

folia n^o 1-7-8-12

REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

DE

BARCELONA.

Premiada con MEDALLA DE ORO en la Exposición Universal
de Barcelona de 1888 y en la de Boston de 1883;
con medalla de plata en la de París de 1889, y con mención honorífica
en la de Filadelfia de 1887.



Año 16.

Febrero, Marzo
Abril 1893

Núm. 2, 3 y 4



BARCELONA.

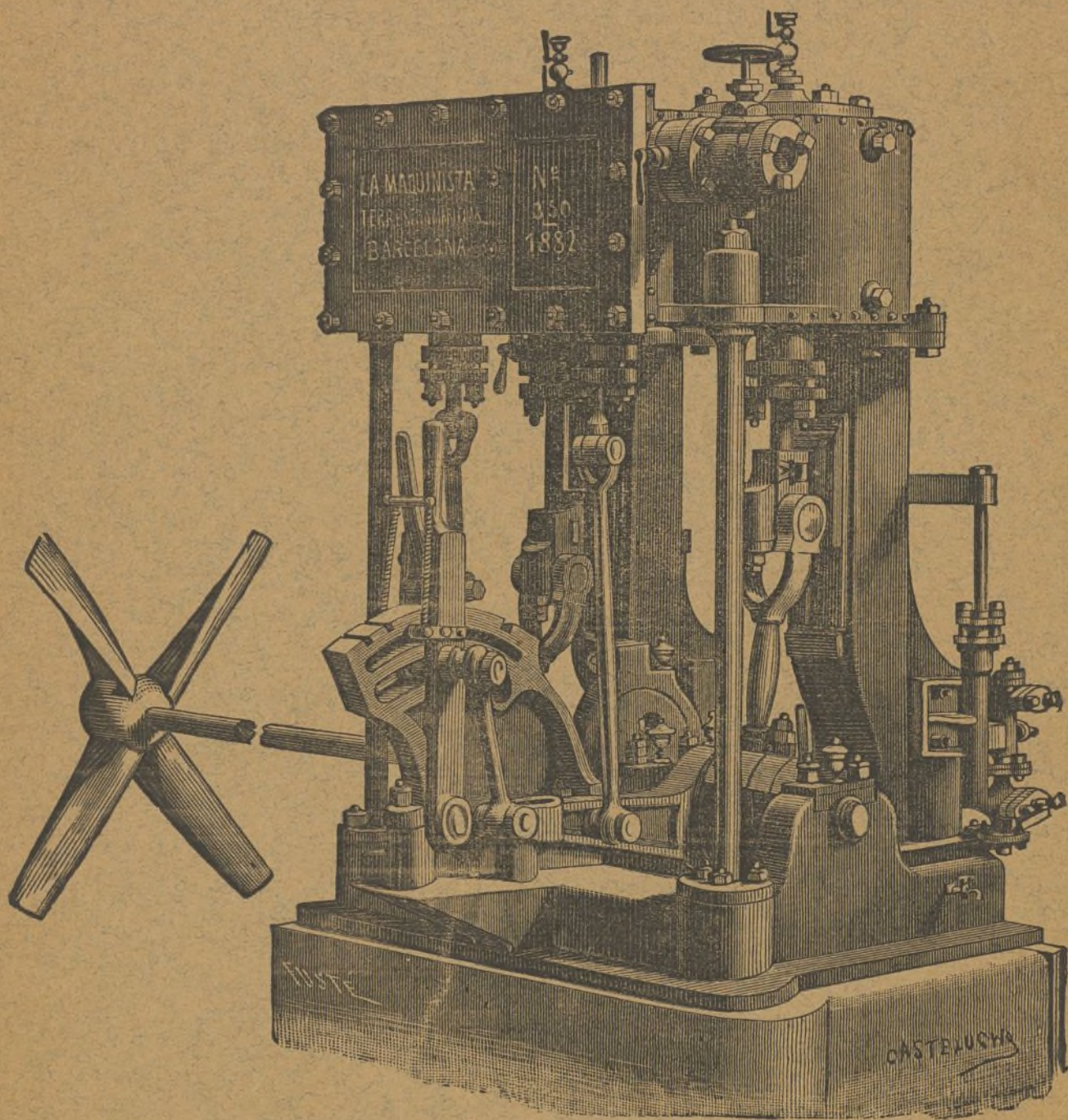
LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
RAMBLA DE SAN JOSÉ, NÚMERO 30, PISO 1.º

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARITIMA BARCELONA

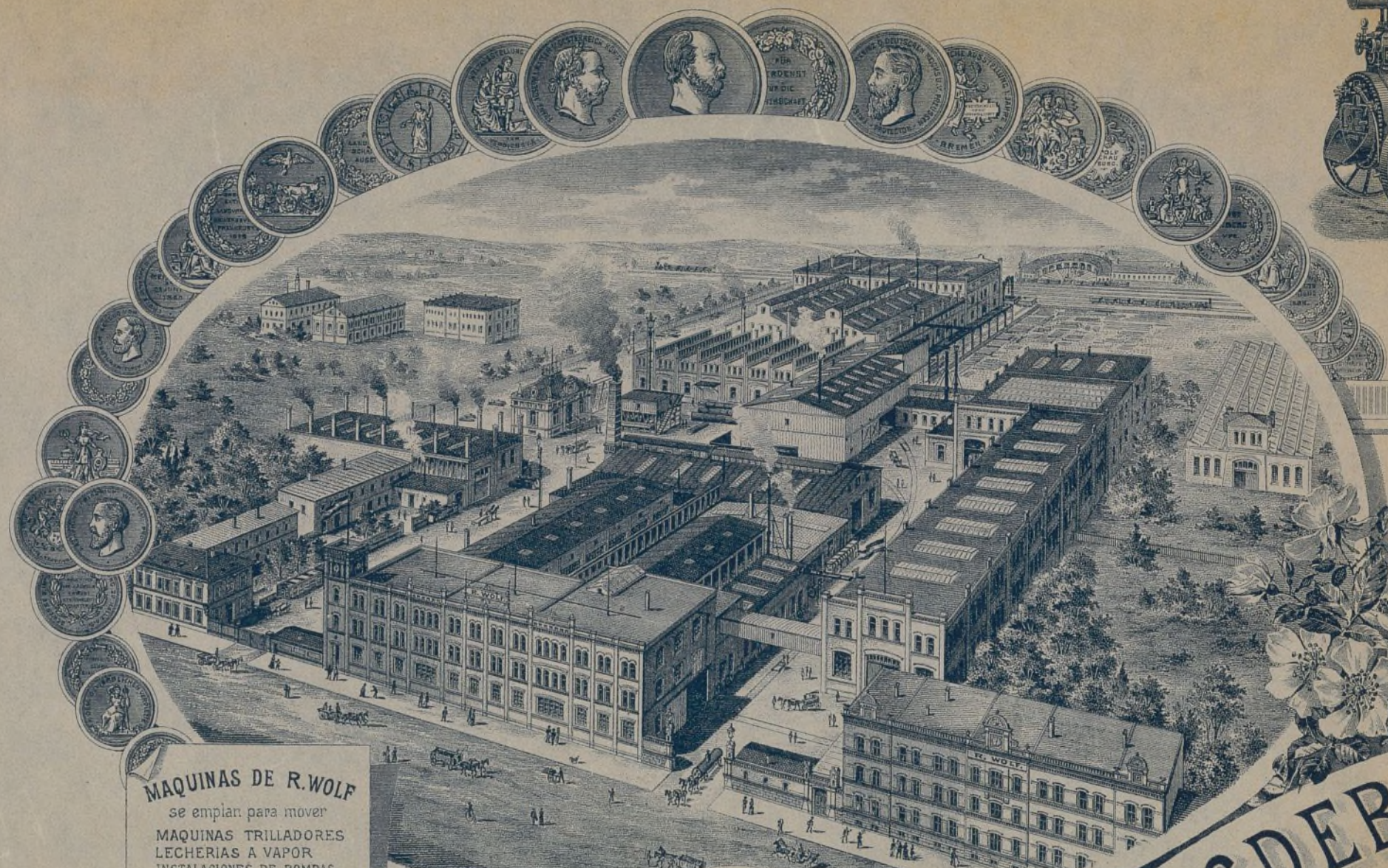
TALLERES DE CONSTRUCCIÓN. — BARCELONETA

Máquinas de vapor fijas, semifijas y portátiles. — Máquinas para extracción y desagüe de minas
— Máquinas para la marina. — Generadores de vapor.

Buques de hierro y acero. — Trabajos de calderería. — Hierro forjado de todas dimensiones

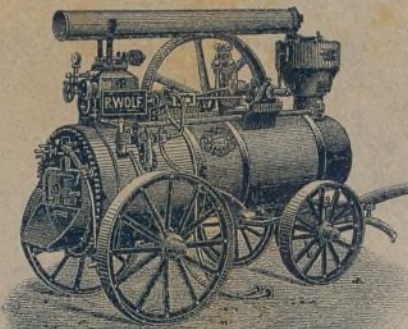


Locomotoras y material fijo para ferro-carriles. — Construcciones metálicas.
— Puentes y armaduras. — Mercados públicos. — Motores hidráulicos. — Transmisiones
de movimiento. — Fundición de hierro y bronce. — Proyectos industriales.



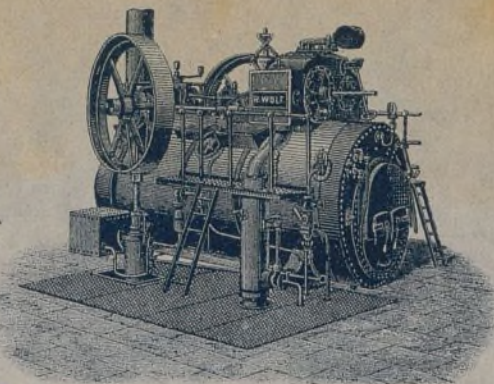
MAQUINAS DE R. WOLF

se emplean para mover
MAQUINAS TRILLADORES
LECHERIAS A VAPOR
INSTALACIONES DE BOMBAS
MOLINOS
ASERRADEROS
FABRICAS DE LADRILLOS
FABRICAS DE MESCIA
FABRICAS DE CEMENTO
MAQUINAS PARA ROMPER
PIEDRAS
EXPLOTACION DE MINAS
VIAS AEREAS DE CUERDAS
DE ALAMBRE
TALLERES MECANICOS
FUNDICIONES
FABRICAS DE ESCOPETAS
IMPRENTAS
FABRICAS DE HILOS
FABRICAS DE TEJIDOS
CERVEZERIAS
DISTILLERIAS
INSTALACIONES PARA PERFORACIONES
INSTALACIONES DE LUZ ELECTRICA
etc. etc.



LA FABRICA MAS IMPORTANTE DE ALEMANIA.
PARA MAQUINAS A VAPOR LOCOMOVILES Y SEMI-LOCOMOVILES.
Casa fundada
1862.

Numero de obreros.
ca 1000.



TALLERES MECANICOS Y FABRICA DE CALDERAS

R. WOLF

MAGDEBURG-
BUCKAU.
ALEMANIA



LEIPZIG 1892.

MAQUINAS A VAPOR
"LOCOMOVILES" Y "SEMI-LOCOMOVILES"
CUYAS CALDERAS TIENEN UN SISTEMA TUBULAR EXTRACTIBLE
de 4 hasta 200 caballos

para la AGRICULTURA y la INDUSTRIA.

CALDERAS, MAQUINAS A VAPOR, BOMBAS-CENTRIFUGAS, INSTALACIONES
DE PERFORAR PARA ESLOTAR MINAS, HELICES DE FIERRO DULCE, BARILLAS DE FIERRO DULCE.

No son menos que
3500 Maquinas a vapor, locomoviles y semi locomoviles
con calderas cuya sistema tubular es extractible

que se han producido en los talleres de R. Wolf.
Solamente en 1890/91 se han hecho

748 Maquinas de una fuerza de 15 547 caballos

que se han ido en

todas partes del mundo

Todas estas maquinas, aun las mas viejas, hecho ya hace 30 años

están trabajando hoy como siempre

lo que es ciertamente la mejor prueba de la calidad superior de las maquinas de Wolf.

Puede comprobarse que R. Wolf ha recibido

20, 30, 40 y mas repeticiones de pedidos

para maquinas de vapor, locomoviles y semi-locomoviles de un gran numero de autoridades y de Casas de importancia

Cientos de certificados

se han recibido de peritos y de personas competentes que dan mucha importancia a la durabilidad y seguridad de las maquinas de Wolf y reconocen su

**gran capacidad para trabajar, como tambien
su gran economia en el consumo del combustible.**

Las maquinas de R. Wolf no deben confundirse con otras de precio barato y de construccion lijera, hecho por otras casas, que hacen esfuerzo de venderlos como articulos de la misma calidad. Las maquinas de Wolf son una cosa muy diferente, su construccion y obra de mano se ha adjudicado muy favorablemente por personas de competencia y, especialmente en razon de su gran economia de combustible

han siempre ganado la victoria

en todas las concurrencias de maquinas locomoviles y semi-locomoviles que han ocurrido en Alemania. Ademas han recibido en muchas exposiciones

el primer premio.

Maquinas original de Wolf, de alta presion y de sistema „Compound“, cuyas calderas facilmente et realmente pueden mantenerse libre de todos sedimentos y de costra pueden calentarse con todas clases de combustible, como carbon, lignita, turba, madera, asserin, casca, paja, kerosene, etc. etc. Estas maquinas precisen muy poco espacio, pueden ser colocado en poco tiempo y precisen poca atencion. Por eso son las maquinas preferidas para

instalaciones agricolas e industriales

y están considerado superior a maquinas estacionarios con calderas separadas por personas competentes del ramo. El consumo de combustible de los maquinas de Wolf de unas 70 caballos de fuerza es menos de

0,9 kg. por hora y caballo.

Ayuntamiento de Madrid

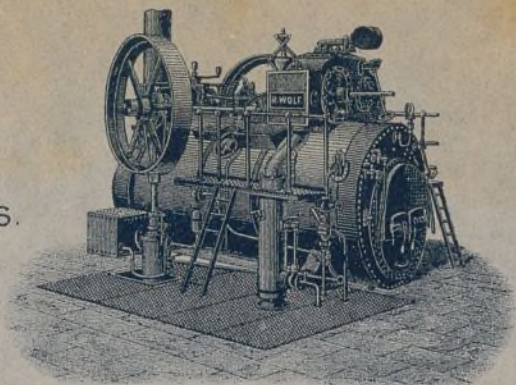


LA FABRICA MAS IMPORTANTE DE ALEMANIA.

PARA MAQUINAS A VAPOR LOCOMOVILES Y SEMI-LOCOMOVILES.

Gasa fundada
1862.

Numero de obreros.
ca 1000.



TALLERES MECANICOS Y FABRICA DE CALDERAS

R. WOLF

DEBURG-
UCKAU.
ALEMANIA



LEIPZIG 1892.

MAQUINAS A VAPOR

"LOCOMOVILES" Y "SEMI-LOCOMOVILES"

CUYAS CALDERAS TIENEN UN SISTEMA TUBULAR EXTRACTIBLE
de 4 hasta 200 caballos

para la **AGRICULTURA** y la **INDUSTRIA.**

CALDERAS, MAQUINAS A VAPOR, BOMBAS-CENTRIFUGAS, INSTALACIONES
DE PERFORAR PARA ESLOTAR MINAS, HELICES DE FIERRO DULCE, BARILLAS DE FIERRO DULCE.

No son menos que
3500 Maquinas a vapor, locomoviles y semi locomoviles
con calderas cuya sistema tubular es extractible

que se han producido en los talleres de R. Wolf.

Solamente en 1890/91 se han hecho

748 Maquinas de una fuerza de 15 547 caballos

que se han ido en

todas partes del mundo

Todas estas maquinas, aun las mas viejas, hecho ya hace 30 años

estan trabajando hoy como siempre

lo que es ciertamente la mejor prueba de la calidad superior de las maquinas de Wolf.

Puede comprobarse que R. Wolf ha recibido

20, 30, 40 y mas repeticiones de pedidos

para maquinas de vapor, locomoviles y semi-locomoviles de un gran numero de autoridades y de Casas de importancia

Cientos de certificados

se han recibido de peritos y de personas competentes que dan mucha importancia a la durabilidad y seguridad de las maquinas de Wolf y reconocen su

**gran capacidad para trabajar, como tambien
su gran economia en el consumo del combustible.**

Las maquinas de R. Wolf no deben confundirse con otras de precio barato y de construccion lijera, hecho por otras casas, que hacen esfuerzo de venderlos como articulos de la misma calidad. Las maquinas de Wolf son una cosa muy diferente, su construccion y obra de mano se ha adjudicado muy favorablemente por personas de competencia y, especialmente en razon de su gran economia de combustible

han siempre ganado la victoria

en todas las concurrencias de maquinas locomoviles y semi-locomoviles que han ocurrido en Alemania. Ademas han recibido en muchas exposiciones

el primer premio.

Maquinas original de Wolf, de alta presion y de sistema „Compound“, cuyas calderas facilmente et realmente pueden mantenerse libre de todos sedimentos y de costra pueden calentarse con todas clases de combustible, como carbon, lignita, turba, madera, asserin, casca, paja, kerosene, etc. etc. Estas maquinas precisen muy poco espacio, pueden ser colocado en poco tiempo y precisen poca atencion. Por eso son las maquinas preferidas para

instalaciones agricolas é industriales

y estan considerado superior a maquinas estacionarios con calderas separadas por personas competentes del ramo.

