

en los trabajos de conservación, será facilitada por el Municipio, valiéndose al efecto de las bocas de riego (1).

PROYECTO DE UN TAQUÍMETRO AUTO-REDUCTOR

(SIN LIMBOS)

PARA TRABAJOS TOPOGRÁFICOS (2)

Los procedimientos topográficos han sufrido notables é importantísimos perfeccionamientos en los últimos años de este siglo, pero no ha sucedido lo mismo en cuanto al modo de llevarlos á la práctica, pues se observa, que mientras los modernos métodos taquimétricos han hecho de la Topografía una verdadera ciencia que da reglas fijas para dirigir los trabajos de levantamiento de planos, por el recto camino, á conseguir un grado de precisión deseado, los medios, ó mejor dicho, los instrumentos de que en la práctica nos valemos á este efecto, dejan mucho que desear, toda vez que no responden á la necesidad de obtener los datos convenientes con la debida rapidez sin que la exactitud padezca; inconveniente que viene dando lugar á que por muchos sea discutida la superioridad de tan excelentes métodos sobre los antiguos.

A llenar este sentido vacío tiende nuestro modesto trabajo, y grande sería nuestra satisfacción si el instrumento que vamos á describir responde prácticamente á su objeto, según su teoría claramente demuestra.

Como su nombre indica, el taquímetro auto-reductor que nos proponemos hacer construir, sirve para obtener las distancias que median entre dos puntos del terreno, reducidas ó proyectadas sobre las horizontal y vertical que pasan por uno de ellos; y nos dará, directamente, la distancia horizontal que los separa, y la tangente ó diferencia de nivel correspondiente á los puntos marcados, por la intersección del eje óptico del anteojo con el de giro general del instrumento, y la proyección de la cruz filar en una mira; es decir, que directamente obtendremos los datos D y z' , en lugar de los números generadores g y φ , que nos dan los taquímetros hoy en uso, y de los cuales se deducen aquéllos, por medio de operaciones sencillas, sí, pero pesadas por lo numerosas, sea cualquiera el procedimiento de que nos valgamos para conseguirlo.

Pero aún sería incompleto un instrumento que sólo llenase este objeto. El procedimiento taquimétrico exige la obtención de las coordenadas cartesianas de los puntos del terreno, para evitar una de las más graves causas de error, que lleva consigo la construcción de un plano medio de las coordenadas polares, cual es, la acumulación de los errores llamados inapreciables (porque en realidad lo son) debidos al grafismo, y dicha obtención nos obliga asimismo á efectuar otras nuevas operaciones, tan pesadas como las antes dichas.

Nuestro taquímetro evita también este segundo trabajo, dándonos directamente los *senos* y *cosenos*, ó sea las

coordenadas x é y , por lo que, la libreta ó registro de campo de este instrumento sólo necesitará para hallarse bien dispuesta á la construcción del plano, deducir z por la expresión $z = z' + i - h$ y sumar los datos de las casillas z , x é y para obtener las Z , X é Y , con lo cual no hay para qué decir que el engorroso trabajo de gabinete, causa única de que hoy no tenga más frecuente aplicación este ventajosísimo procedimiento, queda eliminado por completo, y relegados también las tablas, regla y círculos logarítmicos y demás aparatos de cálculo actualmente indispensables y de pesado manejo, puesto que durante los ratos de descanso en los trabajos de campo, puede efectuar dichas sencillas sumas cualquier peón medianamente ilustrado, haciendo que el procedimiento taquimétrico en esta forma tan rápida y sencilla resulte verdaderamente práctico.

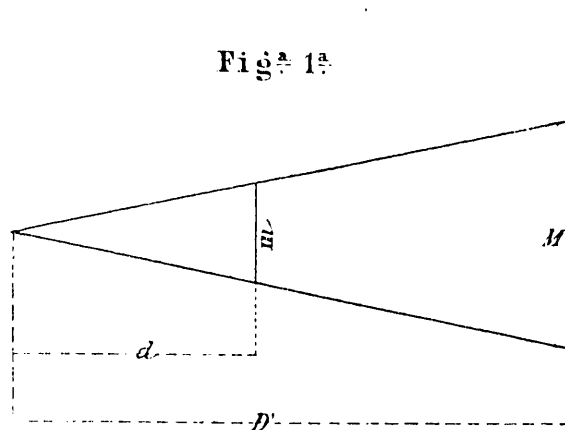
Ha servido de base al proyecto de este taquímetro la siguiente

Teoría.

Obtención de la reducida horizontal.—Recordaremos el principio fundamental de la estadia, que, según indica la figura 1.^a, es

$$D' = \frac{M d}{m}$$

Fig.^a 1.^a



cuyo segundo miembro da el valor de la distancia entre el punto o y la mira M , diciéndonos á la vez que permaneciendo constantes dos de sus tres cantidades, D' es función de la tercera.

Nuestro taquímetro supone constantes, como luego veremos, M y d ; y esto sentado, observaremos que la distancia directa D' será igual á la reducida D , en el solo caso de que la visual sea horizontal, y perpendicular por tanto á la mira colocada vertical.

