

MADRID, 31 DE AGOSTO DE 1872.

TOMO XX.

NÚM. 16.

SUMARIO.

Notas sobre el empleo de la tachemetría en el levantamiento de planos y nivelaciones (continuacion).—Reguladores isocronos derivados del sistema Watt, por M. Iyon de Villarceau (conclusion).—Puerto de Barcelona.—Ferro-carriles de los Estados-Unidos.—Parte oficial.—Subastas.—Noticias varias.

NOTAS

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

(Continuacion.)

Verificadas y comprobadas del modo que dejamos dicho las dobles observaciones que fijan la posicion de cada vértice, tanto en distancia como en azimut y altura, y adquirida la certeza de que están bien hechas, se procede á observar los *puntos de detalle* referentes á la estacion 2, en la misma forma que anteriormente hemos dicho.

61. Terminadas las observaciones desde la estacion 2, se levanta el instrumento y se traslada al vértice 3 de la linea de operaciones, en el cual se instala en la forma ya repetida. Se reproducen mirando al vértice 2, para fijarle respecto del 3, en que está colocado el instrumento, análogas observaciones á las que se han hecho desde el vértice 2 mirando al 3, y se calcula la posicion y altura de aquél respecto de éste, haciendo enseguida las verificaciones y comprobaciones de la distancia del ángulo azimutal y del desnivel, segun ya hemos dicho. Enseguida se observa el vértice 4 de la linea de operaciones, y seguidamente se observan los *puntos de detalle* a^3 , b^3 , c^3 ; terminado lo cual se pasa el tacheómetro al vértice 3, y así continúa en lo sucesivo la marcha de los trabajos.

62. Si al verificar y comprobar los resultados de las dobles observaciones hechas para fijar la posicion de cada vértice resultaren errores que excedan del limite de tolerancia admitida en las operaciones, entónces hay que retroceder á la estacion anterior; pero ántes se terminan por com-

pleto las observaciones en la estacion actual, y en lugar de pasar á la siguiente se lleva el tacheómetro á la estacion anterior, y se repiten desde ella las observaciones que hayan resultado defectuosas. Si, por ejemplo, ha resultado error en la apreciacion de la distancia, se leen de nuevo los hilos y el ángulo vertical; si el error ha sido en el desnivel, se leen de nuevo los hilos, el ángulo vertical, la altura de mira (m), y la altura del instrumento (h), y si, por último, el error está en el ángulo azimutal, se repiten las observaciones referentes á él. Sobre este último error reproduciremos aqui lo dicho en el (núm. 56), á saber: que si el error procede de falta de orientacion (lo cual conoceremos si se ha tenido la precaucion de medir el ángulo entre las dos alineaciones), entónces no hay para qué corregirle, porque el cálculo de las coordenadas eliminará despues este error: de todos modos, si ántes no se ha medido aquel ángulo, debe hacerse ahora, dirigiéndose á la estacion de delante y á la de detras, deduciendo de este ángulo la falta de lectura cometida, y corrigiéndola en la libreta.

63. Resumiendo ahora cuanto llevamos dicho sobre las operaciones de campo, resulta que se reducen en primer lugar á establecer una linea de operaciones la más conveniente, cuyos vértices se fijan en plano y altura por medio de dobles observaciones, y en segundo lugar á fijar tambien en plano y altura con relacion al vértice, desde donde se observan cuantos puntos puedan verse desde él y convenga tomar en cuenta. Estos últimos puntos, que hemos venido llamando *puntos de detalle*, se fijan, respecto del vértice dado, por medio de una sola observacion y no sufren comprobacion alguna; pero esto no tiene inconveniente alguno, toda vez que estos puntos quedan independientes, y el error (si alguno se cometiere) queda aislado y sin consecuencias para el resto de las operaciones.

Es inútil decir que á la base ó linea principal de operaciones pueden ligarse otras bases ó polígonos auxiliares á fin de abrazar una mayor extension de terreno, y estudiar las variantes de trazado que

convenga tomar en consideracion : tambien es inútil decir que el método tacheométrico no excluye el empleo de visuales, para fijar puntos lejanos por medio de intersecciones.

La notacion que hemos adoptado ha sido la de designar con un número cada vértice, y designar por medio de letras con el número del vértice por exponente los puntos de detalle observados desde él, repitiendo el alfabeto con uno y dos acentos, cuando el número de puntos de detalle observados desde un mismo vértice así lo ha exigido. Cada cual puede usar el sistema de notacion que le parezca más claro, no perdiendo de vista la condicion de que los *puntos de detalle* han de llevar un signo tal, que indique el vértice desde el cual han sido observados.