El consumo de combustible de los maquinas de Wolf de unas 70 caballos de fuerza es menos de

0.9 kg. por hora y caballo

Ayuntamiento de Madrid

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona, Febrero, Marzo y Abril de 1893

SUMARIO

Aplicaciones de un sistema parecido á la estadia, al estudio de trazados y á los trabajos topográficos en general, por *Pedro Pella y Forgas*.—Legislación: Real Decreto del Ministerio de Hacienda para el descubrimiento de la riqueza oculta.—Noticias.—Bibliografía.

APLICACIONES DE UN SISTEMA PARECIDO Á LA ESTADIA, AL ESTUDIO DE TRAZADOS Y Á LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS EN GENERAL

Trabajo premiado en el Concurso celebrado por la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona en el año 1892.

NUESTRO OBJETO

No pretendemos ocuparnos en el estudio de las aplicaciones del aparato que en los tratados de Topografía se designa con la denominación de «Estadia», sino de un procedimiento parecido, que hemos visto bautizado también con el mismo nombre unas veces, y otras con el de «Pértiga Rozas», y hasta con el muy impropio de «Lanzas geodésicas»; debido el primero, el más apropiado en nuestro concepto y que emplearemos en estos apuntes, á su analogía y semejanza con el sistema que se conoce bajo la designación de «Estadía»; el segundo á la forma especial de pértiga que tienen las miras que deben emplearse, á cuya palabra el Brigadier Sr. Perez de Rozas añadió su apellido, y el tercero á otra designación de las referidas miras.

Tanto la Estadia propiamente dicha como el sistema que vamos á describir, tienen por objeto determinar la distancia entre dos puntos del terreno, sin necesidad de recorrer midiendo, por medio de una cinta, cadena, etc., el espacio que

media entre ambos, y se fundan en el siguiente y sencillo problema de Geometría:

Si desde un punto O , (*fig. 1.^a*), se dirigen visuales á dos

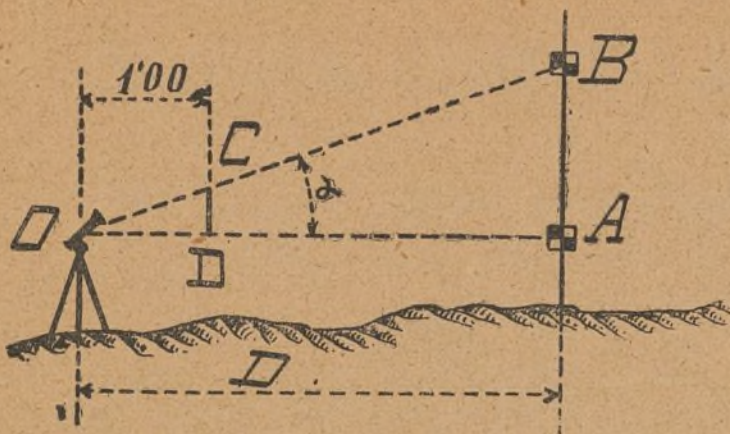


Fig. 1.^a

trazos A y B de una mira, y suponemos horizontal la dirigida al punto A , la distancia entre la mira y el instrumento, reducida al horizonte, se deduce de los

triángulos semejantes OCD y OAB , por medio de la siguiente proporción:

$$\frac{OA}{1} = \frac{AB}{CD}; \text{ de donde}$$

$$OA = D = \frac{AB}{CD} = \frac{m}{tg. \alpha}$$

Puede considerarse constante uno cualquiera de los valores m ó α y variable el otro con la distancia. En el procedimiento que vamos á describir se supone constante el valor de m y variable el ángulo α , mientras que en el que se designa con el nombre de Estadia propiamente dicho sucede lo contrario, se considera variable el valor de m y constante el ángulo α , llamado ángulo diastimométrico, cuyo procedimiento sirve de base á la Taquimetría, de la que tal vez en otra ocasión, y como complemento de la presente, con la ayuda de Dios, nos ocuparemos.

Nuestro propósito consiste en exponer de una manera clara y metódica al alcance de los que tengan solo conocimientos elementales de Topografía, la série de operaciones necesarias para obtener la representación geométrica sobre un plano de una porción de terreno determinada, para aplicarla al estudio de un trazado, ó considerarla solo como trabajo topográfico en general.

Partimos del principio de suponer conocidos la composición y el manejo de los aparatos más usuales que emplea la Topografía; por esto nos limitaremos á describir los especiales y las modificaciones de los ordinarios.

Nos consideraremos satisfechos, si con el trabajo que tenemos el honor de presentar á la Asociación de Ingenieros industriales de Barcelona, contribuimos, aunque sea de una manera modestísima, á facilitar el conocimiento de esta rama tan importante de la ciencia del Ingeniero.

CAPÍTULO I.

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA DETERMINAR LA SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DEL TERRENO.

Consideremos un sistema de ejes rectangulares formados por la intersección de tres planos, uno horizontal y dos verticales, que se corten en ángulos rectos (*fig. 1'*).

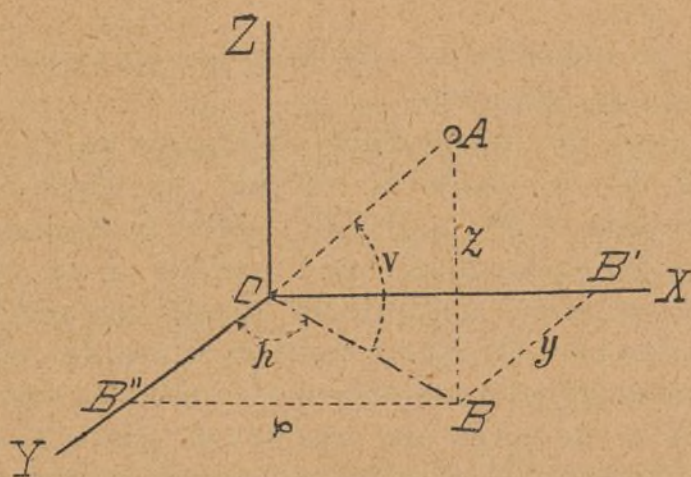


Fig. 1'.

La posición de un punto cualquiera *A*, quedará determinada, cuando se conozca su proyección *B* sobre el plano *XY* y la magnitud de la vertical *AB*, ó sea la altura de dicho punto sobre el mismo plano.

El primer dato puede obtenerse midiendo el ángulo que forma la proyección horizontal *OB* del radio vector *OA* con el eje de las *Y*, por medio de un aparato goniómetro y goniógrafo cualquiera, y luego la longitud *OB*. El segundo dato también puede deducirse con facilidad en función del ángulo *V*, formado por el radio vector *OA* con la horizontal, y de la distancia *OB*, por medio de la conocida fórmula

$$BA = OB \times \operatorname{tg.} V.$$

BA, es la coordenada vertical, que podemos representar por *z*.
OB, es la distancia horizontal, que representaremos por *D*.

Con estos datos, la fórmula anterior vendrá expresada por

$$z = D \operatorname{tg.} V. \quad (1).$$

Conocidos los ángulos V y h y la longitud D , podría con facilidad representarse sobre un papel la posición del punto A con respecto al origen de coordenadas; pero para ello sería preciso el empleo del aparato llamado transportador, instrumento que reúne poquísimas condiciones de exactitud, y por esto en los trabajos que requieren esta circunstancia como condición especial, es preciso desechar el empleo de dicho aparato, es decir, la aplicación de coordenadas polares, valiéndose exclusivamente de coordenadas rectangulares, que se determinan con facilidad por medio de las fórmulas siguientes, deducidas de los principios elementales de la Trigonometría rectilínea:

$$\begin{aligned} x &= OB' = D \operatorname{sen.} h \\ y &= OB'' = D \operatorname{cos.} h \\ z &= AB = D \operatorname{tg.} V \end{aligned} \quad \text{las cuales con la (A)}$$

constituyen las tres coordenadas rectangulares necesarias para determinar la situación de un punto.

El problema no puede ser más sencillo: colóquese un teodolito en el punto O (*fig. 1'*), háganse coincidir los ceros de los nonius con las divisiones 360 y 180 del limbo horizontal, diríjase el eje óptico del instrumento en dirección al eje de las Y , fíjese en esta posición el conjunto del aparato por medio del tornillo inferior que para ello sirve, suéltese el tornillo que sujeta de un modo invariable los nonius con el limbo horizontal, diríjase entonces el eje óptico del aparato al punto A , y en esta posición la lectura de los limbos horizontal y vertical del aparato nos dará respectivamente el valor de los ángulos h y V . Mídase finalmente la proyección horizontal OB , por medio de la cadena, cinta metálica, rodete ó reglas, ó con un aparato diastimométrico y se habrán obtenido todos los elementos necesarios.

Las operaciones practicadas para situar el punto B pueden repetirse en la misma forma para determinar la posición de todos aquellos que convengan; pero en la práctica no es posible abarcar desde una sola estación todos los necesarios para la representación del terreno, unas veces porque quedan ocultos por los accidentes del suelo y otras por hallarse á distancias mayores de las que permite el instrumento que se emplee. De ahí nace la necesidad de establecer nuevos puntos de estación convenientemente elegidos para situar todos los indispensables á la representación geométrica de la zona que se desea obtener.

El enlace de la primera estación con la segunda y el proce-

dimiento empleado para calcular las coordenadas de los puntos que desde esta se sitúen con respecto al origen primitivo, se efectúan de una manera sencilla y expedita.

Supongamos que sea M (fig. 2) el punto que deba constituir la nueva estación. A partir del punto O se determinan por el procedimiento descrito las coordenadas de M , sean estas A, B, C . Se traslada el instrumento al punto M , se consideran una nueva serie de

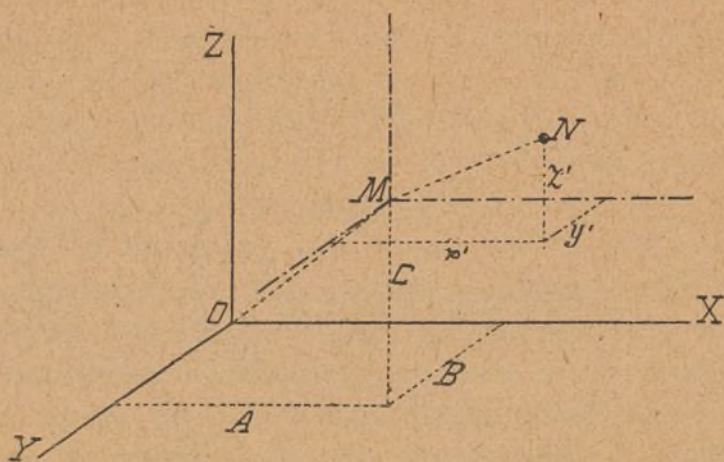


Fig. 2

ejes coordenados paralelos á los de la estación O y se sitúan desde la nueva estación todos los puntos que se consideren convenientes.

Sean $x'y'z'$ las coordenadas de un punto N con relación al origen M ; las de este mismo punto con respecto al origen primitivo O serán evidentemente

$$X = A + x'; \quad Y = B + y'; \quad Z = C + z'.$$

En resumen, conviene en la mayoría de los casos establecer un número considerable de estaciones, á cada una de las cuales corresponderán cierto número de puntos. Cada punto de estación se referirá al inmediato anterior, de la manera que hemos dicho, y las coordenadas al origen de los puntos que se sitúen podrán calcularse por medio de las fórmulas:

$$\begin{aligned} X &= A + A' + A'' + \dots + x \\ Y &= B + B' + B'' + \dots + y \\ Z &= C + C' + C'' + \dots + z \end{aligned}$$

en las que $A, B, C; A', B', C'; A'', B'', C'' \dots$ representan las coordenadas de cada punto de estación con respecto á la inmediata anterior, y x, y, z , las coordenadas parciales del punto de que se trata con respecto á la estación desde la cual se ha situado.

Hemos indicado la necesidad de que los ejes coordenados de las estaciones sean paralelos á los primitivos. Esta condición

se obtiene fácilmente cuando se emplea el teodolito ordinario. En efecto, para el paralelismo del eje de las z basta colocar en todas las estaciones el teodolito en posición vertical por medio de los niveles de que se encuentra provisto el instrumento; de este modo se consigue también la horizontalidad del plano XY . Falta solo asignar una dirección al eje de las Y ó de las X , y en la práctica se logra, fijando el eje OY en la dirección de la meridiana magnética ó verdadera, por regla general, aquella mejor que ésta. A dicho objeto, puesto el teodolito en estación en el punto O , se hace coincidir el cero del limbo horizontal con el de uno de los nonius, cuidando de fijarse siempre en el del mismo lado, se aprieta entonces el tornillo que sujeta éstos con aquél, se afloja luego el tornillo del movimiento general y dejando libre la aguja imantada se hacen girar las dos placas reunidas hasta que la punta N de la aguja señale cero en su limbo correspondiente, en cuyo instante se aprieta el tornillo de presión que une las dos placas, limbo y nonius, con la base del instrumento y queda el eje óptico del anteojo en dirección del N magnético, ó sea del eje de las Y . Repitiendo esta operación en todas las estaciones se obtiene el paralelismo de los ejes de las X y de las Y .

Si no se dispusiera de brújula, podría emplearse también un procedimiento fácil al objeto de obtener el paralelismo del eje de las Y . Para ello, colocado un aparato goniómetro ó goniógrafo en el punto M , ó sea en la segunda estación, la línea MR que formase con la MO un ángulo igual al suplemento del h (*fig. 3*), es decir $180^\circ - h$ sería exactamente paralela á la OY .

En la práctica se toma como plano de las XY el que corresponde al nivel del mar, como plano YZ uno vertical que pase por la meridiana magnética, y para el XZ un perpendicular al meridiano. De esta manera resulta dividido el espacio en cuatro cuadrantes cuyas trazas sobre un plano horizontal son las de la (*fig. 4*). Estando el cero en el Norte y marchando la graduación del limbo hori-

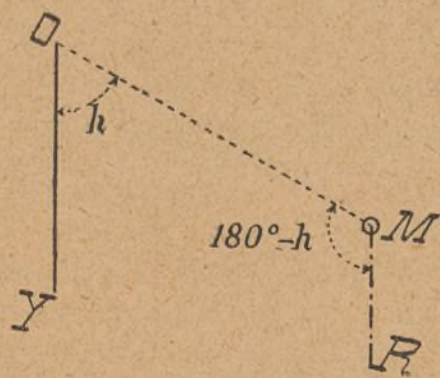


Fig. 3

zontal del teodolito hacia el Este pertenecerán al primer cuadrante todos aquellos puntos cuyos ángulos azimutales ó rumbos oscilen entre 0° y 90° ; al segundo los comprendidos entre 90° y 180° ; desde 180° á 270° al tercero, y desde éste á 360° al cuarto.

Para la debida exactitud en las operaciones, se consideran las coordenadas de un punto positivas ó negativas, anteponiendo el signo $+$ á las primeras y el $-$ á las segundas.

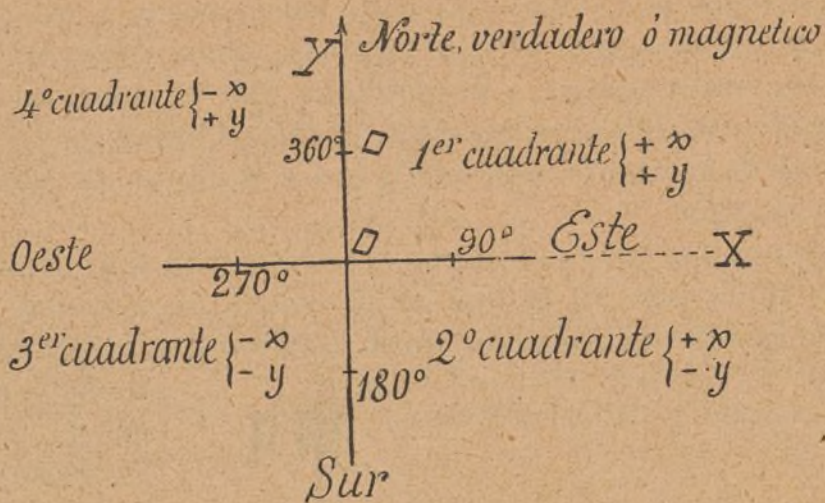


Fig. 4

Coordenadas x : son positivas todas las que corresponden á puntos situados en los cuadrantes 1.º y 2.º, y negativas las del 3.º y 4.º, es decir, positivas las que se encuentran á la derecha de la línea NS trazada en el centro de estación y negativas las de la izquierda de la misma línea.

Coordenadas y : son positivas las del 1.º y 4.º cuadrante, y negativas las del 2.º y 3.º.

Coordenadas z : son positivas todas las correspondientes á puntos que se encuentran más altos que el plano horizontal situado en el eje óptico del aparato y negativas las inferiores.

CAPÍTULO II.

PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA LOGRAR EL OBJETO EXPRESADO EN EL CAPÍTULO ANTERIOR.