Sabemos también que, en general (figura 2.^a),

$$D' = \frac{M \text{ sen. } \varphi \times d}{m}$$

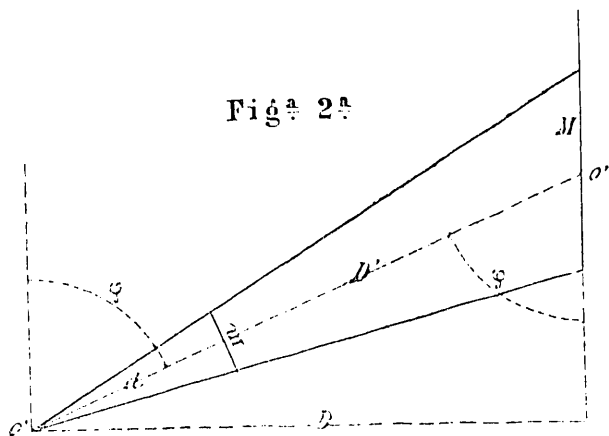
expresión que nos da siempre la distancia directa entre o y o' , siendo M la parte ó longitud de mira interceptada por los lados del ángulo diastimométrico, y φ el ángulo que la bisectriz $o o'$ forma con la mira. Y si hacemos que ésta se coloque vertical, la distancia reducida al horizonte será

$$D = D' \text{ sen. } \varphi = \frac{M \text{ sen. }^2 \varphi \times d}{m}$$

(1) Hemos copiado íntegros los tres primeros capítulos de este pliego de condiciones, redactado por nuestro distinguido compañero D. Ezequiel Naranjo, por el interés que revisten. En cuanto al resto, que pueda interesar como subasta de las obras, dimos el extracto en la sección correspondiente del número anterior.

(2) Véase el número 1.171.

Fig. 2ª

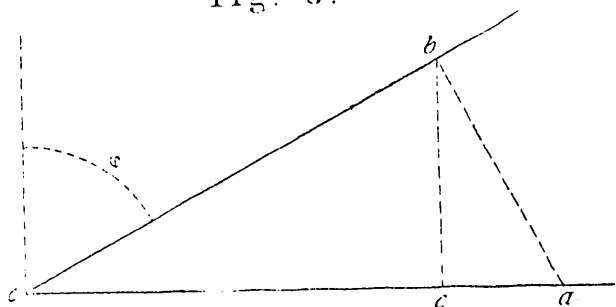


Ya hemos dicho que Md es una cantidad constante, pero $\frac{Md}{m}$ es una variable que se representa, como es costumbre, por la letra g .

Sea ahora o' (figura 3.ª) un ángulo igual al formado por la bisectriz $o'c$ de la figura anterior con la horizontal.

Si á partir del vértice de este nuevo ángulo o' tomamos sobre la horizontal magnitudes $o'a$ iguales á g en cada

Fig. 3ª



caso, y desde a bajamos la perpendicular ab sobre la $o'b$, y desde b la bc sobre la $o'a$, veremos que $o'c$ es la reducida de g ; es decir, la distancia horizontal D que buscamos, y que nos viene dada por la expresión $D = g \text{ sen.}^2 \varphi$.

Vemos, en efecto, que

$$o'b = o'a \text{ sen. } \varphi$$

y

$$o'c = o'b \text{ sen. } \varphi;$$

luego

$$o'c = o'a \text{ sen.}^2 \varphi = g \text{ sen.}^2 \varphi.$$

Para poner en práctica tan sencilla teoría no hay más que llevar sobre la $o'a$, en cada caso, el valor de g de un modo fácil y sin que sea necesario buscar dicho valor.

Observaremos para esto que en la expresión de g , que es $\frac{Md}{m}$, g varía en razón inversa de m , y que, por tanto, para valores de m desde cero á infinito, g valdrá desde infinito á cero; pero como en los trabajos topográficos se opera á distancias limitadas, resolveremos el problema entre los límites 100 y 400, pues luego veremos cómo y con qué sencillez podremos modificar las indicaciones que nos da el taquímetro, cuando operemos á mayores y menores distancias, para obtener las reducidas horizontales y verticales correspondientes.

Sabemos que en los anteojos estadimétricos no es conveniente visar bajo un ángulo diastimométrico mayor de 2

grados centesimales, cuya tangente es $0,03 = \frac{3}{100}$; ni in-

ferior á $0^{\circ}, 25', 8$, cuya tangente vale $0,004 = \frac{4}{1000}$; por lo

que empezaremos por fijar para nuestro anteojo un límite máximo y otro mínimo á m , eligiendo las relaciones $\frac{2}{100}$ y $\frac{2}{400}$ como valores del ángulo diastimométrico, en

los casos más desfavorables, cuando visamos al límite inferior 100 metros y al superior 400; con lo que nos colocamos en buenas condiciones, toda vez que no llegamos ni al máximo ni al mínimo valor que debe tener dicho ángulo.

Haremos, pues, á $M = 2$ metros, y los valores de m dependerán ahora de las condiciones del anteojo, que pasaremos á estudiar.

Recordemos, al efecto, la tan conocida fórmula

$$\varphi = d - \frac{p' + F}{p' F}$$

que en los anteojos analíticos liga los focos del objetivo (F) y de la lente analítica (φ), con la separación de estas lentes (d) y la situación del punto analítico (p') con respecto al objetivo. Para obtener, pues, un anteojo de dimensiones reducidas y convenientes, hagamos $F = 0,23$ metros; $d = 0,21$ y $p' = 0,12$, lo que nos dará para φ el valor $0,13$.

Con un anteojo así compuesto, veamos cuál será el valor máximo de m en la visual á 100 metros y el mínimo en la de 400.