CAPÍTULO III.

Trabajos de gabinete.

64. Vamos á dividir estos trabajos en dos partes : 1.^a *Cálculos previos de gabinete.* 2.^a *Dibujo de planos acotados.*

Cálculos previos de gabinete.

65. Estos cálculos tienen por objeto determinar para todos y cada uno de los puntos observados en el campo las coordenadas que fijan su posicion en plano y altura.

66. Empecemos por determinar las ordenadas en altura, suponiéndolas referidas (como generalmente se hace) á un plano horizontal que pasa por el nivel medio del mar, en cuyo caso dichas ordenadas serán las *cotas referidas al nivel del mar*.

En el capítulo primero hemos visto que el valor de (z) dado por las fórmulas del núm. 20 depende de las cantidades (m) y (t), y que el valor de t es igual al producto de la distancia horizontal D por la tangente del ángulo vertical V .

Las observaciones hechas en el campo nos suministran los datos consignados en las ocho primeras columnas de la libreta, y con su auxilio vamos á calcular todos los demas valores que nos hagan falta en la forma siguiente :

67. Los valores de la columna 9.^a, que representan la altura respecto del pié de la mira, de la visual dirigida con el hilo ó trazo central de la reticula, se obtienen fácilmente duplicando los análogos inscritos en la columna 8.^a y dividiéndolos por 100, todo esto con arreglo á los detalles

que sobre este punto dejamos ya dados (núm. 54) : el resultado de estas operaciones será el valor correspondiente á la altura de mira (m).

Los valores de la columna 10.^a, que representan la distancia entre las verticales que pasan por el centro del instrumento y por la mira, se obtienen multiplicando el número generador (g) inscrito en la columna 7.^a por el seno cuadrado del ángulo V inscrito en la columna 5.^a : el resultado nos dará el valor de (D).

Los valores de la columna 11.^a representan el producto de (D) y de la tangente trigonométrica del ángulo, que con la horizontal forma la visual dirigida á la mira segun el eje óptico del anteojo : hemos representado este producto bajo la forma general $t = D \text{ tang. } V$; pero debemos hacer una aclaracion importante que se deduce naturalmente de la disposicion del limbo vertical en el tacheómetro. Hemos dicho ya que la posicion horizontal del anteojo corresponde al ángulo 100° , y que cuando V es menor que 100° sube la visual, y baja cuando V es mayor que 100° : de esta disposicion resulta que el valor de (t), cuando V es menor que 100° , está representado por $t = D \times \text{tang. } (100^\circ - V) = D \times \text{cotang. } V$, y que el valor de (t) cuando V es mayor que 100° está representado por $t = D \times \text{tang. } (V - 100^\circ)$, esto es, el producto de (D) y de la tangente del ángulo leído en el instrumento, suprimiéndole la cifra de las centenas : de modo que en el primer caso se toma la cotangente del ángulo leído en el instrumento, y en el segundo caso la tangente del ángulo leído en el instrumento, salva la cifra de las centenas.

Los valores de las columnas 12.^a y 13.^a, que representan la cota ú ordenada (z) del punto del terreno que se considera respecto de un plano horizontal que pasa á la altura del eje del anteojo, se calculan por medio de los valores de (t) y de (m) segun las fórmulas dadas (núm. 20), y se inscriben en la columna 12.^a si (z) es positivo, ó en la 13.^a si (z) es negativo.

68. Antes de pasar adelante conviene hacer una observacion sobre la facilidad con que en la práctica se hace la aplicacion de la fórmula que corresponda. Los casos que hemos distinguido (número 20) son tres, á saber : que la visual dirigida á la mira *suba, sea horizontal ó baje*.

Ahora que ya conocemos los detalles de construccion del tacheómetro sabemos (núm. 28) que la visual *sube* cuando el ángulo vertical (V) es menor que 100° ; es *horizontal* cuando dicho ángulo

(V) vale 100° exactamente, y por último, *baja* cuando (V) es mayor que 100° ; por lo tanto, nada más fácil que conocer á la sola inspeccion del ángulo (V) cuál es el grupo de fórmulas donde se encuentra la que conviene aplicar, y el enunciado de los tres casos presentados en el núm. 30 debe ahora entenderse hecho así: primer caso, $V < 100^\circ$; segundo caso, $V = 100^\circ$; tercer caso, $V > 100^\circ$.