Hemos visto que para determinar la posición de un punto cualquiera del terreno con relación á los tres planos á que venimos refiriéndonos, basta medir dos ángulos, uno azimutal y otro vertical y una distancia, la proyección del radio vector sobre el plano de las XY (*fig. 1*).

Para lo primero, hemos dicho también sirve un teodolito cualquiera, mientras que la distancia podría obtenerse por medio de los aparatos que ordinariamente se emplean; no obstante, conocidos son de todos los que se dedican á trabajos topográficos, los grandes inconvenientes que lleva consigo el em-

$m s$, es la distancia horizontal D que se busca.

$m r = 1$.

$p q$, es una distancia conocida, porque es la que separa las dos planchas de la mira, llamémosla m .

$o n$, es la diferencia de las tangentes de los dos ángulos verticales, $q m s$ y $p m s$ que se han medido, designémosla por d .

De modo, que la fórmula anterior queda reducida á la siguiente:

$$D = \frac{m}{d}.$$

En la práctica, para no operar con muchas cifras decimales, en lugar de partir de las tangentes de los ángulos verticales correspondientes á un radio = 1, se consideran y emplean las de radio = 100, en cuyo caso

$$D = \frac{100 m}{d}$$

Debe apuntarse con cuidado el signo de los ángulos verticales que se midan, considerándose positivos los que forman las visuales superiores á la horizontal del anteojo y negativos los inferiores y anteponiéndoles respectivamente los signos + y -.

La diferencia de las tangentes de los ángulos ha de ser siempre algebraica. Pueden ocurrir los siguientes casos:

1.º Los dos ángulos positivos (*fig. 6*); entonces

1.º Los dos ángulos positivos (*fig. 6*); entonces

$$d = T - (+ T') = T - T'.$$

2.º Uno positivo y otro negativo. (*fig. 7*),

$$d = T - (-T') = T + T'$$

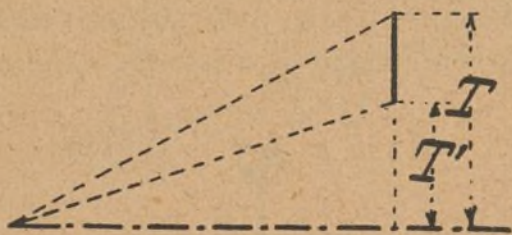


Fig. 6

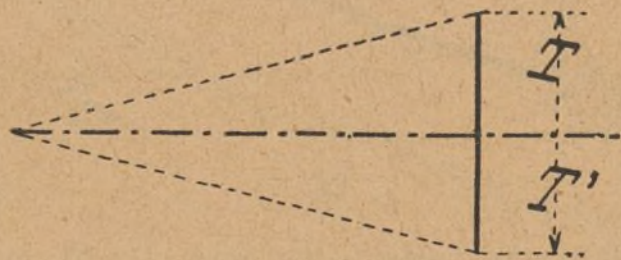


Fig. 7

3.º Los dos negativos, (*fig. 8*),

$$d = -T - (-T') = T' - T$$

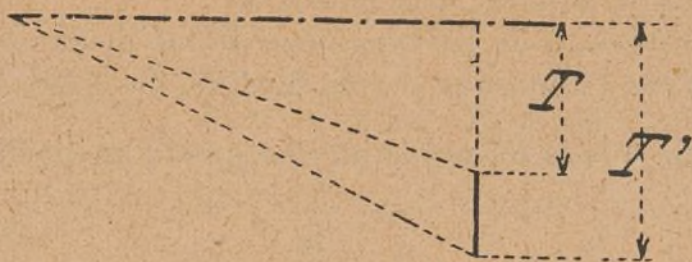


Fig. 8

Conocida la distancia, se determina la coordenada z en función de aquella y del ángulo de la plancha inferior por medio de la fórmula general

$$z = D \operatorname{tg.} V \quad (2)$$

que hemos fijado en el capítulo primero.

Nótese que, procediendo de la manera que hemos indicado, el valor de z no representa la diferencia de nivel que existe entre los puntos A y B (*fig. 9*), ó sea la magnitud AE y sí sólo la CC' , porque el teodolito ha de encontrarse para su fácil manejo á cierta altura sobre el terreno y por otra parte conviene

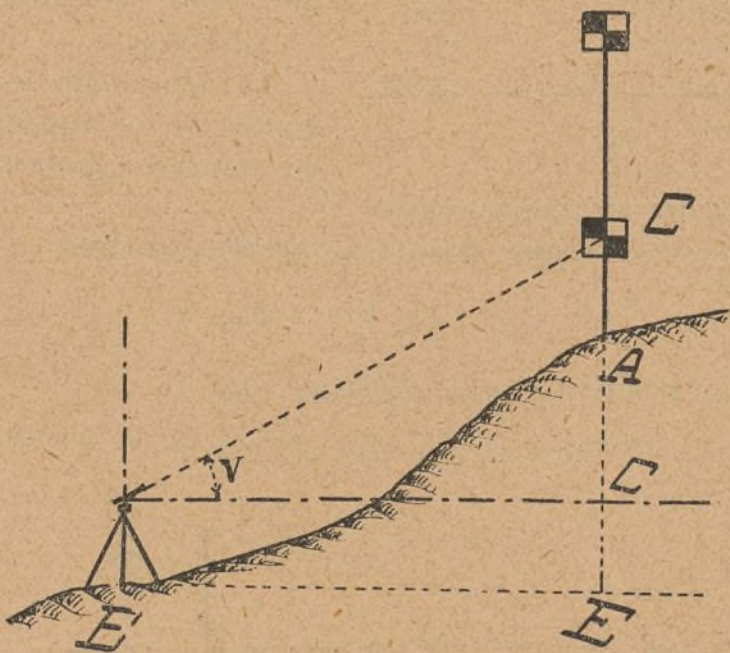


Fig. 9

también, en la mayor parte de los casos, que la plancha inferior de la mira se halle algún tanto separada del suelo para

que resulte visible en terrenos cubiertos de vegetación. Es, pues, preciso corregir el resultado de la fórmula (2) para obtener el desnivel AE que se desea, en la forma que vamos á determinar.

Cuando el ángulo de la visual dirigida á la plancha inferior es positivo (*fig. 10*) el desnivel que se busca Z' será

$$Z' = Z + dt - n;$$

llamando A la cota del punto 1 y B la del 2, tendremos:

$$B = A + Z' = A + z + (dt - n)$$

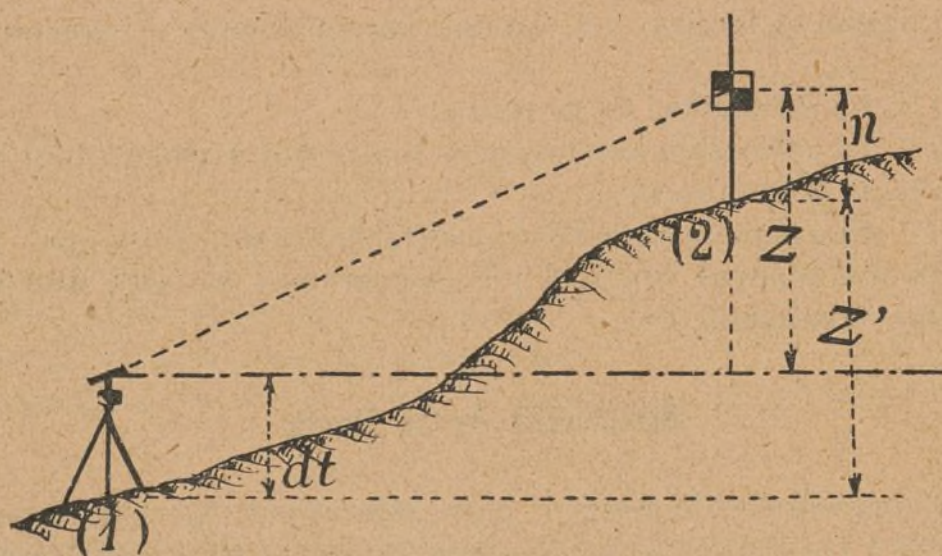


Fig. 10

Si el ángulo considerado es negativo, entonces (*fig. 11*)

$$Z' = Z + (n - dt); \text{ y}$$

$$B = A - Z + (n - dt) = A - z + (dt - n)$$

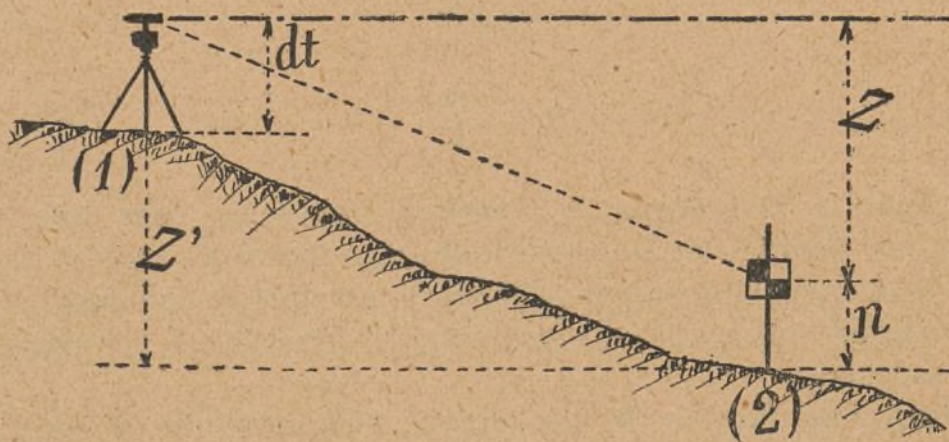


Fig. 11

De manera que en todos los casos el valor de z deberá sumarse con la diferencia entre la altura del instrumento y la de la plancha inferior de la mira sobre el suelo para obtener la diferencia de nivel que media entre los dos puntos que se consideren.

La altura del instrumento es la que corresponde al eje de los gorrones de giro del anteojo del teodolito sobre el suelo.

CAPITULO III.

LÍMITES DEL EMPLEO DEL SISTEMA Y ERRORES QUE OCASIONA.

Limitan el empleo del sistema las siguientes circunstancias:

- 1.^a La esfericidad de la tierra.
- 2.^a La refracción que los rayos luminosos experimentan al atravesar la atmósfera, y
- 3.^a El grado de apreciación del teodolito que se emplee.

De una manera sucesiva nos ocuparemos de cada una de dichas circunstancias.

Esfericidad de la tierra

El procedimiento descrito para determinar las cotas de los puntos y las distancias horizontales que les separan, se funda en la consideración de ser la tierra plana, pero cuando se trata de distancias regulares no puede partirse de tal supuesto; no deben considerarse como paralelas la vertical del instrumento y la de la mira, sino como dos líneas que convergen hacia el centro de la tierra, y entonces serán erróneos los datos proporcionados por las fórmulas

$$z = D \operatorname{tg} V, \text{ y}$$

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

Vamos á determinar la longitud necesaria para que el error sea sensible en la primera de estas fórmulas, con el objeto de deducir la distancia máxima á que podrá aplicarse el sistema que nos ocupa, sin necesidad de proceder á correcciones especiales.

Sean (*fig. 12*) A y B dos puntos desigualmente distantes del centro de la tierra C , y supongamos que se trata de deter-

minuar la diferencia de nivel que los separa, en el supuesto de que disten mucho el uno del otro.

Trácese la superficie horizontal AH que pase por A ; el desnivel verdadero entre los puntos A y B está representado por:

$$BD = BH + HD \quad (3)$$

Si considerásemos como rectángulo en H el triángulo ABH , tendríamos:

$$BH = AH \operatorname{tg.} V' = D. \operatorname{tg.} V' \quad (4)$$

siendo:

D = distancia horizontal AH

V' = ángulo BAH ;

pero hemos partido de una consideración falsa porque, no siendo paralelas las líneas CA y CD , el ángulo en H es igual

$$90^\circ + \text{ángulo } A'HB,$$

y este último igual al ángulo en C .

¿En la práctica puede prescindirse del error que por este concepto resulta? Veámoslo.

Siendo de unos 40.000,000 de metros la longitud de la circunferencia terrestre de círculo máximo, y apreciando los teodolitos aplicables á nuestro objeto $20''$, el número de ángulos de esta magnitud contenidos en 360° será:

$$\frac{360 \times 60 \times 60}{20} = 64.800$$

y el arco terrestre interceptado por las verticales que formen en el centro un ángulo de $20''$:

$$\frac{40.000,000}{64.800} = 617^m,28; \text{ sean } 600 \text{ en números redondos.}$$

Por consiguiente, siempre que se trate de longitudes menores que ésta, podrá admitirse la fórmula (4), porque no llegará á $20''$ el valor del ángulo en el centro.

El término HD que constituye el error de esfericidad, puede determinarse basándose en que la tangente AH del ángulo

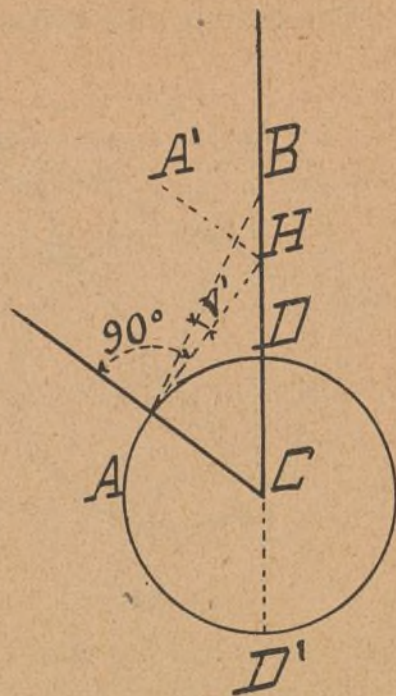


Fig. 12

en C es media proporcional entre la secante HD' y su parte externa HD . Demostremoslo:

Con la longitud $D'H$ como diámetro, describamos una semicircunferencia D', L, I, H ; levantemos en D una perpendicular DI (*fig. 12'*) á la recta $D'H$ y resultarán los triángulos $D'IH$ y DIH semejantes, por ser rectángulos y tener común el ángulo en H . Por lo tanto,

$$D'H : IH :: IH : HD; \quad (5)$$

de donde

$$IH^2 = D'H \times HD.$$

Del triángulo rectángulo C, A, H , se deduce:

$$\begin{aligned} AH^2 &= \left(\frac{DD'}{2} + DH \right)^2 - \left(\frac{DD'}{2} \right)^2 = DH (DH + DD') \\ &= DH \times D'H, \text{ porque } DH + DD' = D'H; \end{aligned}$$

luego: $AH = IH$

cuyo valor sustituido en la igualdad (5) la transforma en

$$D'H : AH :: AH : HD,$$

que es lo que nos proponíamos demostrar.

$$\begin{aligned} AH^2 &= D^2 = HD \times D'H; \text{ pero} \\ HD' &= DD' + DH; \text{ y por lo tanto} \\ D^2 &= HD (DD' + DH), \text{ y} \end{aligned}$$

$$HD = \frac{D^2}{DD' + DH}; \quad (6)$$

DD' es el diámetro de la superficie terrestre = 12.732,396 metros, y como D no puede exceder de 600^m, resulta que HD será siempre menor que

$$\frac{600^2}{12.732,396} = 0^m,028$$

Podemos, pues, despreciar el valor de DH en el deno-

minador de la fórmula (6) y así quedará reducida á

$$HD = \frac{D^2}{DD'} = \frac{D^2}{2R} = 0,000.000.0789 D^2$$

Resulta por consiguiente: (3)

$$BD = D \operatorname{tg.} V' + 0,000.000.0789 D^2$$

El error de esfericidad representado por

$$0,000.000.0789 D^2$$

para un valor de $D = 1000$ metros, equivale á $0^m,0789$, cantidad excesiva para una nivelación regular.

Para $D = 300^m$, equivale á $0^m,0071$

» 350 , » 0 , 0096

» 400 , » 0 , 012

Resulta, pues, que en la práctica, para no complicar las operaciones con la corrección del error de esfericidad, conviene que las distancias no excedan de 300 metros.