Sabemos que

$$m = 2 \text{ tang. } \frac{1}{2} \omega \frac{p' \varphi}{d - \varphi}$$

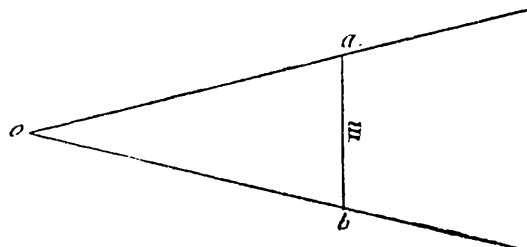
y como $2 \text{ tang. } \frac{1}{2} \omega$ es igual á $0,02$ en el primer caso, y á $0,005$ en el segundo, resultará para

$$m \begin{cases} \text{valor máximo} = 0,0039 \\ \text{valor mínimo} = 0,000975 \end{cases}$$

de modo que entre los límites propuestos, el camino que debe recorrer cada uno de los hilos del retículo que forman el ángulo diastimométrico será $0,0014625$; y con estos datos resolvamos el problema propuesto.

Supongamos, al efecto, que los hilos se encuentran proyectados según los puntos a y b (figura 4.ª), sobre los la-

Fig. 4ª



dos del ángulo variable o , equidistantes del vértice, y de tal manera que la distancia de éste á la a y b sea constante.

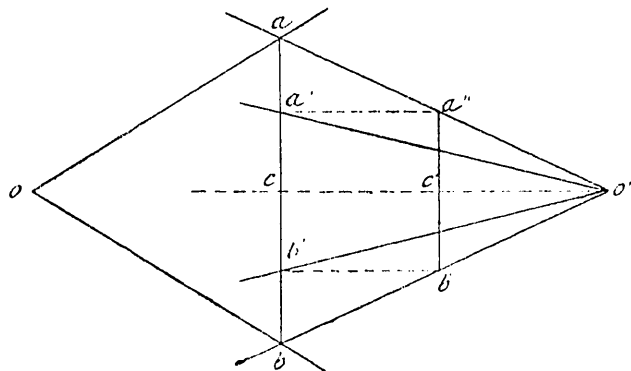
Coloquemos el plano de este ángulo perpendicular al eje óptico del anteojo y observemos que la separación m

de los hilos del retículo puede tomar infinitos valores, y, por lo tanto, todos los necesarios entre los límites 0,0039 y 0,000975; mas como en la expresión

$$m = 2 \operatorname{tang.} \frac{1}{2} \omega \frac{p' \varphi}{d - \varphi} = \frac{M}{D'} \times \frac{p' \varphi}{d - \varphi}$$

permanecen constantes todas las cantidades del segundo miembro excepto D' , vemos claramente que m es función y varía en razón inversa de D' .

Sea ahora otro ángulo variable o' , cuyo plano es perpendicular al del primero (figura 5.^a), paralelo, por tanto,

Fig.^a 5.^a

al eje óptico del anteojo, y cuyos lados se apoyen siempre en los puntos a y b del anterior o , reuniendo como éste la condición de que el vértice o' se encuentre siempre á igual distancia de la a b . Supongamos dos posiciones a o' b y a' o' b' de los lados de este segundo ángulo, que arrastrarán, como es consiguiente, á los del o . Tracemos la bisectriz $o'c$, y hagamos que la $a' b'$ recorra esta bisectriz, de tal manera que, conservándose constantemente normal á ella, el punto medio c sea siempre el de contacto.

Al llegar los puntos $a' b'$ á los $a'' b''$, los lados del ángulo o' habrán pasado de la segunda á la primera posición, y tendremos:

$$\frac{ab}{o'c} = \frac{a''b''}{o'c'} = \frac{a'b'}{o'c'}$$

de donde

$$ab = \frac{a'b' \times o'c}{o'c'} = m$$

y como podemos hacer á $a' b'$ constante y de un valor determinado (igual al límite inferior de m , que es 0,000975) y $o'c$ es también constante, resultará que m es función y varía inversamente de $o'c'$; y en definitiva, que D' varía en razón directa de $o'c'$.

Si, pues, dividimos $o'c$ en 400 partes, y para este valor de $o'c$ vale $D' = 400$ metros, el número de partes que median entre el vértice o' y la posición de $a' b'$ será precisamente el número de metros de D' , cuando el eje óptico del anteojo sea horizontal y perpendicular á la mira vertical, mientras que será un número de unidades igual á g cuando la visual sea inclinada respecto al horizonte, permaneciendo la mira siempre vertical.

Vemos, pues, demostrado que cuando los hilos móviles del retículo en el anteojo estudiado calen dos tablillas colocadas en una mira, distantes entre sí dos metros, la posición de $a' b'$, respecto de la $o'c$, nos dará gráficamente

el valor de g ; y según la teoría antes expuesta, la $o'c$ de la figura 3.^a será la reducida horizontal D , que no habrá más que leerla sobre la $o'c$.

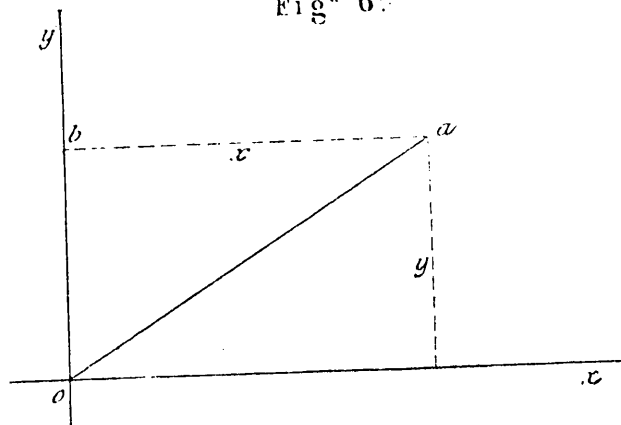
Y teniendo en cuenta que m no ha de valer nunca más de 0,0039 ni menos de 0,000975, resultará que un instrumento dispuesto según lo que acabamos de ver, nos dará todos los valores de g comprendidos entre 100 y 400, así como los correspondientes á las reducidas D , y no los mayores ni menores que estos límites. Pero fijándonos en que si en la expresión