También harémos observar que se pueden retener fácilmente en la memoria todas las fórmulas relativas á los valores de (z) resumiéndolas así: *Si V es mayor ó igual á 100° se suman los valores de (l) y de (m), y la suma es siempre negativa; si $V < 100^\circ$ se halla la diferencia entre (l) y (m): y el resultado es también negativo cuando (m) es mayor que (l), pero es positivo cuando (l) es mayor que (m).*

69. Ahora ya podemos pasar á calcular los valores que han de inscribirse en la columna 15.^a, que no son otros que los que tomarán las ordenadas (z) cuando el plano de las (x , y), en vez de ser el horizontal que pasa á la altura del eje del anteojo, sea el horizontal á la altura del nivel del mar: estos valores no serán otra cosa que las *cotas referidas al nivel del mar*.

En este caso habrá que añadir á cada ordenada (z) la distancia ó longitud comprendida entre el primitivo plano de comparacion que pasa á la altura del eje de giro del anteojo, y el nuevamente adoptado á la altura del nivel del mar: esta distancia es evidentemente $h + c$, siendo (c) la cota sobre dicho nivel del mar del punto del terreno en la estacion ó vértice que se considera, y (h) la altura del instrumento en dicha estacion. Los valores que tomará ahora la serie de ordenadas (Z) referidas al nivel del mar serán de la forma

$$Z = (h + c) \pm z,$$

tomando para (z) el signo $+$ ó $-$, segun que se halle inscrita en la columna 12.^a ó en la 15.^a: por lo tanto, hallando para cada estacion del tacheómetro el valor de la expresion $(h + c)$, y añadiéndole ó restándole, segun cada caso, los valores de (z) correspondientes á los diversos puntos observados desde dicha estacion, tendremos en definitiva una serie de ordenadas (Z) que no serán otra cosa que las *cotas sobre el nivel del mar*.

Conociendo el valor de dicha cota para el punto del terreno correspondiente á la estacion núm. 1 (que suponemos sea, por ejemplo, $842^m, 100$) el valor de $(h' + c')$ será $845^m, 565$, el cual inscribiremos en la columna 14.^a y en el renglon de la

estacion 1. Sumando ó restando de esta cota los valores de (z), segun que se hallen inscritos en la columna 12.^a ó en la 15.^a, irémos obteniendo las cotas sobre el nivel del mar de los distintos puntos observados desde la estacion 1, las cuales se anotarán en los respectivos renglones de la columna 15 (véase mod. núm. 1) hasta terminar todos los puntos observados desde la estacion 1.

Pasando ahora á los puntos observados desde la estacion 2, tendremos que hallar ante todo el valor $(h'' + c'')$ correspondiente á esta nueva estacion: (h'') nos es conocido, pues le tenemos inscrito en la columna 2.^a, y (c'') nos es también conocido, pues acabamos de hallar y de anotar en la columna 15.^a su valor, que es $842^m, 658$. Pero este valor (c''), ó sea la cota del vértice 2, se ha deducido solamente de la observacion hecha desde la estacion 1; y como ya hemos dicho que para mayor garantía las cotas de los vértices se determinan por medio de una doble observacion hecha en este caso desde el vértice 1 y desde el vértice 2, no procede tomar como definitiva la cota $842,658$ hasta que podamos combinarla con la que resulte de la doble observacion y tomar el término medio. La manera más sencilla de llegar á este resultado es calcular el desnivel entre los vértices 1 y 2, deduciendo los dos valores que para él arrojan las dos series de observaciones hechas desde el vértice 1 y desde el vértice 2, y tomar despues el término medio de este desnivel, el cual, sumado ó restado (segun el signo que tenga) con la cota $842^m, 100$ del vértice 1, nos dará la cota media definitiva del vértice 2.

70. Vamos, pues, á hallar dicho desnivel ampliando ahora las ligeras indicaciones hechas en el núm. 60.

El desnivel (d) entre dos puntos del terreno donde se haya instalado consecutivamente el instrumento depende de las cantidades (z) y (h) pertenecientes á una misma estacion; su valor se obtiene sumando (h) y (z) cuando esta última es positiva, y dando también signo positivo á la suma, ó restando (h) de (z) cuando esta última es negativa, y dando también signo negativo á la resta, excepto cuando (z) es menor que (h), en cuyo caso se resta (z) de (h), tomados ambos en su valor absoluto, y se da signo positivo á la resta: si permaneciendo (z) negativa es igual su valor á (h), entónces el desnivel (d) es nulo. Por último, cuando (z) sea nulo, el desnivel (d) es igual á (h) y su signo es positivo.

