion y el ángulo que forma la direccion de esta distancia con la orientacion del tacheómetro en dicho vértice, cuyos datos todos se toman directamente sobre el terreno y vienen dados en las columnas 4.^a y 10.^a de la libreta (mod. 1) segun ya varias veces hemos manifestado. Por lo tanto, la fijacion en el papel de los puntos de detalle se hace por medio del transportador y de la escala, y desde luego se comprende que cualquier inexactitud que pudiera cometerse en la fijacion de un punto de detalle no tiene influencia alguna en las demas, y el error queda completamente aislado y circunscrito á aquel punto.

Con lo dicho damos por terminado cuanto teniamos que decir sobre los *cálculos preliminares de gabinete*.

II.

Dibujo de planos acotados y perfiles.

84. Omitiendo ciertas explicaciones y detalles inútiles por ser sobradamente familiares á aquellos que se han dedicado á levantamiento de planos, vamos únicamente á decir algunas palabras sobre el modo de trasladar fácilmente al papel en el gabinete los resultados de los datos tomados en el campo y de los *cálculos preliminares de gabinete* que acabamos de explicar.

La escala del plano es de $\frac{1}{2.000}$ si se quiere estudiar con alguna minuciosidad la traza del proyecto; para los perfiles longitudinales conviene adoptar las escalas $\frac{1}{5.000}$ y $\frac{1}{500}$ usadas frecuentemente. Pero la adopcion de una ú otra escala es independiente de lo que habremos de decir, y cada uno es dueño de fijarla cual le convenga.

La primera operacion es dibujar sobre el papel la linea de operaciones cuyos vértices todos se determinarán con el auxilio de las coordenadas X, Y. Se trazan estos dos ejes, y paralelamente á sus direcciones se dibuja una cuadrícula en que la longitud del lado de cada cuadrado sea 0,20. Despues, teniendo á la vista el registro de coordenadas, se van tomando sobre uno de los ejes por medio de una regla larga graduada las distancias al origen inscritas en la columna 11.^a ó 12.^a, y sobre ellas

levantando perpendiculares iguales á la longitud de la otra coordenada. Puede evitarse el levantar estas perpendiculares (y éste es el objeto de la cuadrícula previa), marcando en los dos lados paralelos del cuadrado que contiene el vértice que se trata de determinar, las longitudes de la perpendicular, y colocando entónces las extremidades del doble decímetro que sirve de escala en los dos puntos así marcados, se encontrará la posicion del vértice en el sitio de la escala correspondiente á la longitud de la otra coordenada. Este método debe seguirse por ser más expedito cuando los vértices distan poco entre sí, y pudiera resultar confusion en el dibujo por la multiplicidad de perpendiculares que habria necesidad de levantar; pero cuando esto no suceda, la formacion previa de la cuadrícula representa un exceso de trabajo, y quizá entónces sea más conveniente tomar la longitud de la primera coordenada sobre uno de los ejes y levantar en este punto directamente una perpendicular sobre la cual se tomará la longitud de la otra coordenada, lo cual equivale á dibujar esta parte del plano, ni más ni ménos que como se dibuja un perfil longitudinal. Nosotros no hacemos sino indicaciones generales, y desde luego se ve el partido que cada cual puede sacar de estas indicaciones: tambien creemos inútil advertir que la direccion de los ejes de coordenadas debe elegirse de modo que en cada hoja de papel quepa la mayor longitud posible de la linea de operaciones, á cuyo fin se examinará de antemano la direccion general de esta linea, ó bien puede hacerse un di-

bujo previo en una pequeña escala, v. gr., $\frac{1}{40.000}$, y señalar en él por medio de rectángulos representando las dimensiones de las hojas que han de emplearse, la posicion de los bordes de éstas con relacion á los ejes de coordenadas.

La union de las hojas se hace como de costumbre por medio de lineas de referencia, que en este caso pueden ser las mismas direcciones de las coordenadas.

Dibujada así la linea de operaciones se procede á marcar los puntos de detalle, empleando el transportador y la escala.