En la segunda de las fórmulas consideradas, la que da el valor de la distancia horizontal

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

el error debido á la esfericidad de la tierra es inapreciable. En

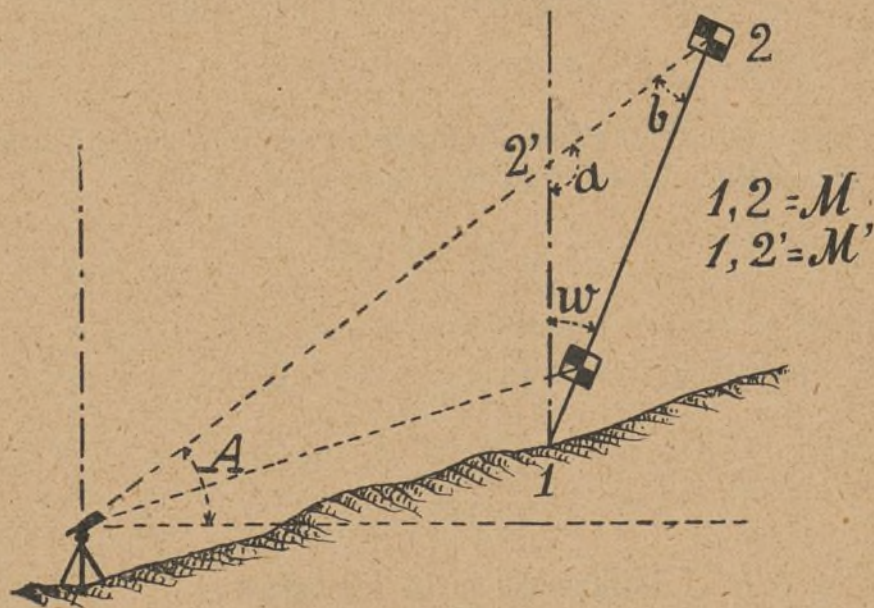


Fig. 12''

efecto, sea (fig. 12'') ω el ángulo formado por la mira con la

paralela al eje vertical del instrumento, es decir, el ángulo en el centro; del triángulo 1, 2, 2' se deduce

$$\frac{\text{sen. } b}{M'} = \frac{\text{sen. } a}{M}; \text{ de donde}$$

$$M' = M \frac{\text{sen. } b}{\text{sen. } a}, \text{ pero}$$

$$\text{sen. } a = \text{sen. } (90^\circ + A) = \cos. A, \text{ y}$$

$$\text{sen. } b = \text{sen. } (180^\circ - (90^\circ + A) - w) = \cos. (A + w)$$

y por consiguiente

$$M' = M \frac{\cos. (A + w)}{\cos. A}$$

A la distancia máxima de 300 metros antes fijada corresponde un ángulo al centro, ó sea un valor de w de

$$w = \frac{360^\circ \times 300}{40.000.000} = 9'' 43'''$$

sean $10''$ en números redondos; y si suponemos $A = 30^\circ$, valor del que pocas veces se excede en la práctica, tendremos

$$\cos. (30^\circ + 10'') = 0,866.001;$$

$$\cos. 30^\circ = 0,866025; \text{ y con estos valores}$$

$$M' = 0,999.976 M$$

De modo que tratándose de miras de las más largas que se emplean, es decir, haciendo $M = 4,80$, resulta

$$M' = 4^m, 799.884.8$$

diferencia de $0^m,0001$ inapreciable y que no altera la distancia entre los puntos que se consideran, dada por la fórmula

$$D = \frac{m}{d}.$$

Refracción en la atmósfera

La desigual densidad de las capas atmosféricas, da lugar á que los rayos visuales se refracten, cambiando de dirección y

describan curvas cóncavas en el mismo sentido que la tierra. De aquí se deduce que, describiendo el rayo luminoso, la línea B.A' (Fig. 13) el observador distinguirá sobre la línea A'B' el punto que en realidad se encuentra en B, de modo que la refracción en el aire produce el efecto óptico de elevar el objeto sobre el que se dirige la visual.

Resulta, por lo tanto, que la verdadera diferencia de nivel entre A' y el punto que se observa en B' es

$$BD = B'D - BB'$$

Conocemos B'D, valor deducido al tratar de la esfericidad de la tierra

$$B'D = D \operatorname{tg}. V' + 0,000.000.0789;$$

vamos a calcular B.B'

Por la pequeñez del ángulo en C, consideremos como rectángulo en B el triángulo A'BB'; en este caso

$$BB' = A'B' \operatorname{tg}. r = D r.$$

siendo r el ángulo de refracción BA'B' y suponiéndolo por el escaso valor que presenta, igual á su tangente.

Se ha deducido de observaciones minuciosas y precisas que el ángulo de refracción es proporcional al en C y además que la relación

$$\frac{r}{C} = 0,08$$

Pero el ángulo en C, evaluado en función de la longitud del arco A'D, tiene por valor $\frac{D}{R}$, suponiendo iguales el ángulo y su tangente A'H, con lo cual se cometerá un error insignificante, toda vez que la diferencia entre estas dos longitudes no llega á 0,001, mientras la longitud del arco no alcance á 10,000 metros. Resulta, pues:

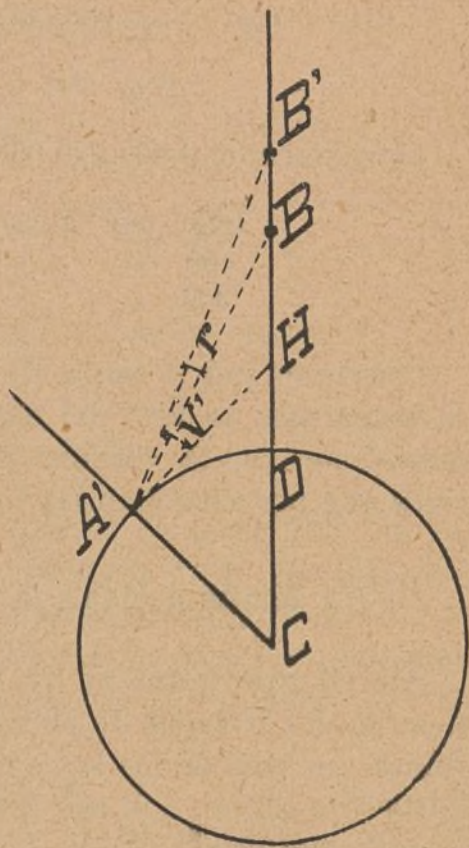


Fig. 13

$$r = 0,08 C = 0,08 \frac{D}{R}, \text{ y por lo tanto}$$

$$BB' = D \times 0,08 \frac{D}{R} = 0,08 \frac{D^2}{R} = 0,000.000.0122 D^2; \text{ y}$$

$$BD = D \operatorname{tg.} v' + 0,000.000.0789 D^2 - 0,000.000.0122 D^2 =$$

$$D \operatorname{tg.} v' + 0,000.000.0667 D^2$$

La corrección $0,000.000.0667 D^2$, para valores de

1000	ms.	alcanza	ser	de	$0,^m0667$
400	»	»	»	»	$0, 0106$
300	»	»	»	»	$0, 0060$

Conviene, por lo tanto, limitar las operaciones á puntos que no disten más de 300^m del de estación, para no complicar las operaciones con la corrección de las coordenadas z , ó desniveles que proporcionan las fórmulas generales.

Límite debido á la apreciación del teodolito

Son en gran número los sistemas de teodolitos que se emplean en los trabajos de planimetría y de nivelación, pero como quiera que uno de los tipos más usados y conocidos es el teodolito Troughton, á él nos referiremos en todas las consideraciones sucesivas.

No pensamos entrar en la descripción del aparato, por las razones que en otro lugar expusimos; nos limitaremos solo á indicar, que los limbos, así el azimutal como el zenital, están divididos en grados y tercios de grado sexagesimales y los nonius comprenden 60 divisiones que corresponden á 59 de los limbos: de este modo pueden apreciarse ángulos de $20''$.

El sentido en que aumentan las divisiones en el limbo horizontal es de izquierda á derecha desde 0° , á 360° , puesto el observador de cara al N. del limbo de la brújula, cuya graduación sigue en sentido contrario. El limbo vertical, que es semicircular, tiene dos graduaciones que empiezan á 0° en el extremo del radio perpendicular al diámetro del semicírculo y crecen á uno y otro lado. En la cara opuesta de este limbo se encuentra grabada una escala que expresa la diferencia entre la longitud de la recta que une el punto mirado con el de estación y su reducción al horizonte cuando la primera longitud es de cien metros.

Apesar de que pueden medirse magnitudes angulares de

20'', para mayor seguridad en las afirmaciones que deduzcamos, partiremos del valor de 30'' como mínimum apreciable.

El grado de apreciación de los ángulos del teodolito puede dar lugar á diferencias en las distancias y en los desniveles.

Errores en las distancias.

Supongamos que se quieran determinar distancias de 300, 250, 200, 150 y 100 metros; para ello partiremos de dos supuestos diferentes: 1.º consideraremos la visual inferior horizontal y 2.º la superior formando un ángulo de 30º, del cual, con dificultad se excede en la práctica.

De la fórmula general que antes hemos determinado

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

se deduce que, á igualdad de diferencia de tangentes, la distancia crece con la magnitud m , distancia entre las planchas de la mira. En la práctica suelen usarse solo dos valores de m , que son 3 y 4^m, más allá de los cuales no conviene exceder, para que no resulte una mira de transporte y empleo engorroso y pesado.

1.º caso.—Visual inferior horizontal.

Para determinar distancias horizontales de 300, 250, 200, 150 y 100 metros, en el caso de que el ángulo de la visual inferior sea 0º y se trate de miras de 3 metros, los ángulos correspondientes á la visual de la placa superior, con diferencias de 30'' como máximo, serán

A	300 metros	0º 34' 30''
»	250 »	0º 41' 30''
»	200 »	0º 51' 30''
»	150 »	1º 9'
»	100 »	1º 43'

Partiendo del supuesto antes indicado, es decir, adoptando la fracción de 30'' como mínimum apreciable, el error en la evaluación de las distancias será una fracción de las mismas expresada por los siguientes datos:

$$\begin{aligned}
 \text{A } 300 &; \frac{30''}{0^{\circ} 34' 30''} = \frac{30''}{2070''} = \frac{1}{69} = 0^{\text{m}},0145 \text{ por metro} \\
 \text{» } 250 &; \frac{30''}{0^{\circ} 41' 30''} = \frac{30''}{2490''} = \frac{1}{83} = 0,0120 \quad \text{»} \quad \text{»} \\
 \text{» } 200 &; \frac{30''}{0^{\circ} 51' 30''} = \frac{30''}{3090''} = \frac{1}{103} = 0,0097 \quad \text{»} \quad \text{»} \\
 \text{» } 150 &; \frac{30''}{1^{\circ} 9'} = \frac{30''}{4140''} = \frac{1}{138} = 0,0072 \quad \text{»} \quad \text{»} \\
 \text{» } 100 &; \frac{30''}{1^{\circ} 43'} = \frac{30''}{6180''} = \frac{1}{206} = 0,0048 \quad \text{»} \quad \text{»}
 \end{aligned}$$

En las miras de 4^m, los ángulos de la placa superior son respectivamente

$$\begin{aligned}
 \text{A } 300 \text{ metros} & \quad 0^{\circ} 46' = 2760'' \\
 \text{» } 250 \quad \text{»} & \quad 0^{\circ} 55' = 3300'' \\
 \text{» } 200 \quad \text{»} & \quad 1^{\circ} 9' = 4140'' \\
 \text{» } 150 \quad \text{»} & \quad 1^{\circ} 31' 30'' = 5490'' \\
 \text{» } 100 \quad \text{»} & \quad 2^{\circ} 17' 30'' = 8250''
 \end{aligned}$$

Y los errores en la evaluación de las distancias:

$$\begin{aligned}
 \text{A } 300 \text{ metros} &; \frac{30''}{2760''} = \frac{1}{92} = 0^{\text{m}},0108 \text{ por metro} \\
 \text{» } 250 \quad \text{»} &; \frac{30''}{3300''} = \frac{1}{110} = 0,0090 \quad \text{»} \quad \text{»} \\
 \text{» } 200 \quad \text{»} &; \frac{30''}{4140''} = \frac{1}{138} = 0,0072 \quad \text{»} \quad \text{»} \\
 \text{» } 150 \quad \text{»} &; \frac{30''}{5490''} = \frac{1}{183} = 0,0054 \quad \text{»} \quad \text{»} \\
 \text{» } 100 \quad \text{»} &; \frac{30''}{8250''} = \frac{1}{275} = 0,0036 \quad \text{»} \quad \text{»}
 \end{aligned}$$

Las diferencias máximas susceptibles de obtenerse en el supuesto que nos sirve de base, ó sea en el de consi-

derar horizontal el ángulo de la placa inferior, serán pues

LONGITUDES	MIRAS DE 3 ^m	MIRAS DE 4 ^m
300 metros	4,35	3,24
250 »	3,00	2,25
200 »	1,94	1,44
150 »	1,08	0,81
100 »	0,48	0,36

El límite del error admisible en las operaciones topográficas depende de la escala á que deben dibujarse los planos.

Consiste la escala de un plano en la relación que media entre las longitudes del dibujo y sus homólogas del terreno medidas en proyección horizontal, es decir:

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{n'}$$

l = longitud sobre el plano.

L = id. id. terreno.

n' = número entero, que por regla general se hace múltiplo de 10.

La longitud mínima susceptible de ser apreciada á simple vista ó con el compás es la de $\frac{1}{4}$ de milímetro, ó sean 0^m,00025; pueden, por lo tanto, despreciarse en las operaciones de planimetría todas las diferencias de longitud que reducidas á la escala á que se dibuja el plano, no excedan de 0^m,00025.

Deben, por consiguiente, hallarse sobre el terreno las distancias con una diferencia menor de:

0 ^m ,250	para la escala de 1 : 1000
1 ,250	» » 1 : 5000
2 ,500	» » 1 : 10000
5 ,000	» » 1 : 20000

Resulta de todo lo expuesto, que en las operaciones de planimetría en terreno próximamente horizontal, podrá usarse el sistema que nos ocupa en la forma siguiente:

En planos á 1 : 1000 : — exclusivamente las miras de 4^m y para distancias que no excedan de 100^m.
 id. 1 : 5000 : — miras de 3^m, ó de 4^m, para distancias que no excedan de 150^m.
 id. 1 : 10000 : — miras de 3^m, para distancias que no excedan de 200^m y de 4^m hasta 250^m.
 id. 1 : 20000 : — indistintamente las dos clases de miras á la distancia máxima que hemos fijado de 300 metros.

2.º caso.— *Visual superior de 30º.*

En las miras de 3^m, entre planchas, siendo el ángulo de la visual dirigida á la superior = 30º, las diferencias con los ángulos de las planchas inferiores, con diferencias que no alcancen á 30'' para dar longitudes de 300, 250, 200, 150 y 100 metros en miras de 3^m,00 entre planchas, son:

Para 300 metros :	0º 26'	=	1560''
» 250 » :	0º 31'	=	1860''
» 200 » :	0º 39'	=	2340''
» 150 » :	0º 52'	=	3120''
» 100 » :	1º 18'30''	=	4710''

La diferencia en la evaluación de las distancias, será pues:

A 300 metros :	$\frac{30''}{1560''} = \frac{1}{52}$	=	0 ^m ,0192	por metro.
» 250 » :	$\frac{30''}{1860''} = \frac{1}{62}$	=	0 ,0161	» »
» 200 » :	$\frac{30''}{2340''} = \frac{1}{78}$	=	0 ,0128	» »
» 150 » :	$\frac{30''}{3120''} = \frac{1}{104}$	=	0 ,0096	» »
» 100 » :	$\frac{30''}{4710''} = \frac{1}{157}$	=	0 ,0064	» »

En miras de 4^m,00 las diferencias entre los ángulos de las planchas, en el supuesto de ser el superior de 30º, serán:

Para 300 metros :	0º 34' 30''	=	2070''
» 250 » :	0º 41' 30''	=	2490''
» 200 » :	0º 52'	=	3120''
» 150 » :	1º 9' 30''	=	4170''
» 100 » :	1º 45'	=	6300''

Y el error en las distancias:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{A 300 metros} & \frac{30''}{2070''} = \frac{1}{69} = 0^m,0144 & \text{por metro} \\
 \text{» 250 »} & \frac{30''}{2490''} = \frac{1}{83} = 0,0120 & \text{» »} \\
 \text{» 200 »} & \frac{30''}{3120''} = \frac{1}{104} = 0,0096 & \text{» »} \\
 \text{» 150 »} & \frac{30''}{4170''} = \frac{1}{139} = 0,0071 & \text{» »} \\
 \text{» 100 »} & \frac{30''}{6300''} = \frac{1}{210} = 0,0047 & \text{» »}
 \end{array}$$

En resumen, las diferencias máximas en las distancias, cuando el ángulo de la visual superior sea de 30°, vienen indicadas en el cuadro siguiente:

DISTANCIAS	MIRAS DE 3 ^m	MIRAS DE 4 ^m .
300 metros.	5 ^m 76	4 ^m ,32
250 »	4 ,02	3 ,00
200 »	2 ,56	1 ,92
150 »	1 ,44	1 ,06
100 »	0 ,64	0 ,47

De las cuales resulta, que en terreno accidentado, cuyos ángulos superiores alcancen 30°, podrá emplearse el procedimiento que describimos en la forma que á continuación se indica:

- En planos á 1 : 1000 : — exclusivamente las miras de 4^m y para distancias que no excedan de 100^m.
- Id. 1 : 5000 : — indistintamente miras de 3 ó de 4^m, pero para distancias que no superen de 150^m.
- Id. 1 : 10000 : — miras de 3^m á distancias máximas de 200^m, y de 4^m á 250^m.
- Id. 1 : 20000 : — indistintamente las dos clases de miras, á la distancia máxima de 300^m que hemos fijado.

Errores en la nivelación.

Se deben á la falta de exactitud con que se miden los ángulos verticales, ya por defecto de apreciación en el instrumento, ya por malas lecturas del limbo. Infiuye también la poca precisión con que se obtienen las distancias horizontales.

Influencia de un error angular. Fórmula general.

$$z = D \operatorname{tg}. V.$$

Supongamos que en lugar de V se introduce un ángulo modificado por un error u , entonces tendremos:

$$z = D \operatorname{tg}. (V + u) = D \frac{\operatorname{tg}. V + \operatorname{tg}. u}{1 - \operatorname{tg}. V \operatorname{tg}. u}$$

Siendo muy pequeño el ángulo u , puede considerarse el denominador igual uno sin error sensible; de este modo:

$$z = D \operatorname{tg}. V + D \operatorname{tg}. u.$$

El error cometido será, pues, $D \operatorname{tg}. u$, tanto más pequeño, cuanto menor sea la longitud D .