$$g = \frac{M d}{m}$$

multiplicamos ó dividimos M por un número, quedará g también multiplicado ó dividido por el mismo número, veremos claramente que para visar á distancias comprendidas entre 400 y 800 metros, no tendremos más que dar á M el valor de 3 ó 4 metros, por ejemplo, y multiplicar por 1,50 ó por 2 los resultados ó lecturas que nos dé el taquímetro para obtener g y D ; mientras que para visar á distancias comprendidas entre 100 y 50 y entre 50 y 25 metros, daremos á M los valores 1 ó 0,50, dividiendo por 2 ó por 4 los resultados del taquímetro, para encontrar g y D , sin que la separación m de los hilos del retículo tome nunca valores mayores ni menores que los límites fijados.

En resumen: con este taquímetro y una mira de 4 metros podremos obtener la reducida ó distancia horizontal entre dos puntos del terreno que disten hasta 800 metros entre sí (y esto es aún otra ventaja sobre los demás taquímetros hoy en uso, que tienen menos alcance, por hacerse con ellos las visadas sobre miras que carecen de las tablillas que tan distintamente pueden calarse con el nuestro), teóricamente con toda exactitud, y prácticamente con la debida y necesaria aproximación, dependiente del esmero y precisión con que hayan de ajustarse las diversas piezas que componen el sencillo mecanismo que al efecto se ha ideado y dispuesto y que veremos al describir el instrumento. Y aunque probablemente se cometerán algunos errores, seguramente influirán muy poco en los resultados, por efecto de la longitud y disposición de las cajas de movimiento, y desde luego afirmamos que estos resultados nunca serán más erróneos que los obtenidos con los taquímetros hasta hoy conocidos, á medianamente exactas que las piezas se construyan.

Obtención de las tangentes; reducida vertical ó diferencia de nivel.—La simple inspección de la figura 3.^a nos dice que la cb es precisamente la tangente correspondiente á la reducida leída; y si esta cb se divide en partes de igual

Fig.^a 6.^a

valor que las de la o' c , no habrá más que leer en la c b para cada caso la diferencia de nivel buscada.

Oblención de los senos y cosenos.—Sean o x y o y (figura 6.^a) dos ejes de coordenadas, suponiendo colocado el o y en la dirección de la meridiana magnética, y sea o a una reducida en su verdadera posición respecto de dichos ejes.

Estando el origen de los arcos en la meridiana, que es lo que ordinariamente se supone en las operaciones taquimétricas, aunque no sea condición necesaria, la a b será el seno o x y la o b el coseno o y , y con esto basta para comprender el por qué se ha dispuesto el sistema que veremos en la descripción y uso del instrumento, para obtener dichas coordenadas.

Descripción.

Más que cuanto á la descripción en general del instrumento pudiéramos decir, enseñan las figuras adjuntas, cuya simple inspección basta para formarse clara y completa idea del mismo.

Sólo, pues, diremos dos palabras respecto al modo de funcionar de las diferentes partes de que consta; y completaremos este párrafo detallando del mejor modo que nos sea posible aquellos particulares que el dibujo no puede presentar con la debida claridad.

En el sistema ó juego de nivelar (núm. 2, figuras 7 á 10), que es el conocido de cuatro tornillos, por creerle el más fijo y seguro para el transporte del instrumento montado en su trípode, enchufa el eje vertical de giro del movimiento general señalado con el núm. 3 (figura 10), movimiento que puede impedirse por medio de una pinza con su tornillo de aproximación, sistema ordinario, que establece la solidaridad conveniente entre dichos eje y sistema de nivelar.

En el mismo eje, y sobre las piezas señaladas con el número 2, enchufa otra, núm. 5, que por medio de su correspondiente pinza y tornillo de movimiento lento, puede fijarse ó soltarse al eje núm. 3, de modo que gire unido ó independientemente de éste.

Sólidamente fija al extremo superior del repetido eje número 3, va una placa ó disco, núm. 4, que puede ser un limbo ordinario, de división centesimal, sobre el que se coloca, rigidamente unida, una regla graduada, núm. 6, á lo largo de la cual resbala una armadura que lleva dos cajas en ángulo recto, números 7 y 8, con cuya disposición, otra regla, también graduada, núm. 9, puede moverse en dos direcciones perpendiculares entre sí, conservándose siempre normal á la primera fija.

En la pieza núm. 5 se levanta un fuerte montante, número 10, que sostiene el aparato visual, llevando rigidamente unida al mismo, por intermedio de las piezas 18, una regla graduada, núm. 11, en la que corre la armadura núm. 12 que, por intermedio de una pieza acodada, va unida á la regla móvil inferior núm. 9 por el eje de giro número 13, y que tiene movimientos rápido y lento, por medio del tornillo núm. 14 y piñón núm. 17, á cuyo efecto, la tuerca núm. 15, cuya posición respecto de la caja que arrastra no varía en el sentido del movimiento, es articulada y puede abrirse horizontalmente en dos mitades iguales, que á voluntad, y por medio de las piezas núm. 16 (figuras 7 y 8), se las hace ó no engranar con el tornillo número 14, según que se quiera el movimiento lento ó el rápido. Un fuerte muelle mantiene la tuerca perfectamente

cerrada y engranada con el tornillo que la mueve, mientras no se actúa sobre las piezas núm. 16, que la abren para el movimiento rápido.