85. El transportador que habitualmente se usa consiste en un semicírculo de talco ó asta transparente, ó bien de papel fuerte: la division de los ángulos en la semicircunferencia está indicada por dos series de cifras; la una superior marca los ángulos comprendidos entre 1° y 200°, y la otra in-

ferior los ángulos restantes hasta 400° . El diámetro $0^\circ \dots 200^\circ$ de este transportador está dividido en milímetros partiendo de un lado y de otro del centro, y de esta manera pueden tomarse á la vez las distancias y los ángulos, contándose á aquellas en la escala de la izquierda cuando los ángulos están comprendidos entre 1° y 200° , y en la de la derecha cuando los ángulos tienen valores entre 200° y 400° . El transportador así construido hace el oficio de alidada y marca á la vez la posición angular de cada punto y su distancia al vértice; en una palabra, da á la vez las dos coordenadas polares que son necesarias para fijar el punto sobre el papel.

Hé aquí la manera de servirse de él. Se hace coincidir el centro del transportador con el vértice desde el cual han sido observados los puntos de detalle que nos proponemos dibujar; la coincidencia se hace por medio de una aguja que se introduce en la pequeña picadura que marca el centro del transportador, y que se clava ligeramente en el papel del plano y sirve así de pivote ó eje para hacer girar el transportador. Hecho esto, se coloca el transportador hasta que la división que marca el ángulo acimutal del punto de detalle que se va á fijar (ángulo que está inscrito en la libreta de campo, columna 4.^a) coincida con la orientación del tacheómetro en el vértice sobre el cual se halla el transportador, á cuyo fin ha debido marcarse previamente dicha orientación, que no es otra cosa que la posición del diámetro $0^\circ \dots 200^\circ$ del tacheómetro, y esta línea nos es perfectamente conocida por los ángulos acimutales de las alineaciones que concurren en el vértice que se considera. Colocado de esta manera el transportador, es evidente que el diámetro de él que lleva las escalas estará marcando la dirección angular del punto de detalle que se va á fijar en el papel, y que para conocerle por completo sólo falta tomar, según la dirección de este diámetro y á partir del centro del transportador, la distancia inscrita para dicho punto de detalle en la columna 10.^a de la libreta de campo. Esta distancia se toma sobre la escala que lleva dicho diámetro, sin mover el transportador, y el punto de detalle queda así definitivamente fijado en el plano, y al lado de él se escribe la cota que le corresponda en la columna 15.^a de la libreta.

Del mismo modo se pueden ir marcando los puntos de detalle observados desde un mismo vértice con solo hacer girar sucesivamente el transportador hasta que tome para cada *punto de detalle* la po-

sición que le corresponde, según el ángulo inscrito en la columna 4.^a de la libreta.

86. Dibujada ya la línea de operaciones, y fijados también todos los puntos de detalle, pueden marcarse los detalles, como ríos, arroyos, caseríos, etcétera, y después se procede á dibujar las curvas de nivel, determinando los puntos por donde deben pasar, deducidos de las cotas que tenemos inscritas en el plano.

Para que la determinación de estos puntos presente suficientes garantías de verdad y exactitud, es preciso que en el campo se tomen bastante número de puntos del terreno, y éstos acertadamente elegidos, de modo que, si se considera un plano vertical pasando por cada dos puntos contiguos, su intersección con la superficie del terreno pueda considerarse sin grande error como una línea recta. Suponiendo que así se ha hecho, nada más fácil que ir determinando por puntos cada curva de nivel: cada uno de ellos vendrá dado por una cuarta proporcional entre las cantidades siguientes: 1.^a, diferencia de altura de dos cotas contiguas, entre las cuales deba pasar la curva de nivel; 2.^a, distancia horizontal entre los puntos á que pertenecen dichas cotas; 3.^a, diferencia de altura entre la cota de la curva y cualquiera de las dos contiguas entre quienes pasa: de este modo, y escogiendo con acierto cada par de cotas que comprendan la de la curva de nivel, iremos obteniendo puntos, y como cada cota puede combinarse con muchas de las contiguas que la rodean, se ve que pueden determinarse muchos puntos y procurarse muchas comprobaciones.

87. Creemos innecesarias más amplias explicaciones sobre este particular, porque las personas habituadas al levantamiento de planos comprenderán desde luego todo el partido que puede sacarse de los planos acotados para representar fielmente el terreno y para deducir las secciones del mismo en cualquier dirección en que nos convenga tenerlas.

(Se continuará.)

CATÁSTROFE EN EL BARRANCO DE SAN JORGE.

La catástrofe ocurrida en el barranco de San Jorge, en el ferro-carril de Valencia á Tarragona, ha sido objeto de varios artículos en la prensa, unos refiriendo el hecho, y muchos otros comentándolo, así como también las causas que lo