Influencia de un error de distancia.

Sea d el error cometido, entonces

$$z = (D + d) \operatorname{tg}. V = D \operatorname{tg}. V + d \operatorname{tg}. V$$

El error en la nivelación será, pues, $d \operatorname{tg}. V$, tanto menor, cuanto más pequeño sea el ángulo V .

Los errores simultáneos de ángulos y de base, pueden representarse por medio de la fórmula

$$e = D \operatorname{tg}. u + d \operatorname{tg}. V$$

Hagamos aplicación de estos principios á nuestro estudio.

Consideraremos también los dos casos que nos han servido anteriormente: visual inferior próximamente horizontal, y superior de 30° .

1.^{er} Caso.—*Visual inferior horizontal.* Diferencias en los desniveles por falta de apreciación del ángulo correspondiente:

La tangente del ángulo menor que hemos admitido, ó sea de $30''$ es $0^m, 000 145$.

Las diferencias máximas que pueden obtenerse, serán pues:

A 300 ^m	; 300 × 0,000145 = 0, ^m 043
» 250	; 250 × 0,000145 = 0, 036
» 200	; 200 × 0,000145 = 0, 029
» 150	; 150 × 0,000145 = 0, 022
» 100	; 100 × 0,000145 = 0, 014

Diferencias en los desniveles por errores en las distancias horizontales.

Son despreciables porque no alcanzan á un milímetro, con forme se deduce de los datos siguientes:

MIRAS DE 3 METROS.

A 300 metros	: 4,35 × 0,000145 = 0 ^m ,0006
» 250	» : 3,00 × 0,000145 = 0 ,0004
» 200	» : 1,94 × 0,000145 = 0 ,0003
» 150	» : 1,08 × 0,000145 = 0 ,0002
» 100	» : 0,48 × 0,000145 = 0 ,0001

MIRAS DE 4 METROS

A 300 metros	3,24 × 0,000145 = 0 ^m ,0005
» 250	» 2,25 × 0,000145 = 0 ,0003
» 200	» 1,44 × 0,000145 = 0 ,0002
» 150	» 0,81 × 0,000145 = 0 ,0001
» 100	» 0,36 × 0,000145 = 0 ,0001

2.º Caso.—*Visual superior* = 30º.—Diferencias en los desniveles por falta de apreciación en el ángulo correspondiente.

El ángulo inferior que corresponde á la distancia de 300^m en miras de 3^m es de 29º 34', cuya tangente es igual. 0,567310

Una diferencia de 30'' daría lugar á un ángulo de 29º 34' 30'', cuya tangente es de. 0,567502

Diferencia. 0,000192

A 100 metros y con la misma clase de miras corresponde un ángulo inferior de 28º 41' 30'', cuya tangente es igual. 0,547295

Un error de 30'' daría lugar á otro ángulo de 28º 42', tangente. 0,547484

Diferencia. 0,000189

Si se tratase de miras de 4 ^m ,00, á 300 metros co-	
rresponde un ángulo de 29° 25' 30'', <i>tg.</i> =	0,564046
Otro con 30'' de error sería por ejemplo 29° 26',	
tangente..	0,564238
<i>Diferencia.</i>	0,000192

y á 100 metros: ángulo inferior, 28° 15', tangente. . .	0,537319
y de 28° 15' 30'' tangente.	0,537507
<i>Diferencia.</i>	0,000188

Las diferencias de tangentes oscilan desde 0,000192 á 0,000189 en miras de 3 metros, y de 0,000192 á 0,000188 en las de 4^m; adoptemos como promedio 0,000190, y resultará que los errores máximos en los desniveles, ocasionados por faltas de apreciación en el instrumento, podrán expresarse en la forma siguiente:

A 300 metros :	$300 \times 0,000190 = 0^m, 057$
» 250 » :	$250 \times 0,000190 = 0, 047$
» 200 » :	$200 \times 0,000190 = 0, 038$
» 150 » :	$150 \times 0,000190 = 0, 028$
» 100 » :	$100 \times 0,000190 = 0, 019$

Errores en los desniveles por diferencia en las distancias.
—Miras de 3^m.

A 300 metros el ángulo inferior es de 29° 34'; su tangente = 0,567310, y el error máximo de distancia = 5^m,76, la que puede dar lugar á una diferencia de nivel representada por

$$0,567310 \times 5,76 = 3^m, 268.$$

Procediendo de un modo análogo hemos deducido las cifras del siguiente cuadro:

Longitudes	MIRAS DE 3m.				MIRAS DE 4m.			
	Angulo inferior	Tangente	Diferencia en la distancia	Diferencia en el desnivel	Angulo inferior	Tangente	Diferencia en la distancia	Diferencia en el desnivel
A 300 metros	29° 34'	0,567310	5,76	3,268	29° 25' 30"	0,564046	4,32	2,437
» 250	29° 29'	0,565389	4,02	2,273	29° 18' 30"	0,561365	3,00	1,684
» 200	29° 21'	0,562322	2,56	1,439	29° 8'	0,557355	1,92	1,070
» 150	29° 8'	0,557355	1,44	0,802	28° 50' 30"	0,550702	1,06	0,584
» 100	28° 41' 30"	0,547295	0,64	0,350	28° 15'	0,537319	0,47	0,252

RESUMEN.—Errores máximos en los desniveles por falta de apreciación en el ángulo vertical correspondiente y por diferencia de distancia.

Longitudes	MIRAS DE 3m			MIRAS DE 4m			Observaciones
	Errores máximos			Errores máximos			
	Por diferen- cia en el ángulo	Por diferen- cia en las distancias	TOTAL	Por diferen- cia en el ángulo	Por diferen- cia en las distancias	TOTAL	
A 300 metros	0,057	3,268	3,325	0,057	2,437	2,494	
» 250 »	0,047	2,273	2,320	0,047	1,684	1,731	
» 200 »	0,038	1,439	1,477	0,038	1,070	1,108	
» 150 »	0,028	0,802	0,830	0,028	0,584	0,612	
» 100 »	0,019	0,350	0,369	0,019	0,252	0,271	

CAPÍTULO IV.

APLICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DESCRITO AL ESTUDIO DE TRAZADOS. — TRABAJOS DE CAMPO.

Preliminares.

Para el establecimiento de un trazado suele partirse de puntos de paso fijados por la importancia de las localidades, por accidentes topográficos, por exigencias particulares, comerciales, estratégicas, etc., á los cuales llamaremos puntos principales.

Cuando dos puntos de esta clase contiguos se encuentran situados dentro de una misma cuenca hidrográfica, no es difícil unirlos por medio de una línea quebrada ó poligonal que apoyada en las laderas de la cuenca, salve, á ser posible, de una manera uniforme, la diferencia de nivel que existe entre ambos, ciñéndose á las inflexiones del suelo tanto como lo permita el radio de las curvas que deben emplearse, para evitar obras importantes de tierra y de fábrica.

Así mismo cuando se encuentran dos puntos de paso en cuencas distintas, la cuestión estriba en determinar el punto más bajo de la divisoria entre ambas cuencas, que esté situado lo más próximo posible de la recta que los une, para trazar luego la línea poligonal, á que nos hemos referido, entre el primer punto de paso y el determinado en la divisoria y luego entre éste y el segundo, de un modo análogo al explicado. Al punto determinado en la divisoria se le denomina secundario.

Conviene algunas veces fijar otros puntos secundarios entre los principales, motivados por la necesidad de cruzar el trazado ciertos cauces en sitios cuyo emplazamiento se preste á la construcción de las obras de fábrica.

De lo dicho se desprende, que los datos indispensables para tantear la cuestión, consisten en el conocimiento previo aproximado de los desniveles y de las distancias que separan varios puntos del terreno. Nada más fácil que obtener estos datos, cuando se trata de una comarca de la que se han hecho buenas cartas topográficas, dibujadas á gran escala, con abundancia de referencias de cotas ó alturas conocidas y con curvas de nivel equidistantes y poco alejadas en sentido vertical; pero, como quiera que en España no se puede contar con semejantes cartas, salvo rarísimas escepciones, no queda otro recurso que proporcionarse directamente dichos datos en cada caso.

A este objeto, para determinar los desniveles generales sue-

le emplearse un barómetro de mercurio, ó un aneroides, con las precauciones indispensables, asaz conocidas para que nos entretengamos en su descripción. En cuanto á las distancias, pueden obtenerse aproximadamente midiéndolas á pasos. Para ello, debe el operador determinar la relación que existe entre su paso y el metro, recorriendo varias veces la longitud de un kilómetro en una carretera en diferentes condiciones de rasante para deducir el promedio de pasos que han sido necesarios.

Puede emplearse, no solo el paso del hombre, si que también el del caballo que monte el operador; pero mucho más cómodo que todo esto es el uso del aparato llamado podómetro, de la forma y dimensiones de un reloj ordinario, que se lleva colgado en el bolsillo del chaleco ó en el cinturón, para que esté vertical. El podómetro funciona con la impulsión que le comunica el cuerpo del operador al emprender un paso. Tiene una esfera con dos agujas, la mayor dá una vuelta completa cada diez kilómetros de recorrido y la pequeña indica el número de longitudes de 10 kilómetros que se han andado. Después de recorrer una distancia y antes de empezar nueva operación se colocan las dos agujas en el punto de partida, á fin de evitar las operaciones de sustracción que de otro modo serían necesarias. Para conseguir que el aparato no funcione, basta colocarlo invertido dentro del bolsillo del chaleco, haciendo que la anilla ocupe el fondo del mismo.

Al operar por primera vez con un podómetro, conviene comprobarlo, á cuyo efecto se anda la distancia de un kilómetro y se examina si la aguja más larga ha recorrido una división; si su movimiento ha sido menor, se corrige el aparato haciendo girar el llamado tornillo de corrección de derecha á izquierda ó en sentido contrario, si dicha aguja ha corrido más de una división.

El procedimiento que nos ocupa, parecido á la estadía, ofrece un medio sencillo y expedito para obtener las longitudes y los desniveles aproximados que median entre dos puntos. Supongamos que se quiere determinar la longitud, siguiendo las ondulaciones del terreno, y el desnivel entre los puntos A y B (*fig. 14*): colóquese una mira en A, el instrumento en 1, há-

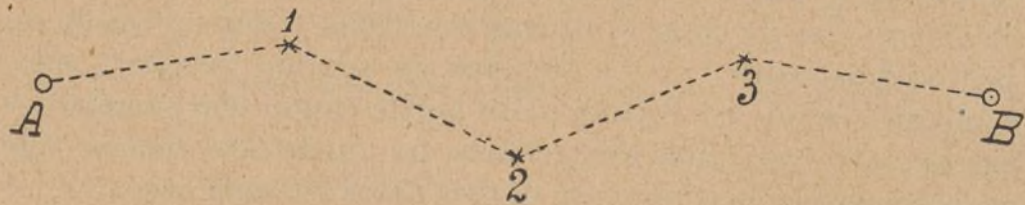


Fig. 14

ganse las operaciones descritas para determinar la distancia y el desnivel entre 1 y A; póngase luego una mira en 2 y sin mover el teodolito del punto 1 tómense los dos ángulos verticales para determinar la distancia y el desnivel entre 1 y 2; quédese la mira en el punto 2, trasládese el teodolito al 3, tómense los datos para calcular distancia y desnivel 2, 3; sitúese finalmente una mira en B y desde el punto 3 determínese también la distancia y el desnivel 3, B.

Como estos datos basta que sean solo aproximados, pueden determinarse puntos á 300 metros de distancia, de modo que con solo dos estaciones de teodolito se recorrerán longitudes de 1000 á 1200 metros.

Conocidas las distancias y el desnivel entre dos puntos, el cociente del segundo por el primero representa la pendiente media que puede establecerse entre los mismos; si esta no corresponde á las condiciones de la vía que se intenta trazar, deben variarse aquellos, buscando el medio de que un mayor desarrollo permita alcanzar las diferencias de nivel con rasantes apropiadas.

Ocurre con frecuencia tantear varios trazados, para apreciar cual de ellos reúne mejores condiciones, no solo bajo el punto de vista del importe de la construcción, sí que también bajo el de la mayor facilidad en la tracción; de la economía en los gastos de explotación y de transporte; de la velocidad del tren, del precio de las tarifas, etc. Para cada uno de dichos trazados se siguen procedimientos análogos á los que describiremos.

Base de operaciones.

Conocida la pendiente media, se determina, por medio del eclímetro ó del mismo teodolito que ha de servir para las operaciones sucesivas, una línea sobre el terreno, que se aproxime todo lo posible al eje del trazado.

Para ello se coloca el teodolito en el punto de partida y se fija sobre el limbo vertical el ángulo correspondiente á la pendiente media hallada. Se mide la altura del eje del anteojo sobre el suelo y se lee dicha altura en una mira colocada en las inmediaciones del sitio en que deba situarse el segundo punto de la base, subiendo ó bajando la mira hasta que el retículo horizontal del anteojo intercepte sobre aquella una longitud igual á la altura del instrumento, y este es el segundo punto en cuestión. Se traslada el instrumento á este segundo punto, se mide la nueva altura del anteojo sobre el suelo y conservando el mismo ángulo vertical, se determina el punto tercero de

un modo parecido al segundo, y así sucesivamente hasta alcanzar el punto principal de paso inmediato.

Es mucho más cómodo para el operador emplear, en vez de una mira parlante, una de plancha, la que en cada estación se fija á la altura del instrumento, y hasta, si se quiere, una de las miras ó pértigas de la estadia, á cuyo efecto puede disponerse la plancha inferior de modo que pueda correr y fijarse á lo largo de la barra por medio de un mecanismo análogo al de las miras de plancha.

Con este procedimiento se determinan una série de visuales paralelas al terreno con la inclinación de la pendiente media fijada y marcando los puntos en que se han colocado las miras, queda fija sobre el terreno una línea con dicha inclinación.

En la mayor parte de los casos, los puntos así determinados constituyen la línea poligonal base de las operaciones necesarias para el levantamiento del plano de la zona en que se ha de emplazar el trazado; entonces se colocan en cada uno de estos puntos, que constituyen otros tantos vértices de dicha línea, estacas con las designaciones V—0, V—1, V—2, etc.

Otras veces conviene rectificar dicha línea poligonal, y entonces se empieza por marcar los puntos de pendiente por medio de señales que sean visibles á distancia (montones de piedra ó de tierra manchados con cal) y luego se traza la línea de base estaqueando los vértices y teniendo cuidado de procurar que se aparte lo menos posible de los puntos de pendiente.

De esta manera se obtiene el trazado de la línea poligonal, base de operaciones, en toda longitud del trayecto que debe estudiarse.

Procedimiento general.

Establecida la línea base de operaciones, el procedimiento general ordinario que se sigue para el estudio de un trazado consiste en las operaciones siguientes:

1.^a Levantamiento de la base midiendo las distancias entre los vértices, los rumbos ó azimutes de las alineaciones y los ángulos que estas forman entre sí.

2.^a Piquetaje y nivelación de la base por medio de niveles ordinarios, ó sea valiéndose del procedimiento de visuales horizontales.

3.^a Levantamiento y nivelación de perfiles transversales á dicha base dirigidos convenientemente, para situar los puntos del terreno necesarios para su representación.

Transportados dichos datos sobre un plano y después de haber dibujado en el mismo las curvas de nivel deducidas de los datos de la nivelación, se estudia fácilmente sobre dicho plano el trazado definitivo.

Pero como quiera que, según previene el formulario para la redacción de los proyectos de ferrocarriles, aprobado por R. O. de 17 de Diciembre de 1858, es indispensable levantar el plano de una zona de 1000 metros de ancho, 500 metros á cada lado de la traza, resulta que el procedimiento ordinario es engorroso y largo, sobre todo cuando es preciso emplearlo en terrenos algún tanto accidentados, cuyos inconvenientes desaparecen con el uso del sistema objeto del presente estudio, empleándolo en la forma que vamos á describir. Consideramos, sin embargo, conveniente decir antes alguna cosa de la comprobación del teodolito y de las miras que deben emplearse.

Comprobación del teodolito.

El operador debe asegurarse antes de dar principio á los trabajos, de que el teodolito está perfectamente corregido, y para ello debe satisfacer á varias condiciones. Partiremos del principio de que se trata de un teodolito sistema Troughton.

1.^a El eje de rotación del instrumento } Colocando de un
debe ser vertical cuando estén calados } modo sucesivo los
los dos niveles del disco de los nonius azi- } niveles en direc-
mutales } ción de dos de los
tornillos de la plataforma, se calan aquellos por medio de éstos; se hace luego girar al aparato un ángulo de 180° , y si después del giro continúan calados los niveles, el teodolito está corregido; de lo contrario, es preciso hacer que las burbujas ocupen su posición central por medio de los tornillos de los niveles y por los de la plataforma, la mitad de la separación con cada uno de dichos medios.

2.^a El eje óptico del anteojo debe coincidir con el de figura. } Colocada una
} mira á cierta distancia del instrumento, se lee la altura que sobre la misma cubre el trazo horizontal de la retícula; se hace luego girar el anteojo un ángulo de 180° , resbalando por dentro de los collares, y si con esta nueva posición no se lee la misma altura, es preciso mover la retícula por medio de los dos tornillos verticales hasta que el trazo horizontal marque la semisuma de las dos lecturas.