El aparato visual consta de un anteojo ordinario, de analatismo central, ocular fijo y objetivo movable con respecto al eje de giro núm. 22, cuyo retículo, de ángulo variable, ofrece la particularidad de constar de dos partes. Una, letra a (figura 10), es simplemente un retículo ordinario, con sólo la cruz filar, que con el centro óptico del objetivo constituye el eje óptico del anteojo, llevando sus correspondientes tornillos de rectificación para conseguir la posición conveniente de dicho eje óptico. Y otra, letra b , que se compone de la pieza c (detalle correspondiente, figura 10), que tiene dos rebajos en el sentido vertical, por los que se mueven las ramas d d' de las piezas doblemente acodadas d d' d'' , en cuyos extremos (inmediatamente antes, y casi en contacto con los de la cruz filar) van colocados dos hilos horizontales, que son los que constituyen el ángulo diastimométrico variable del instrumento.

Las piezas d d' d'' tienen un movimiento de traslación en el plano del retículo, limitado de tal manera, que el ángulo diastimométrico, que con el punto analático, los hilos determinan, pueda ser un poco superior ó inferior á los límites máximo y mínimo para él adoptados, que, como hemos dicho, son los correspondientes á los valores $\frac{2}{100}$

y $\frac{2}{400}$. Al efecto, en los extremos de las ramas d' d'' lleva dos pequeños ensanchamientos, e , que pueden recorrer los rebajos ó ranuras e' practicados en la pieza c .

Los hilos, que, como los de la cruz filar, deben ser de platino, van alojados en unas pequeñas ranuras, que llevan las ramas d' d'' en su texta, profundas tres décimas de milímetro (0,0003) para que en el caso de contacto del extremo de la rama superior con el correspondiente de la inferior, los hilos no puedan tocarse, conservándose entre sí convenientemente separados.

El movimiento de los hilos se obtiene por medio de las palancas f f , que giran sobre sus ejes g y oprimen los tornillos de rectificación h h , insertos en las piezas d . Unos fuertes muelles, i , mantienen constantemente en contacto á las cabezas de dichos tornillos con las palancas, y , por tanto, para una posición determinada de éstas, corresponden de otra fija de los hilos movibles.

El anteojo se apoya en los collares j (figuras 7 á 10) de la armadura 21, la que lleva los muñones sirviendo de eje de rotación al conjunto, apoyados en los cojinetes de los soportes 19, uno de los cuales tiene el mecanismo 20, para la rectificación de la horizontalidad del eje de giro del anteojo. Este lleva movimientos rápido y lento, valiéndonos de una pinza y tornillo de aproximación (que no se ha dibujado por no hacer confusa la figura) que una el semicírculo 36, que puede ser un limbo con la misma división que el horizontal, al montante 10 ó, en su caso, al nonius correspondiente, fijo á dicho montante.

El mecanismo para la obtención de las reducidas horizontal y vertical, consta de las piezas siguientes:

Una regla, núm. 23 (figuras 8 á 10), sujeta sólidamente al soporte fijo 19 y colocada en sentido horizontal, lleva la armadura 25 perfectamente ajustada, y pudiendo correr suavemente á lo largo de la regla fija. Esta armadura lleva á su vez la caja 24, rigidamente unida y en án-

TAQUIMETRO AUTO-REDUCTOR.

Alzado sin el nivel 38 ni la orientadora 39.

Costado derecho; Visual horizontal.