Todo esto es evidente por sí mismo, y no creemos necesario hacerlo más patente por medio de figuras; pero, sin embargo, ponemos á continuación un cuadro en que se hallan resumidos los casos que hemos considerado.

71. (z) positivo.	$d = z + h$ signo +
(z) negativo. $\left\{ \begin{array}{l} h < z. \\ h > z. \\ h = z. \end{array} \right.$	$d = z - h$ signo - $d = h - z$ signo + $d = 0$
(z) nulo.	$d = h$ signo +

Estos cinco casos pueden resumirse en una regla práctica, fácil de retener en la memoria, á saber: «dar siempre á (h) signo positivo y sumarle algebraicamente con (z); el signo del desnivel (d) será el mismo que tenga el mayor de estos dos sumandos.»

Los valores de (h) y de (z) los tenemos inscritos en la libreta, de modo que no hay ninguna dificultad en conocer el desnivel medio definitivo entre cada dos estaciones y el signo de este desnivel: por lo tanto, dada la cota de la primera estación, es sumamente sencillo el hallar la cota de cada una de las estaciones siguientes.

El cálculo numérico se hace en la última columna de la libreta del modo que ya hemos indicado.

72. Obtenido ya el valor $(h'' + c'')$, ó sea la cota sobre el nivel del mar del eje del anteojo, é inscrito este valor en la columna 14.ª en el renglon correspondiente á la estación 2, irémos determinando las cotas de los puntos de detalle observados desde dicha estación 2, sumando algebraicamente los valores de (z) de las columnas 12.ª y 13.ª con el $(h'' + c'')$.

Pasando despues al vértice 3 hallarémos, como anteriormente, la cota (c''') del terreno, y sumándola con la altura del instrumento, construiremos el valor $(h''' + c''')$, el cual, anotado en la columna 14.ª y en el renglon correspondiente á la estación 3, servirá para hallar las cotas de todos los puntos de detalle observados desde la estación 3.

Continuando del mismo modo para todos los demás vértices obtendrémos las cotas de todos los puntos observados en el campo.

73. Resumiendo en breves palabras todo cuanto llevamos dicho para la determinacion de las cotas Z, verémos que la manera más expedita de hacer los cálculos es la siguiente:

1.º Calcular el desnivel medio (d) entre cada dos vértices consecutivos, y determinar con su auxilio las cotas medias definitivas para cada vértice,

ce, inscribiéndolas en la columna 13.ª en el renglon de la estación correspondiente.

2.º Añadir á estas cotas la altura (h) del instrumento en estación y escribir la nueva cota que resulte en el mismo renglon, columna 14.ª

3.º Sumar algebraicamente con esta nueva cota los valores de (z) correspondiente á los puntos observados desde la estación que se considera.

En rigor podria omitirse el calcular y escribir las cotas de los vértices cuando se deducen de una sola observacion en la misma forma que otro cualquier punto de detalle; pero conviene no omitirlo á fin de obtener una nueva comprobacion: en efecto, es evidente que si los cálculos han sido bien hechos, la cota deducida de una sola observacion y la cota media definitiva deben diferir entre si la cantidad $\frac{d' + d''}{2}$, siendo d' y d'' los desniveles calculados con los elementos (h') , (z') y (h'') , (z'') respectivamente: por esta razon se calculan dichas cotas y se escriben en el lugar que les corresponde, tachándolas despues de hecha la comprobacion.

74. Los valores (d') y (d'') deben resultar de signo contrario, y esto es bien claro, porque si el terreno sube del vértice 1 al 2 (d') será positivo, puesto que proviene de observaciones hechas desde el vértice 1, y por la misma razon el terreno bajará del 2 al 1, y el valor de (d'') será negativo.

Puede, sin embargo, suceder que alguna vez (d') y (d'') tengan el mismo signo, pero esto sólo tendrá lugar cuando la diferencia de nivel entre dos vértices consecutivos sea menor que el limite de exactitud con que se hayan hecho las operaciones, cuyo limite constituye la tolerancia admitida: la marcha que en este caso debe seguirse no difiere de la anteriormente indicada, es decir, que deben sumarse entre si los valores de (d') y (d'') , despues de cambiar el signo á esta última y tomar la mitad. Resulta, por lo tanto, que el valor de (d) vendrá ahora representado así: $\pm d = \frac{d' - d''}{2}$.