3.^a El eje óptico del anteojo debe describir planos verticales cuando el teodolito se encuentre fijo y en estación . . . } Se comprueba esta condición dirigiendo la visual á una plomada ó á la arista de un edificio lejano, y haciendo oscilar el anteojo en sentido vertical. Si en estas condiciones se nota que el cruce de los dos hilos de la retícula cubre constantemente la línea de la arista visada, el instrumento reúne buenas condiciones, de lo contrario debe desecharse, porque estando los soportes del anteojo sujetos invariablemente á la placa de los nonius, no hay medio de practicar la corrección necesaria.

4.^a El nivel que corresponde al limbo vertical debe estar calado cuando el nonius marque 0° en dicho limbo. . . . } Se consigue fácilmente poniendo el instrumento en estación, fijando dicho nonius al 0° del limbo y trayendo entonces la burbuja á su punto medio valiéndose del tornillo de corrección particular del nivel.

5.^a El eje óptico del anteojo debe ser perpendicular al de rotación del instrumento cuando el nonius del limbo vertical esté fijado á 0° del mismo. . . . } Puesto el teodolito en estación y horizontal el anteojo, se lee sobre una mira colocada á distancia la altura que intercepta el hilo horizontal de la retícula; se separa entonces el anteojo de los collares y se invierte su posición en los mismos; se hace girar 180° al aparato, y en esta posición se lee de nuevo la mira. Las dos lecturas deben resultar iguales, y en caso contrario se mueve uno de los montantes, provisto de su correspondiente tornillo, hasta que se lea una altura igual á la semisuma de las dos lecturas.

Miras.

Suelen ser de la forma y dimensiones indicadas en las (*figuras* 15 y 16). Miras con planchas fijas (*fig.* 15) y con la inferior móvil (*fig.* 16) para utilizarla en los tanteos que se efectúen por medio del eclímetro. Cuando la plancha inferior es fija, tiene en su centro un orificio rectangular determinado por dos semicircunferencias (*fig.* 17), destinado á fijar la plancha corriendo á lo largo del madero ó pértiga para sujetarla á la distancia que corresponde de la superior, por medio de dos tornillos *a. b.*

Las pértigas est n provistas de asas *a* (*fig. 15*) para facilitar su colocación, y de una plomada suspendida en la parte superior de la mira, cuyo hilo pasa por el centro de un anillo *d* (*fig. 15*), para que el peón porta-miras lo tenga siempre á la vista y conserve la mira en posición vertical.

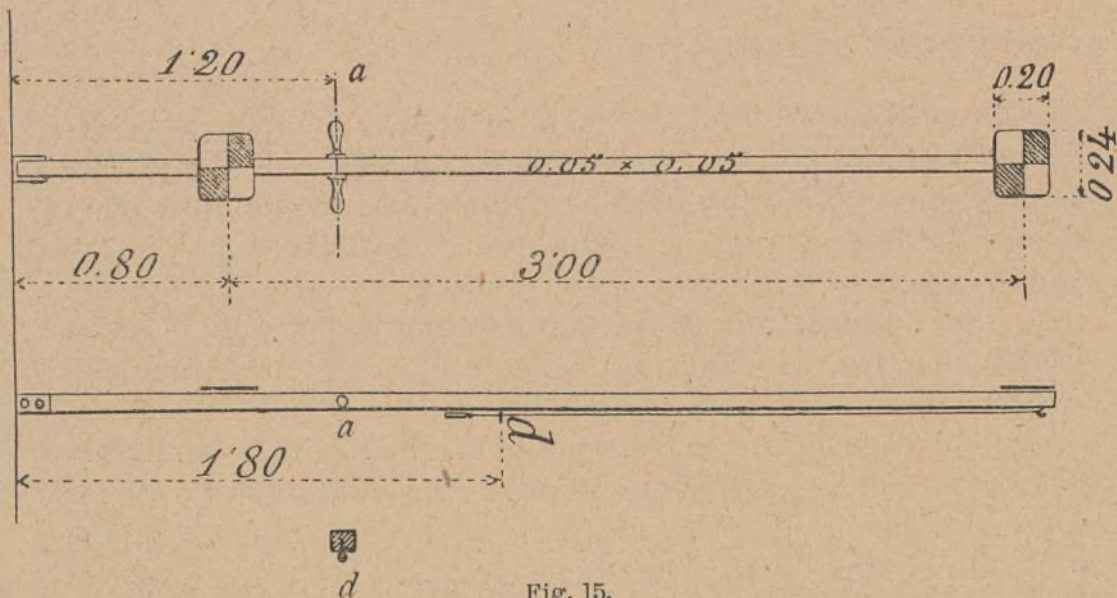


Fig. 15.
Escala 1 por 25.

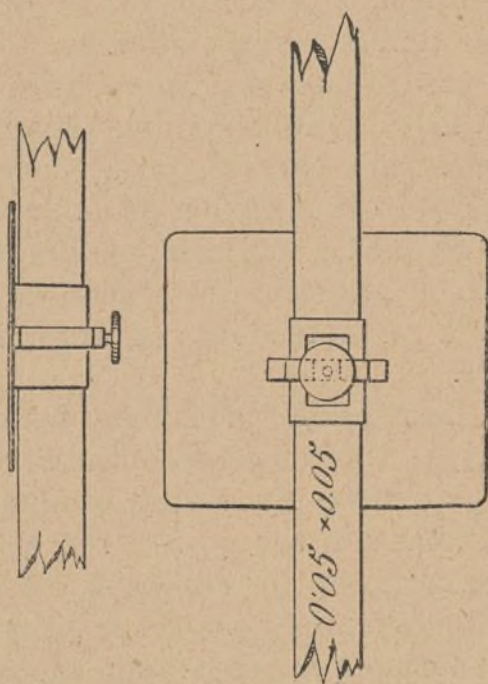


Fig. 16.
Escala 1 por 5.

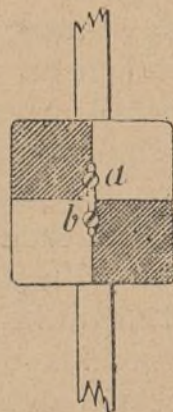


Fig. 17.
Escala 1 por 10.

La distancia entre el centro de la plancha inferior y el pie de la mira suele variar entre 0^m,50 y 0^m,80, según se trate de

terrenos despejados ó más ó menos cubiertos por malezas y matorrales.

Antes de proceder al empleo de las miras, debe el operador asegurarse de que las distancias entre planchas y entre la inferior y el pie son las adoptadas y de que van provistas de la correspondiente plomada, para asegurar su verticalidad.

Procedimiento especial.

Colocado el teodolito en *v-0*, se orienta, haciendo coincidir los ceros de los nonius horizontales con 360° y 180° y procurando fijarse para el primero de dichos valores siempre en el mismo nonius; sujetos en esta posición limbo y nonius, se suelta la aguja de la brújula y se hace girar el conjunto del instrumento hasta que la punta N de aquella marque 0° en su limbo, en cuyo caso el eje óptico del anteojo estará situado en el plano de la meridiana magnética.

Sujeto el teodolito en esta posición, se visa una banderola colorada en el *v-1*, haciendo para ello resbalar el disco de los nonius horizontales sobre el limbo, y se determina el rumbo *v-0*, *v-1* con una lectura de dicho limbo. Se sustituye luego el jalón por una mira y se miden los ángulos de las visuales dirigidas á las dos placas de la misma empezando por el de la superior y anotándolos con sus signos correspondientes.

Fijada de este modo la posición de la primera línea de la base, se hace otro tanto con todos aquellos puntos importantes dentro de la zona, necesarios para caracterizarla, como son: caminos, casas, cauces y puntos de inflexión de la superficie del suelo, teniendo cuidado de que las inclinaciones del terreno entre dos puntos consecutivos resulten uniformes; de modo que para cada punto se miden con el teodolito un ángulo horizontal y luego dos verticales.

Terminada la operación, después de fijados todos los puntos que se han creído necesarios, se traslada el teodolito al *v-1*; se colocan banderolas en los piquetes *v-0* y *v-2*; se orienta y se miden los rumbos de las líneas *v-1*, *v-0*, y *v-1*, *v-2*; y el ángulo *v-0*, *v-1*, *v-2*; se colocan miras en los *v-0* y *v-2*, se miden los ángulos verticales correspondientes y por fin se sitúan otra serie de puntos en la misma forma que hemos indicado para la estación, *v-0*.

Antes de levantar el teodolito de una estación y transportarlo á la siguiente, conviene tener seguridad de que no se ha movido durante las operaciones, y á este efecto se vuelve á disponer que el cero del limbo coincida con el del nonius corres-

pondiente y se observa si la aguja magnética marca el cero de su limbo, en cuyo caso quedará demostrado que no se ha movido el aparato.

Comprobación de las operaciones.

Nótese que con los datos tomados puede comprobarse: la dirección de la línea $v-o$, $v-l$, su longitud, el desnivel entre sus extremos y el ángulo que en $v-l$ forman las dos alineaciones contiguas.

En efecto, los rumbos de una alineación tomados desde cada uno de sus extremos han de diferenciarse en $\pm 180^\circ$. Cuando la alineación está comprendida en el primero ó en el segundo cuadrante, el segundo rumbo de una misma línea es igual al primero $+ 180^\circ$, y $- 180^\circ$ cuando corresponde al 3.º ó al 4.º. Las figuras siguientes comprueban este aserto.

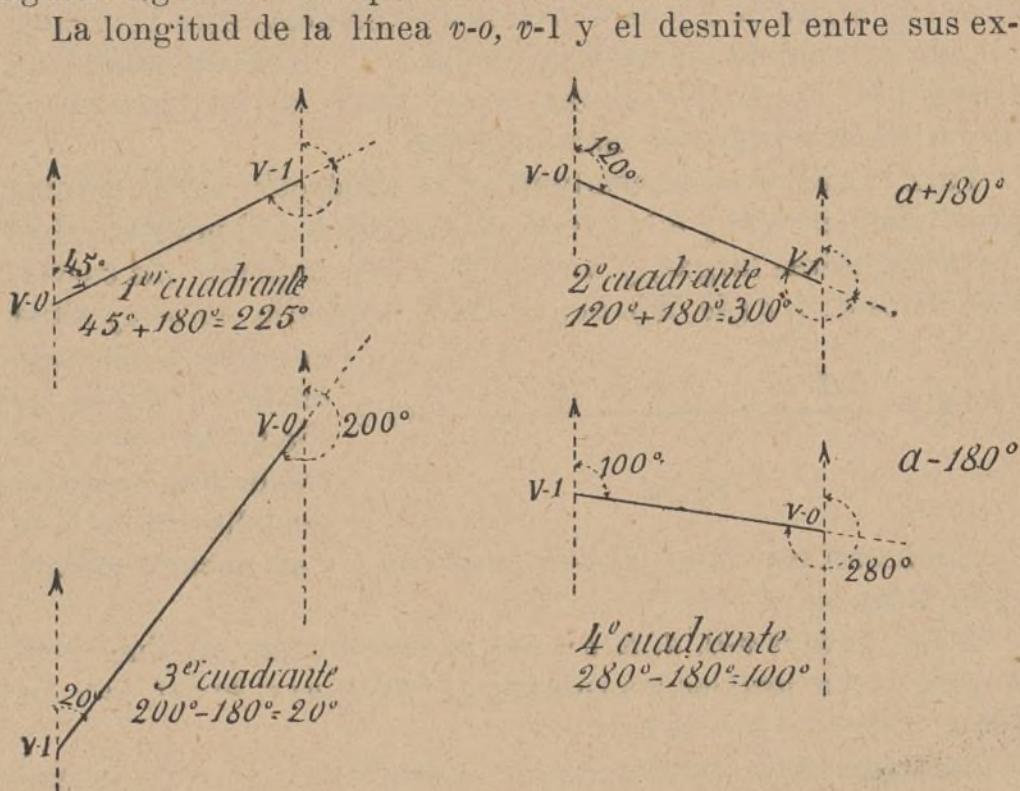


Fig. 18.

tremos es evidente que se comprueban, pues se miden primero desde $v-o$ y luego desde $v-l$.

Finalmente, el ángulo directo puede también comprobarse con los rumbos $v-l$, $v-o$ y $v-l$, $v-2$, puesto que debe ser igual á su diferencia.

Por regla general sucede que con estaciones situadas en la base no es posible fijar la posición de todos los puntos necesarios, en este caso es preciso elegir puntos de estación auxilia-

res, que se determinan de un modo parecido á los vértices de la base. Sea, por ejemplo A (fig. 19) el punto auxiliar elegido: á

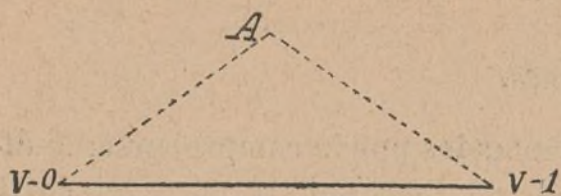


Fig. 19

partir del v-0 ó del v-1 y mejor de los dos á la vez se determina la posición del punto A, como si se tratase de un vértice de la base; luego se traslada el instrumento en A y una

mira en v-0 ó en v-1 para comprobar las operaciones precedentes y una vez asegurado de su exactitud, se continúa la operación situando los puntos que convenga.

Sucede en la generalidad de los casos que la distancia entre los vértices es superior á 100 y á 150 metros, que como hemos visto, constituyen el límite de las longitudes que pueden medirse con miras de 3 y de 4 metros de distancia entre planchas, cuando se trata de planos á la escala de 1 : 5000; en estas condiciones no es posible situar el v-1 desde el v-0, porque se incurriría en errores de consideración.

Para evitarlos se determinan en la alineación varios puntos que disten entre sí y á los vértices de 100 á 150 metros, si se opera con miras largas, y unos 100 si se emplean las cortas, sean estos *a*, *b*, *c* (fig. 20). Se coloca el teodolito en v-0 y situa

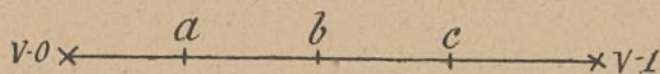


Fig. 20

el punto *a*, así como antes se había situado el v-1; se trasladará luego el teodolito en *a* y se

comprobarán los datos *a*, v-0, luego en *b* y así sucesivamente hasta alcanzar el v-1.

Si los puntos v-0, *a*, *b*, *c* y v-1 se encuentran en línea recta, resultarán iguales los rumbos *a*, v-0; *b*, *a*; *c*, *b*; v-1, *c*; y los v-0, *a*; *a*, *b*; *b*, *c*; y *c*, v-1.

Para que haya claridad en las operaciones, se representan por letras minúsculas los puntos situados en la base; con mayúsculas las estaciones auxiliares fuera de la base; con cifras los puntos del terreno necesarios para la planimetría, y con cifras primas aquellos que se consideran indispensables para la nivelación.

Personal necesario y distribución del mismo.—Marcha general de las operaciones.

Para proceder de una manera rápida, conviene que el personal esté distribuido en la forma que sigue:

Uno de sus individuos estará encargado del manejo del teodolito y de la lectura de los ángulos.

Otro dedicado á escribir en la libreta todos los datos, hacer las comprobaciones de rumbos, distancias y desniveles á que nos hemos referido.

El tercero encargado de la libreta del croquis. Este debe ir constantemente con los portamiras y les indica los puntos en que de un modo sucesivo deben colocarse.

Además, un peón para el transporte del teodolito, otro para el de las banderolas y tres ó cuatro portamiras.

Colocado el teodolito en estación, un toque largo de corneta dado por el peón porta-instrumento, indica que van á principiarse las operaciones. El encargado del croquis manda colocar una mira en el punto 1 (*fig. 21*) y previene á los demás los sitios en que deben ponerse, pero con la mira al hombro ó vuelta de espaldas al teodolito. Un golpe corto de corneta, dado por el

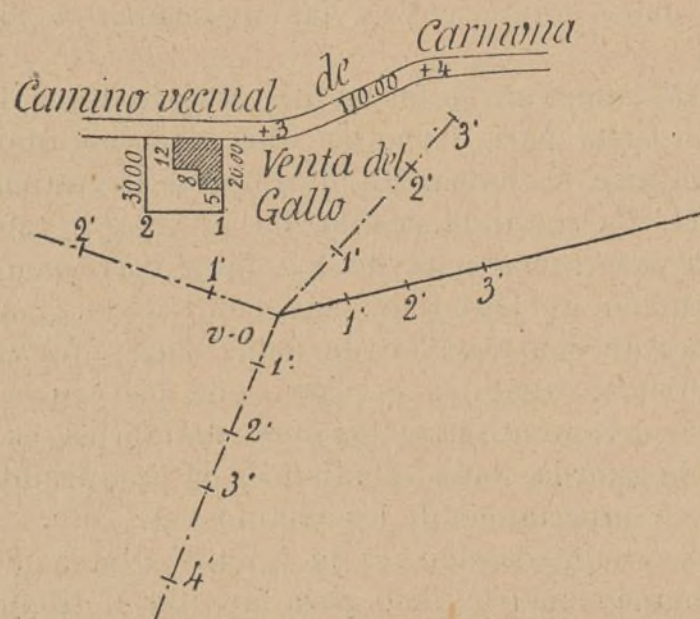


Fig. 21.

peón del instrumento, indica al portamiras del punto 1, que puede ya trasladarse á otro y al del punto 2 que debe colocar la suya en posición vertical y de cara al teodolito y así sucesivamente.