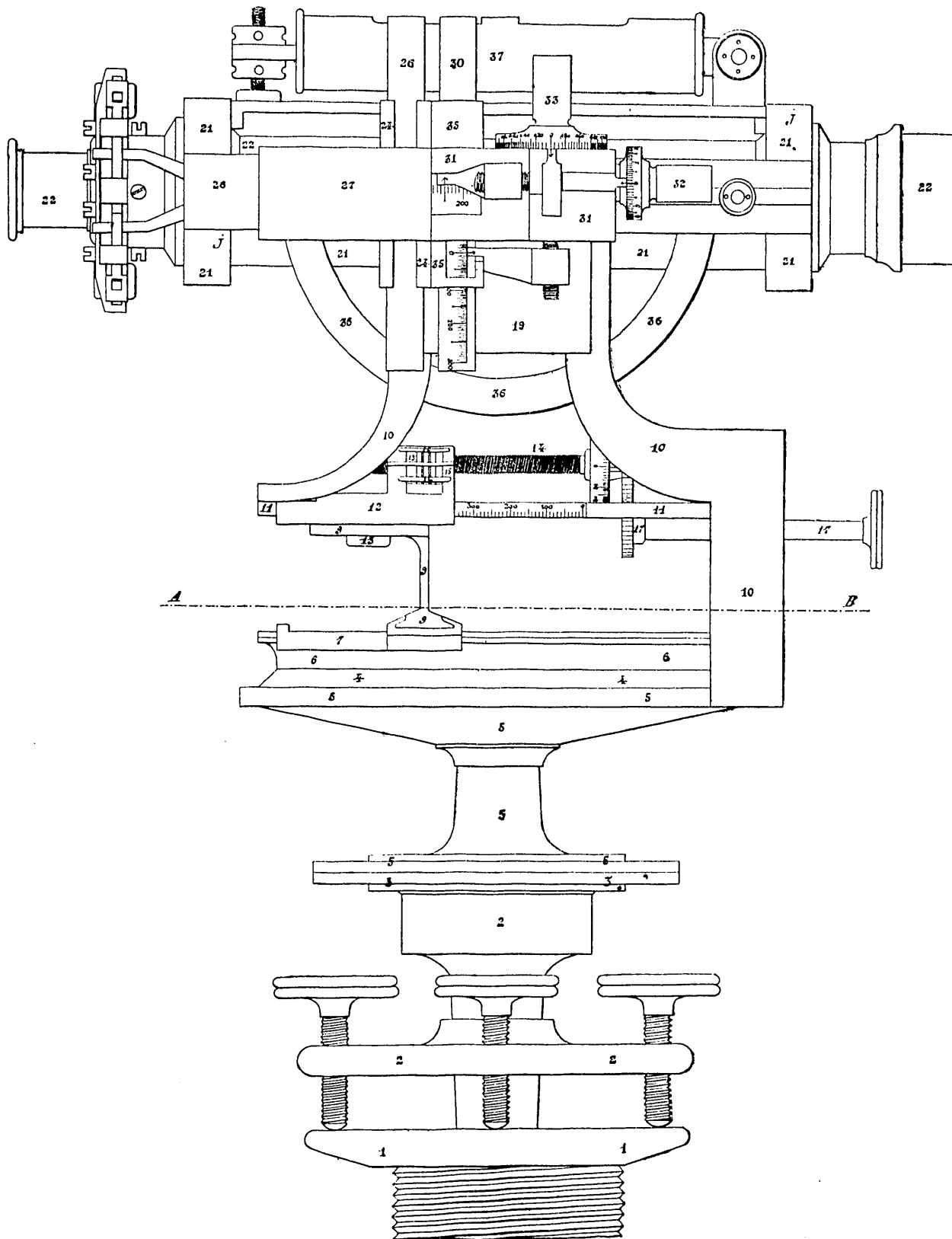


Fig. 7.^a

gulo recto con la anterior, dejando entre ambas un espacio, donde se aloja la pieza acodada 34, que tiene su giro alrededor del eje K (figura 11), y en cuya segunda caja 24 corre la regla 26, de modo que ésta y la fija 23 se conservarán siempre perfectamente perpendiculares entre sí.

A la armadura 21 del anteojo, paralela á su eje óptico, va sujeta por intermedio de las piezas *l* (figuras 9 y 11) la regla graduada 28, que deja en su interior el espacio vacío, donde se aloja el compás que da movimiento á los hilos del retículo, y del que después nos ocuparemos.

A lo largo de esta regla graduada 28, resbala la caja 27 con movimientos rápido y lento (por medio de un sistema semejante al 14, que no se ha puesto en la figura por no recargarla demasiado de detalles, que harían más confusión que claridad), á la que se une la regla 26 por medio del eje de giro 29. Una armadura, 31, recorre también esta regla 28, armadura que lleva solidariamente unida la caja 35 en ángulo recto con la regla 28, en cuya caja corre otra regla graduada, 30, que se conserva siempre perpendicular á la 28. Con decir ahora que la regla graduada 30 se une á la armadura 25 por intermedio de la pieza acoda-

da 34, á la que va rígidamente fija, girando, por tanto, estas regla y pieza alrededor del eje K, queda perfectamente á la vista cómo se ha llevado á la práctica nuestra sencilla teoría.

Efectivamente: las reglas 28 y 23 representan las *o' a* y *o' b* de nuestra figura 3.^a; la 26 es la *a b*, y la 30 es la *b c*. El vértice del ángulo tiene lugar en el eje de giro del anteojo, de modo que si el eje de giro de la caja 27 y regla 26 dista de el del anteojo una magnitud igual á *g* (magnitud reducida de escala, como es consiguiente), la paralela á la regla 30 que pasase por el eje de giro de esta regla en la armadura que lleva las cajas 24 y 25, nos daría en la regla 28 la reducida correspondiente. Pero como esta paralela no tiene representación material en el instrumento, leeremos la reducida en la regla 28, valiéndonos del índice que lleva la armadura 31, para lo cual, el origen de la graduación en la regla 28 debe tener lugar, no en el vértice del ángulo, sino más allá, á una distancia igual á la que media entre la citada paralela ideal y el punto de la armadura 31, en que se coloque el índice que sirva para hacer la lectura.

TAQUIMETRO AUTO-REDUCTOR.