75. Halladas ya las cotas de todos los puntos del terreno referidas al nivel del mar, resta únicamente determinar las proyecciones de dichos puntos sobre el plano horizontal que pasa por dicho nivel, las cuales obtendrémos determinando las coordenadas X, Y, para todos ellos, refiriéndolas á los ejes que nos convenga elegir.

En el capítulo primero (núm. 20) hemos visto que el valor de las coordenadas (x), (y), siendo el

eje de las primeras paralelo al diámetro $0^\circ \dots 200^\circ$ del instrumento depende de las cantidades (D) y (a), siendo $D = g \operatorname{sen}^2 V$ la distancia horizontal entre dos vértices consecutivos, y (a) el ángulo que forma con la orientación del instrumento la línea que los une. Los valores de (a) correspondientes á todos los puntos observados los tenemos inscritos en la columna 5.^a de la libreta, y en cuanto á los valores de (D) fácilmente se obtienen sacando de las columnas 5.^a y 7.^a los valores de (V) y de (g) y formando el producto $g \operatorname{sen}^2 V$, según ya hemos visto.

(Se continuará.)

REGULADORES ISOCRONOS

DERIVADOS DEL SISTEMA WATT.

por M. IVON VILLARCEAU.

(Conclusion.)

Propiedades relativas á los reguladores isocronos semejantes.—1.º Si dos reguladores se hallan compuestos de tal modo, que los órganos homólogos de los n sistemas parciales que los constituyen, sean de la misma densidad, y si, además, las dimensiones homólogas son proporcionales, estos reguladores ofrecerán una semejanza parcial.

En los sistemas que ofrecen una semejanza parcial, el ángulo φ es el mismo, y resulta de la ecuación (1), que si designamos por V' y ρ' las cantidades respectivamente homólogas de V y ρ , tendremos la relación

$$(2) \quad V'^2 \rho' = V^2 \rho,$$

la cual, siendo conocidos, por una parte, un sistema parcial isocrono y los valores correspondientes de V y ρ , y por otra, otro sistema parcial semejante al primero, permitirá conocer para este segundo, sea la dimensión ρ' correspondiente á una velocidad de régimen V' , sea la velocidad V' correspondiente á ρ' .

2.º La semejanza es completa entre dos reguladores cuando siendo el mismo el número de sistemas parciales, las dimensiones ρ y ρ' guardan entre sí la relación de semejanza que existe entre las dimensiones lineales homólogas de los

sistemas parciales; entónces la relación $\frac{\rho}{\rho'}$ no es arbitraria y se tiene esta otra,

$$(3) \quad V' = V \sqrt{\frac{\rho}{\rho'}} \quad \text{ó bien} \quad (4) \quad \frac{\rho'}{\rho} = \left(\frac{V}{V'} \right)^2;$$

de donde resulta que si se quiere construir un regulador isocrono semejante á otro dado, pero que funcione con distinta velocidad de régimen, la relación de semejanza se obtendrá elevando al cuadrado la relación inversa de las velocidades de régimen. Las dimensiones lineales del regulador proyectado se deducirán de las del conocido por medio de un simple cambio de escala.

Reguladores isocronos de la primera clase.—Estos reguladores deben satisfacer á una condición particular, además de las que anteriormente dejamos consignadas.

Sean ω_1 y ω_2 los límites superior é inferior de la velocidad de rotación, entre los cuales debe permanecer comprendida la velocidad real, para que los operadores funcionen como es debido; estableceremos la relación

$$(5) \quad S = \frac{1}{2} \frac{\omega_1 - \omega_2}{V},$$

y S será lo que se designa con el nombre de *separación proporcional de la velocidad*.

Sean:

α , el ángulo de las varillas con la vertical, medido en el mismo sentido que el ángulo φ ;
 N , el esfuerzo vertical constante ó variable que la horquilla opone al movimiento ascendente ó descendente del manguito.

Se podrán calcular los valores sucesivos que toma la cantidad

$$(6) \quad \frac{N}{2 S \operatorname{sen} \varphi} \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos (\alpha - \varphi)}$$

cuando el ángulo α varíe entre sus límites externos: designemos por P_0 el *maximum* de estos diversos valores.

Sean además;

P' , el peso de una de las varillas superiores, incluyendo el de todas las piezas que le son solidarias (ejes, tornillos, etc.);

L' , la distancia del centro de gravedad de la misma varilla á su punto de articulación con el