El encargado de los croquis debe completar con la cinta todas aquellas longitu-

des necesarias para situar edificios, ancho de los caminos y cauces, así como escribir en los croquis los nombres de los caseríos y demás accidentes del suelo.

Un toque largo de corneta, dado por uno de los portamiras, indica que han terminado los puntos necesarios para la planimetría y van á empezarse los de la nivelación; pero antes de ello, es preciso que se pongan de acuerdo el encargado del croquis y el de la libreta de los datos numéricos, respecto al número de orden del último punto situado para evitar que un error ó distracción pueda dar margen á confusiones.

Los puntos para la nivelación se eligen por regla general en forma de perfiles transversales, para ahorrarse la lectura de varios ángulos azimutales, pues basta un acimute para todos los puntos de un mismo perfil, que se trazan y marcan con banderolas, para que los portamiras puedan alinearse,

En la elección de los puntos primos sobre la base y sobre los perfiles transversales, debe tomarse la precaución de que el conjunto de ellos represente la silueta exacta del terreno.

Cuando conviene intercalar los puntos de la planimetría con los de la nivelación, situándolos de un modo simultáneo, el encargado de los croquis, con un toque corto de corneta, indica al de los datos numéricos cuales son los puntos que corresponden á esta última clase, ó sean los números primos en el momento mismo en que el portamiras se coloca en cada uno de ellos para ser observado.

Las libretas de campo suelen ser de dos clases: las correspondientes á los datos numéricos y las dedicadas á los croquis.

Las primeras se disponen en la forma del Modelo núm. 1, cuya sola inspección basta para formarse una idea del orden con que deben apuntarse los datos. En el campo se llenan las casillas 1, 2, 3, 4 y 11. La segunda casilla del pliego que está en blanco, se dedica para tomar nota de los datos correspondientes á la constitución geológica del suelo en toda la zona, su cultivo, materiales de construcción de todas clases que se encuentran en la misma, desagües necesarios en los cauces, emplazamiento más conveniente para las obras de fábrica, estaciones y casillas de guarda, datos estadísticos de producción y de consumo, clase é importancia de los caminos, etc., etc.

Las libretas de los croquis suelen ser de iguales dimensiones, pero de papel blanco cuadriculado para facilitar el dibujo de los mismos.

Algunas veces no puede disponerse del personal que hemos indicado y un solo operador, auxiliado de los peones necesarios ha de efectuar todas las operaciones descritas. Entonces se suprime la libreta del croquis y se dibujan estos en la página en blanco de la libreta de los datos numéricos, á cuyo efecto y para facilitar su dibujo se presenta dicha página rayada en la forma que representa el Modelo núm. 2, suponiendo que los círculos concéntricos aumentan de 20 en 20 metros de radio, que el instrumento se encuentra colocado en el centro común á todos ellos y que el diámetro N S es la meridiana magnética.

Es muy conveniente que en el croquis se representen de un modo aproximado las curvas de nivel, para facilitar luego su trazado sobre el plano.

Procedimiento especial recomendable.

Puede emplearse el procedimiento descrito en tanteos ligeros en que basta tener una idea aproximada del conjunto; pero cuando se trate de un proyecto que haya de dotarse de todas las condiciones de exactitud que la importancia del asunto requiere, es necesario modificarlo algún tanto. En efecto, fácilmente se concibe, recordando las afirmaciones que hemos deducido al tratar de los errores del sistema, que operando de la manera indicada se aglomerarían con facilidad uno tras otro, errores en las longitudes y en los desniveles que acusarían diferencias importantes cuando se llegase á cierta distancia del origen de las operaciones.

Estos inconvenientes se evitan con facilidad, procediendo de esta manera.

1.º Una vez fijados los vértices de la base de operaciones, se miden con el teodolito los rumbos y los ángulos de las alineaciones.

2.º Se efectúa el piquetaje de la base midiendo con cuidado las distancias por medio de cintas, cadenas, reglas, etc.

3.º Se levanta por medio de visuales á nivel el perfil de la base, es decir, la sección del terreno por planos verticales cuya traza sobre el mismo es la referida base.

4.º Se procede al levantamiento de la zona del trazado por medio del sistema descrito, partiendo siempre de puntos situados sobre la base, cuyas cotas y distancias á sus inmediatos suministra el piquetaje y la nivelación.

Describiremos ordenadamente todas estas operaciones.

1.ª Medición de los ángulos y de los rumbos de la base. Colóquese y oriéntese el teodolito en el $v-0$ y mídase rumbo $v-0$, $v-1$. Trasládese luego a $v-1$; mídanse rumbos $v-1$, $v-0$, $v-1$, $v-2$ y ángulo $v-0$, $v-1$, $v-2$ y así sucesivamente.

Los datos de estas operaciones se consignan en una libreta, Modelo núm. 3, llamada libreta del trazado, llenando en el campo las casillas núms. 1, 2, 3 y la de observaciones.

2.ª Piquetaje de la base.—Después de medidos los rumbos y los ángulos se utiliza la estación del teodolito para trazar sobre el terreno las alineaciones, marcándolas por medio de estacas blancas á unos 100 metros de distancia entre sí, hincadas ligeramente en el suelo, porque desaparecen después de hecho el piquetaje.

Para llevar á cabo esta operación se colocan banderolas en cada una de las estacas blancas y en los vértices y alineándose con ellas, se miden distancias sucesivas de 25 metros á partir del $v-0$, y se colocan en cada uno de los puntos así determinados, estacas señaladas con las letras a , b y c y luego los hectómetros y kilómetros correspondientes, considerando que el H^0-0 se encuentra en $v-0$. De esta manera, siempre que en las operaciones sucesivas se tropieza con una estaca a , por ejemplo, ya se sabe que dista 25 metros del hectómetro inmediato anterior y 75^m del siguiente.

Conviene ejecutar simultáneamente el piquetaje y la nivelación para mayor rapidez en los trabajos. En este caso, el encargado del piquetaje, además de las estacas a , b , c y hectómetros, deja unos palitos con un papel en su parte superior convenientemente numerado y sujeto en una entalladura de dicho palo, (*Fig 22.*) en todos los puntos de inflexión del suelo que no tengan estacas. La numeración de estos papeles empieza siempre después de cada una de las estacas.

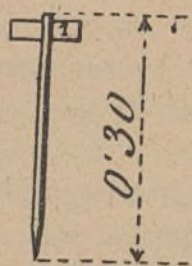


Fig. 22.

El portamiras de la brigada de nivelación coloca sucesivamente la mira en cada uno de los puntos que encuentra señalados y á viva voz indica el encargado del nivel la letra, número ó hectómetro, que cada uno de ellos representa, pasando luego los palitos á manos de los encargados del piquetaje para que puedan utilizarlos en los puntos sucesivos.

Los datos del piquetaje se consignan en una libreta Modelo n.º 4 y en la cara en blanco de la misma se dibuja la silueta aproximada del terreno en el trazado, los nombres de los accidentes, clases de cultivo, direcciones aproximadas de los caminos y cauces, etc., etc.

3.º Nivelación de la base.—Ante todo debe el operador estar seguro de que el nivel que tiene á su disposición se encuentra arreglado y corregido, y para ello es preciso que satisfaga á varias condiciones. Para enumerarlas, partiremos del principio de que se trate de un nivel Egault, uno de los tipos más conocidos y empleados; dichas condiciones son:

- 1.º La tangente en el medio de la sección longitudinal del nivel debe ser perpendicular al eje de rotación del instrumento..
- Para determinar si esta condición se cumple, colóquese el nivel en dirección de dos tornillos de la plataforma, se centra la burbuja por su medio, se hace girar el instrumento la

cantidad de 180° , en cuyo caso, si la burbuja no ha sufrido desviación, el nivel estará corregido, y en caso contrario será preciso centrar la burbuja valiéndose, en partes iguales, del tornillo especial de corrección del nivel y de los de la plataforma.

2.ª El eje óptico del anteojo debe coincidir con el eje de giro del mismo. } Véase la comprobación n.º 2 explicada al tratar del teodolito.

3.ª El eje óptico del anteojo debe ser perpendicular al de rotación del instrumento. } Véase también la comprobación n.º 5 del teodolito, que es del todo parecida.

Se efectúa la nivelación situando y poniendo el nivel en estación en un punto conveniente, dentro ó fuera de la base de operaciones, desde el cual una visual á nivel pueda interceptar las miras que sucesivamente se coloquen en los puntos $v-0$, 1, 2, a , 1, 2, etc. (*Fig. 23*), hasta que la silueta del terreno exige cambio del instrumento para poder nivelar puntos más altos ó

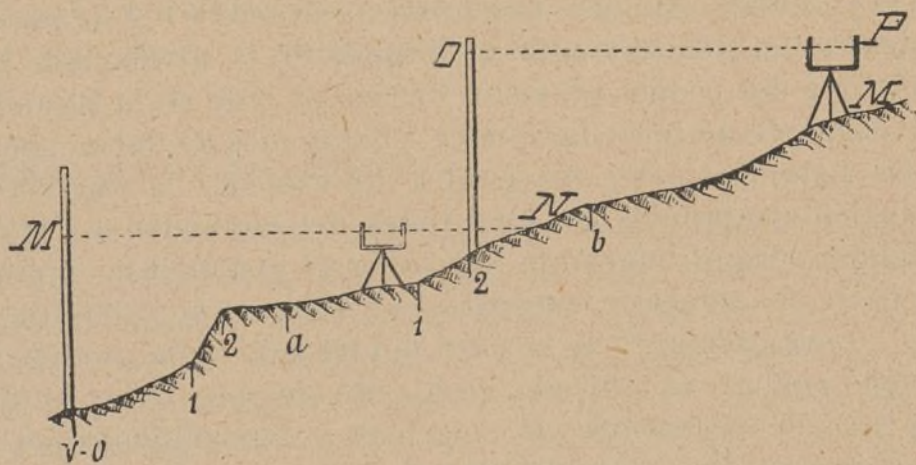


Fig. 23

más bajos. En este caso queda la mira en el último punto, sea por ejemplo el 2, que puede estar situado indistintamente en la base ó fuera de ella, se sitúa el instrumento en M, se vuelve á leer la altura del nuevo plano horizontal $o P$ sobre el mismo punto 2 y se continúa nivelando nuevos puntos.

Los datos de la nivelación se consignan en una libreta Modelo n.º 5, en la que se llenan sobre el terreno las casillas números 1, 2, 4 y 7; con el auxilio de la libreta del piquetaje la n.º 2 y las restantes en la oficina por medio del cálculo. En la casilla en blanco suele también dibujarse la silueta del terreno. Los cambios de instrumento se indican por medio de una línea

horizontal entre las dos alturas de mira correspondientes al mismo punto.

Conviene asegurarse de la exactitud de la nivelación, y para ello se repite, después de terminada, partiendo del último punto y terminando en el primero, después de haber nivelado algunos, no todos, de los intermedios. El error ó diferencia que se encuentre no debe exceder de

$$40 \text{ m/m } \sqrt{K},$$

siendo K la longitud nivelada en kilómetros, ni aceptarse diferencias que alcancen á

$$30 \text{ m/m } \sqrt{K};$$

datos fijados por el Instituto geográfico y estadístico para los trabajos topográficos.

Cuando no puede hacerse seguir inmediatamente la nivelación al piquetaje, entonces los puntos intermedios 1, 2... (*Fig. 28*) los determina directamente la brigada de la nivelación, haciendo que dos peones provistos de cadena ó de cinta sigan inmediatamente después de la mira, encargados de dar al operador las distancias entre los puntos. En este caso la brigada de nivelación comprueba las longitudes determinadas por la del piquetaje, porque determina si la suma de distancias comprendida entre dos estacas consecutivas alcanza ser de 25 metros.

4.º Levantamiento de la zona del trazado.— Se procede de un modo análogo al indicado, partiendo siempre de los puntos de la base de operaciones ya conocidos y determinados por el piquetaje y por la nivelación. De esta manera, en lugar de acumularse los errores obtenidos, como sucedía en el procedimiento general, quedan aislados dentro de cada estación y sin influencia sobre las operaciones sucesivas y sobre el resultado final.

Para terminar este ya extenso capítulo, consignaremos el número de individuos necesarios para el piquetaje y para la nivelación, no haciéndolo con el que requiere el levantamiento de la zona, porque en otro lugar se ha determinado.

Para el piquetaje: un operador, encargado de apuntar los datos en la libreta, marcar las estacas y dirigir la operación, y cuatro peones, dos para llevar la cadena, otro para transportar

las estacas y otro para quitar y colocar las banderolas necesarias para alinearse los portadores de la cadena.

Para la nivelación: un operador destinado al manejo del instrumento, lectura de miras, anotaciones en la libreta, etc. y cuatro peones ó sean: un portamira, un porta instrumento y dos ocupados en medir las distancias por medio de la cadena.

CAPÍTULO V.

APLICACIONES DEL PROCEDIMIENTO AL ESTUDIO DE TRAZADOS.

TRABAJOS DE GABINETE.

Cálculo de las libretas.

Libretas de piquetaje.—Modelo n.º 4.

Se reduce el cálculo de estas libretas á sumar entre sí las distancias parciales para determinar las de cada uno de los puntos al origen, y por diferencia las que existen entre los vértices.

Libretas de trazado.—Modelo n.º 3.

En otro lugar hemos indicado que los rumbos de una línea tomados desde cada uno de sus extremos, deben diferir en $\pm 180^\circ$. Cuando así no sucede, la diferencia puede ser motivada por una orientación defectuosa del instrumento, ó por un error en la lectura del limbo. Sucede lo primero cuando el ángulo directo que se mide resulta ser igual á la diferencia de los rumbos de las alineaciones que lo forman; en este caso se deben corregir los rumbos de la manera que luego indicaremos. Cuando la diferencia procede de una mala lectura del limbo, si el error excede del límite tolerable, no queda más remedio que repetir las operaciones en el campo, y de ahí la necesidad de que el operador se encargue de calcular en dicho sitio los datos necesarios para llenar las casillas 3 y 4 del modelo que nos ocupa.

Para la corrección de los rumbos se opera del modo siguiente: Supongamos (*Fig. 24*) que la orientación en el *c-0* sea la verdadera, 50° , y que el rumbo de la línea *v-1*, *v-0* se encuentre ser de $230^\circ 10'$, en lugar de $50 + 180 = 230^\circ$; resultará un error de orientación representado por $-10'$, error constante para todas las observaciones que se hagan á partir

del punto $v-1$, de modo que los ángulos azimutales de las mismas deberán reducirse en la cantidad de $10'$, para que tengan el valor que les corresponda y en consecuencia el rumbo de la línea $v-1, v-2$ que se ha leído de $100^\circ 10'$, deberá ser $100^\circ 10' - 10' = 100^\circ$.

Nótese que la diferencia en los rumbos acusaba en este caso

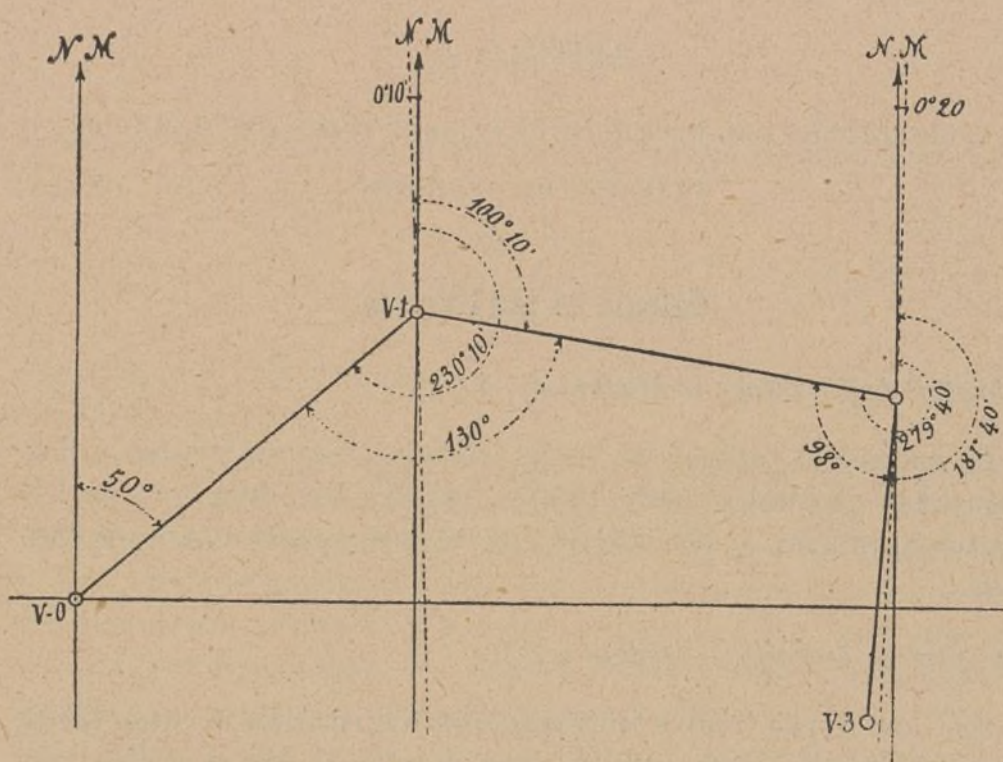


Figura 24.

error en la orientación y no en la lectura del limbo, porque la diferencia de aquellos era igual al ángulo directo.

$$230^\circ 10' - 100^\circ 10' = 130^\circ$$

Pasando luego al $v-2$ se lee un rumbo $v-2, v-1$ igual $279^\circ 40'$, mientras que en rigor debía ser

$$100^\circ + 180^\circ = 280^\circ,$$

diferencia $+ 20'$ que deberá añadirse á todos los rumbos que se tomen desde el $v-2$, y por lo tanto al de la línea $v-2, v-3$ en lugar de $181^\circ 40'$ será

$$181^\circ 40' + 0^\circ 20' = 182^\circ$$

y así sucesivamente.