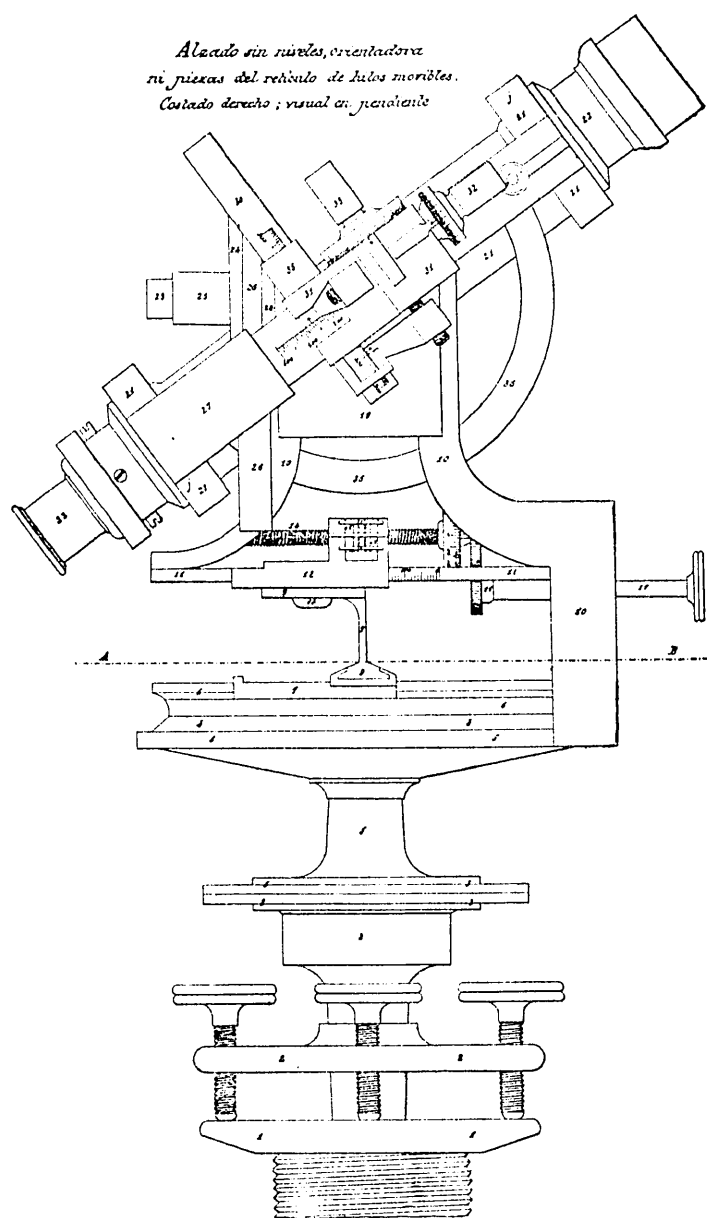


Fig. 8.ª

TAQUIMETRO AUTO-REDUCTOR.

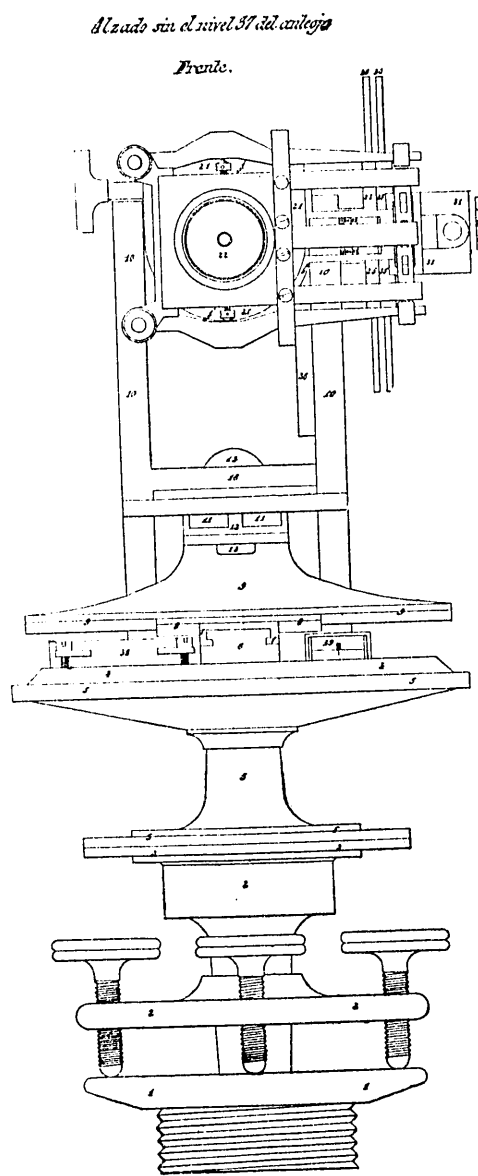


Fig. 9.ª

TAQUIMETRO AUTO-REDUCTOR.

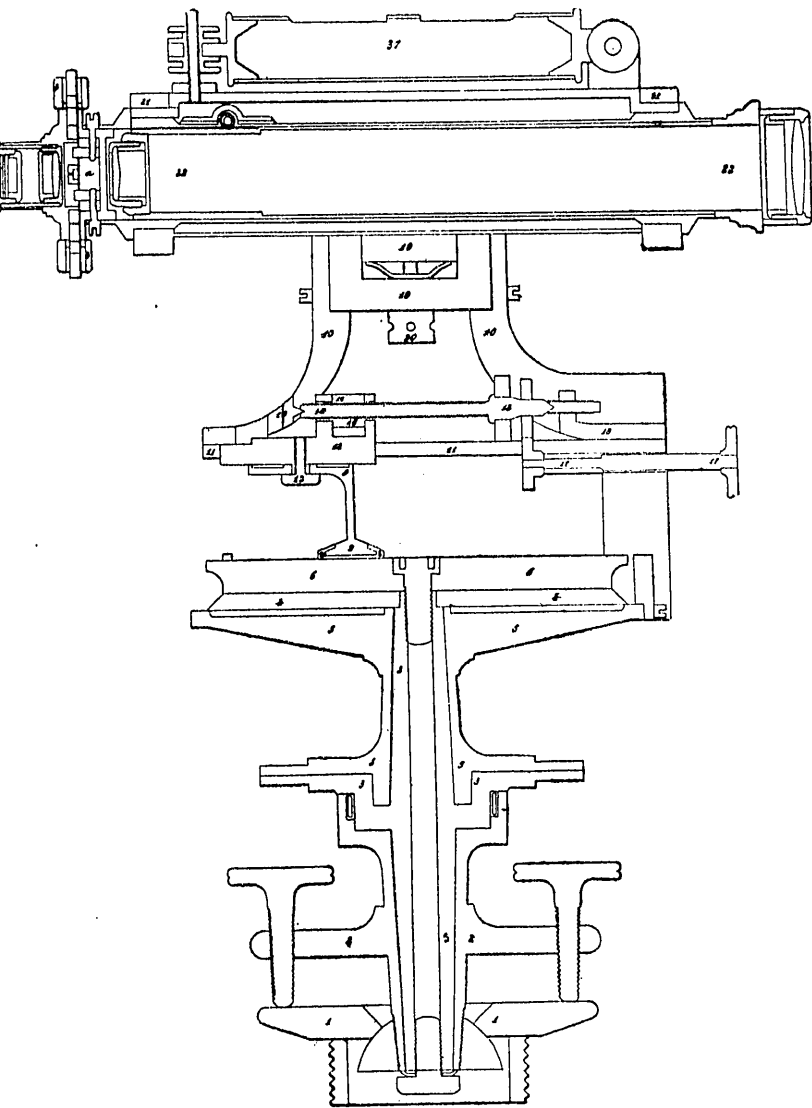
Sección por C. D.

Fig. 10.

Igualmente, la diferencia de nivel correspondiente será la distancia desde dicho eje de giro K á una línea ideal en la regla 28, paralela á sus lados mayores y pasando por el eje de giro del anteojo; distancia que leeremos en la regla 30, como es fácil comprender á la vista de la figura 8.

Sólo nos resta ya explicar cómo se ha conseguido obtener *g* en cada caso.

(Se continuará.)

ANTONIO SALAZAR.



REVISTA EXTRANJERA

Locomotora de los ferrocarriles imperiales de China.

En la fábrica de locomotoras de Baldwin, Filadelfia, se han construido recientemente ocho locomotoras con destino á los nuevos ferrocarriles que se están construyendo en China.

Son de dos tipos diferentes; una de ellas corresponde al modelo llamado «Eight wheel» y consta de cuatro ruedas motrices acopladas, con un carretón delantero de cuatro ruedas; la segunda, del tipo «Mogul», es una máquina de seis ruedas motrices acopladas, con carretón delantero de dos ruedas. (Véase el número del 3 de Mayo, página 159). La primera está destinada á trenes de viajeros y la segunda es para trenes de mercancías. El grabado adjunto, que reproducimos del *Engineering*, representa la máquina del tipo «Eight-wheel» ó «American». En cuanto ha sido posible, se han empleado en las dos máquinas piezas iguales y susceptibles de ser cambiadas entre sí, lo cual constituye una gran ventaja en las locomotoras destinadas á países lejanos. Las calderas y sus accesorios, los cuerpos de bomba, las válvulas, el regulador, etc., son idénticos en ambos tipos. Los tenders son también del mismo modelo.

El ancho de la vía es de 1,^m44. La envolvente de la caldera es de chapa de acero fundido homogéneo, de 16 milímetros de espesor; las juntas longitudinales llevan dobles cubrejuntas, y las correspondientes á las secciones rectas son de recubrimiento con doble fila roblones. El cuerpo cilíndrico tiene un diámetro de 1,^m52 en su extremo inmediato á la caja de fuego, y la presión normal que se ha previsto es de 12,66 kilogramos por centímetro cuadrado.

Las pruebas de recepción se hicieron á una presión de 14 kilogramos por centímetro cuadrado con vapor, y á 12,66 kilogramos con agua caliente.

El acero empleado en la envolvente debía poseer una resistencia á la tensión comprendida entre 38,50 y 46,50 kilogramos por milímetro cuadrado, y un alargamiento de 25 por 100 en ejemplares de 8 pulgadas (203 milímetros). Debía admitir además el ensanchamiento en frío de un agujero de 32 milímetros de diámetro hasta alcanzar un diámetro de 76 milímetros.

La caja de fuego tiene una longitud de 2,^m15 y un ancho de 1,^m07; lleva en el frente una protección de sustancias refractarias. La puerta se abre hacia dentro; está formada de dos chapas separadas por un anillo y roblonadas entre sí. Las parrillas están provistas de bovedillas de fábrica.

Hay 238 tubos de 3,^m66 de longitud y 51 milímetros de diámetro. Son de hierro núm. 12 W. G., y pueden resistir una presión interior de 35,15 kilogramos por centímetro cuadrado. Se exige que resista á una prueba que consiste en someter un trozo de 32 milímetros de longitud al aplastamiento á golpes de martillo, no debiendo formarse grietas transversales á consecuencia de esta operación. Para la alimentación de la caldera existen dos inyectores Seller, modelo 1897. La caja de humo es prolongada, del tipo americano moderno, y lleva el aparato destinado á detener las chispas en la forma corriente.

Los cuerpos de bomba son de hierro colado muy duro, y están fundidos de una pieza con la mitad de la caja de vapor, pudiendo ser colocados indistintamente á la derecha ó á la izquierda de la máquina. Su diámetro es de 483 milímetros, y la carrera del émbolo de 0,^m61. El diámetro exterior de las ruedas motrices, en la máquina para viajeros, es de 2,^m13; son de acero fundido y de 1,^m98 de diámetro, sin contar las llantas. Estas son de acero de crisol y están ensambladas con las ruedas; del mismo modo están dispuestas las de los carretones.

Los ejes son de hierro, de 203 milímetros de diámetro en los pezones, cuya longitud es de 254 milímetros, y van sobre coji-