Los errores de la orientación deben ser alternativamente positivos ó negativos; de esta manera demuestran que nacen

de irregularidades en la aguja magnética. Si apareciesen siempre con el mismo signo, la diferencia sería debida á errores de lectura que se acusarían inmediatamente por medio de los ángulos directos, que no serían iguales á la diferencia de los azimutales.

Se llena la columna (6) con los datos que suministra la libreta del piquetaje ó la de estadia, Modelo número 1.

Las sucesivas, ó sean las 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se deducen por medio de las fórmulas

$$\begin{aligned}x &= D \operatorname{sen.} h. \\y &= D \operatorname{cos.} h. \\z &= D \operatorname{tg.} V + (dt - n)\end{aligned}$$

en otro lugar determinadas, en las que

h = ángulo azimutal ó rumbo.

V = » de la visual con el horizonte.

dt = altura del instrumento.

n = » de la plancha inferior de la mira sobre el suelo.

Recuérdese también que las coordenadas x son positivas todas aquellas que corresponden á valores de h desde 0° á 180° , y negativas las restantes; las y son positivas si se refieren á valores de h desde 0° á 90° , y desde 270° á 360° , y negativas todas las demás; finalmente, que las z son positivas ó negativas según se refieran á puntos más altos ó más bajos que el de estación.

El procedimiento para determinar x , y , z , sería largo y engorroso, si hubiera necesidad de calcular los valores trigonométricos de h y de V por el procedimiento ordinario de los logaritmos, pero las operaciones se simplifican considerablemente y quedan reducidas á multiplicaciones, cuando se dispone de una tabla de las líneas trigonométricas naturales de los ángulos. A dicho objeto recomendamos las que se titulan «*Tables trigonometriques pour le trace des chemins de fer par Jules Gaunin*», (París V^{ve} Ch. Dunod), con la seguridad de que prestarán tan buen servicio al operador como el que nos han prestado repetidas veces. En dichas tablas se encuentran todas las líneas trigonométricas de radio igual á la unidad, y los valores de los arcos correspondientes para ángulos que varían de 30 en 30'' desde cero á 90° , aproximados dichos valores por medio de seis cifras decimales. Contienen, por consiguiente, todos los datos necesarios; pues, todo arco puede reducirse á otro contenido en el primer cuadrante y cuyas líneas trigonométricas sean respectivamente iguales en valor absoluto á

las del arco primitivo. Para obtener esta reducción, cuando el ángulo formado por la línea que se considera con el meridiano esté comprendido en el segundo cuadrante, sea por ejemplo h , el ángulo equivalente por dicho concepto será

$$h' = 180^\circ - h.$$

$h' = h - 180^\circ$ cuando se encuentre en el 3.º

$h' = 360^\circ - h$ id. id. en el último.

Precisemos la cuestión con varios ejemplos, sirviéndonos de los datos que constan en el Modelo número 3.

$v = 0, v = 1.$

$$x = D \text{ sen. } h = 90,80 \text{ sen. } 50^\circ = 90,80 \times 0,766044 = 69,56;$$

valor positivo, porque h está comprendido en el primer cuadrante.

$$y = D \text{ cos. } h = 90,80 \text{ cos. } 50^\circ = 90,80 \times 0,642788 = 58,36;$$

también positivo por la misma razón.

$v = 1, v = 2.$

$$x = D \text{ sen. } h = 100,10 \text{ sen. } 100^\circ.$$

pero

$$\text{sen. } 100^\circ = \text{sen. } (180 - 100) = \text{sen. } 80^\circ = 0,984808.$$

$$x = 100,10 \times 0,984808 = 98,58$$

valor positivo, porque el ángulo corresponde al segundo cuadrante.

$$y = D \text{ cos. } h = 100,10 \text{ cos. } 100^\circ = 100,10 \text{ cos. } 80^\circ = 100,10 \times 0,173648 = 17,38;$$

valor negativo, porque h corresponde al 2.º cuadrante.

$v = 2, v = 3.$

$$x = D \text{ sen. } h = 50 \text{ sen. } 182^\circ = 50 \text{ sen. } 2^\circ = 50 \times 0,034899 = 1,74;$$

valor negativo, porque h corresponde al 3.º cuadrante.

$$y = D \text{ cos. } h = 50 \text{ cos. } 2^\circ = 50 \times 0,999391 = 49,97,$$

negativo, porque h corresponde al 3.º cuadrante.

$v = 3, v = 4.$

$$x = D \text{ sen. } h = 60 \text{ sen. } 274^\circ = 60 \text{ sen. } 86^\circ = 60 \times 0,997564 = 59,85;$$

negativo, por corresponder al último cuadrante.

$$y = D \text{ cos. } h = 60 \times 0,069756 = 4,18,$$

positivo, por corresponder al último cuadrante.

Resulta, que para cada valor de x y de y es preciso proceder á la multiplicación de dos cantidades. Podrían simplificarse estas operaciones con el empleo de las reglas ó escalas logarítmicas. En efecto, si en lugar de operar con las dos cantidades lo hiciéramos con sus correspondientes logaritmos, las multiplicaciones se reducirían á sumas; en una palabra, se concibe perfectamente que si sobre dos reglas dispuestas de manera que pueda resbalar la una sobre la otra se van marcando á partir de un punto señalado como origen, longitudes propor-

cionales á los logaritmos de los números y si en cada trazo se escribe en vez del logaritmo el número á que corresponde, para efectuar una multiplicación, bastará tomar en cada escala la magnitud que expresa cada uno de los dos factores y colocándolas de modo que el origen de una de ellas coincida con el extremo de la magnitud tomada en la otra, la lectura en la segunda del número que corresponde á la longitud señalada en la primera será el producto buscado.

Pero hay todavía más; en lugar de determinar por medio de las tablas trigonométricas naturales los valores respectivos al objeto de multiplicarlos por las distancias valiéndose de dicha regla, se construye ésta con tantas graduaciones como argumentos entran en las fórmulas, es decir, con escalas especiales para los senos y para los cosenos, en virtud de las cuales se hace directamente la operación, sin necesidad de recurrir á dichas tablas.

Esta es la teoría de la escala logarítmica, pero como quiera que para su empleo se necesita bastante práctica y una vista muy perfecta, y aún así siempre es preciso apreciar á ojo ciertas fracciones, los resultados obtenidos no son todo lo exactos que es de desear para las coordenadas de los vértices de la base de operaciones; para estos casos aconsejamos, pues, el empleo del sistema que hemos descrito, aunque sea un poco más largo.

Finalmente, las coordenadas z se copian de las deducidas en la libreta de estadia, Modelo número 1, de que luego nos ocuparemos, y se calculan los valores de las casillas 13, 14 y 15, sumando ó restando las coordenadas parciales, x , y , z de las del origen que hemos supuesto ser en nuestro caso particular.

$$X = 0; Y = 0; Z = 350^m,000.$$

Libreta de nivelación.—Modelo número 5.

Vienen estas del campo con los datos correspondientes á las casillas 1, 2, 4 y 7 y quedan por llenar los números 3, 5 y 6.

Se llena con facilidad la número 3 sumando las distancias parciales, para deducirlas al origen de cada punto.

La n.º 5, representa las cotas ó alturas de los planos horizontales que determinan las visuales del nivel en cada estación. Para determinar la primera, no hay más que sumar la cota conocida del punto que sirve de origen y que hemos supuesto igual á 350, con la altura de mira correspondiente al mismo punto. Resulta, pues, que la cota del plano MN será (*Fig. 23.*)

$$350,000 + 3,200 = 353,200.$$

Luego se deducen las cotas de los puntos en que sucesivamente se haya colocado la mira en la misma estación, restando de la altura del plano MN las alturas de las miras correspondientes; así por ejemplo, la del punto *a* es

$$353,200 - 2,100 = 351,100.$$

Cuando se cambia de estación varía, como es consiguiente, el plano de mira y la cota del nuevo plano O P (*Fig. 23*) será, como en el caso anterior, igual á la del punto 2, último visado desde la primera estación, más la nueva altura de mira leída en el mismo punto desde la segunda estación; es decir,

$$352,875 + 4,000 = 356,875.$$

y así sucesivamente.

Conviene asegurarse de que los cálculos que se efectúen, en especial los correspondientes á los planos de mira, que son los que pueden dar lugar á errores de mayor importancia, sean exactos, y para ello se efectúa una comprobación sencilla: se suman las alturas de mira finales de cada estación y á parte las primeras, la diferencia de estas sumas debe ser precisamente igual á la diferencia de las cotas calculadas de los planos de mira primero y último.

Libreta de estadia.—Modelo número 1.

Hemos indicado que en el campo se llenan las casillas números 1, 2, 3, 4 y 11 de esta libreta. Los datos de la n.º 5 se obtienen por medio de las tablas de líneas trigonométricas naturales antes mencionadas, con la precaución de multiplicar por cien los valores que en ellas están consignados, que corresponden á un radio igual á la unidad y de anteponerles el mismo signo de su ángulo correspondiente.

Las diferencias de tangentes, que constituyen la casilla número 6, deben ser algebráicas, de conformidad con lo que en otro lugar expusimos.

Pueden determinarse las distancias, que han de hacerse constar en la casilla número 7, por la fórmula:

$$D = \frac{100m}{d}$$

m = distancia entre las planchas de la mira, 3 ó 4 metros,
 d = diferencia de tangentes.

Sin embargo, con el auxilio de las tablas que se continúan al final de este trabajo, se simplifica muchísimo la cuestión, puesto que dan directamente el valor de las distancias, conocida la diferencia de tangentes, según se trate de miras de 3 ó de 4 metros de longitud entre las planchas.

Las coordenadas z que corresponden á la casilla n.º 8 se calculan por medio de la fórmula.

$$z = D \operatorname{tg.} V$$

es decir, multiplicando la distancia contenida en la casilla 7 por la tangente del ángulo vertical inferior correspondiente á un radio igual á la unidad, es decir, por la tangente que consta en la casilla número 5 dividida por cien, ó sea la segunda de cada punto. Al producto de estos dos factores se le antepone el mismo signo del ángulo á que corresponde la tangente empleada.

La coordenada z se corrige sumando al valor fijado en la casilla 8 el de la expresión

$$dt - n$$

dt = altura del instrumento.

n = » de la plancha inferior de la mira sobre el suelo, de conformidad con la fórmula general

$$z = D \operatorname{tg.} V + (dt - n)$$

antes hallada.

Finalmente, las alturas de los puntos, casilla número 10, se deducen sumando ó restando de la cota de partida los valores de la casilla 9, según correspondan á ángulos de las visuales dirigidas á la plancha inferior positivos ó negativos.

Debemos observar, que procediendo de la manera que indicamos, en los cambios de estación, se repiten las distancias y los desniveles entre dos puntos. Así, por ejemplo, desde $v-0$ se ha situado $v-1$ y luego desde este punto se ha hecho otro tanto con aquél; en estos casos se adopta para la distancia y el desnivel el promedio de los dos obtenidos.

Dibujo del plano.

Se empieza por trazar á pequeña escala la base de operaciones en un trozo de papel cuadriculado, por medio de rectas

paralelas á los ejes coordenados, para apreciar con exactitud la dirección general del trazado y determinar las dimensiones del papel necesario para la obtención del plano definitivo á la escala debida.

Hecho esto, se trazan en la hoja de papel elegida los dos ejes coordenados de las X y de las Y, y las cuadrículas correspondientes de modo que formen lados de $0^m,10$, ó sea de medio kilómetro cuando se trata de una escala de $1/5000$, y luego con los valores resultantes del cálculo se obtienen con facilidad todos los vértices de la base de operaciones. En efecto, á partir del origen de las coordenadas $+o$, (*Fig. 25*) mídase un valor positivo de $x = 69,56$, sea $o a$; á partir de este otro de y , también positivo, $y = 58,36$ y quedará determinado el $v-1$ y por consiguiente la línea $v-0$, $v-1$. Mídase otro valor positivo

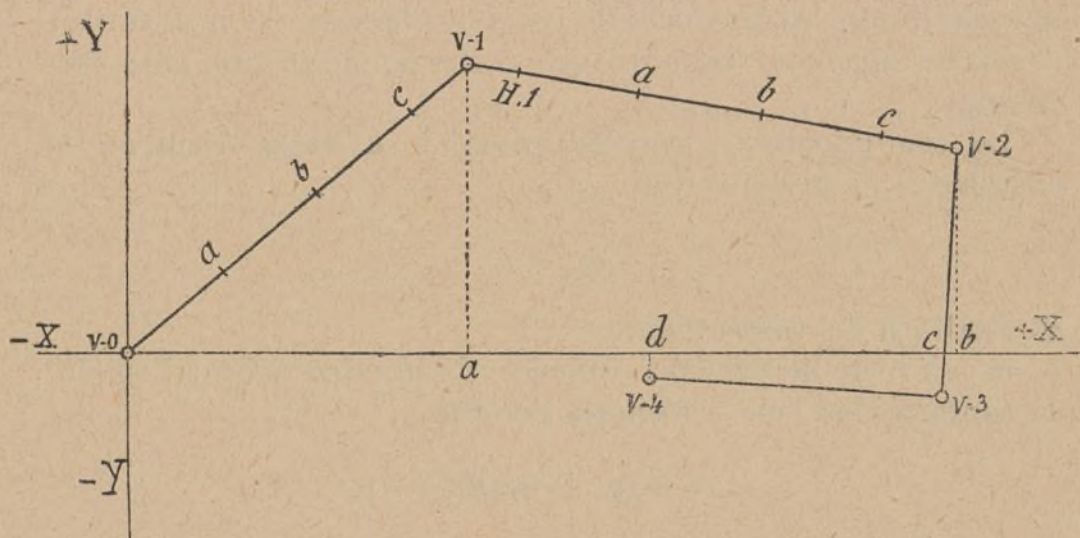


Figura 25.

de $x = 168,14$, se obtendrá el punto b , sobre este, otro también positivo de $y = 40,98$ y resultará el $v-2$. Tómese después, y siempre á partir del origen o , otro valor positivo de $x = 166,40$ que dará lugar al punto c , sobre este uno negativo de $y = 8,99$ y obtendremos el $v-3$. Finalmente, hágase otro tanto con un positivo de $x = 106,55$, resultará el punto d , sobre este uno negativo de $y = 6,89$ y se hallará el $v-4$, quedando por consiguiente dibujada la porción de base formada por las líneas $v-0$, $v-1$, $v-2$, $v-3$ y $v-4$.

Cabe efectuar una prueba sencilla de todas las operaciones así gráficas como numéricas que se han efectuado, y consiste en determinar si las distancias y los ángulos directos que en el dibujo resultan son los consignados en la libreta del trazado.

Obtenida la base y señalados en ella con tinta de carmín los piquetes de la misma, se transportan sobre el plano por medio de coordenadas polares, todos los puntos tomados sobre el terreno, uniendo entre sí los necesarios para dibujar croquis á la vista, la planimetría general del suelo, caminos, casas, cauces, etc., así como para situar los necesarios para la nivelación, escribiendo al lado de estos y de aquellos con tinta de carmín, así como en los determinados por medio de la nivelación de la base, las cotas ó alturas calculadas; en cuyo estado queda el plano dispuesto para trazar en el mismo las llamadas curvas horizontales ó de nivel.

Cuando se trata de planos de gran extensión ó que se han de dibujar á pequeña escala, se hace preciso el empleo de varias hojas iguales del tamaño que se crea más oportuno y en este caso, sobre el croquis á pequeña escala á que nos hemos referido, se hace la división general de dichas hojas.

El trazado de las curvas de nivel, que representan de una manera muy completa el relieve del suelo, se efectúa partiendo del principio de que las inclinaciones del terreno entre dos puntos nivelados son uniformes. Ante todo es preciso deducir los puntos de cada curva, que son en metros exactos, de las cotas de dos puntos contiguos.

Sean:

Z y Z' , las cotas de dos puntos contiguos,

D , la distancia horizontal entre ellos,

Z_1, Z_2, \dots las cotas de las curvas intermedias entre dos puntos consecutivos,

d_1, d_2, d_3, \dots las distancias que separan las cotas Z_1, Z_2, Z_3, \dots del punto más bajo Z ó Z' ; tendremos

$$d_1 = \frac{D}{Z' - Z} (Z_1 - Z)$$

$$d_2 = \frac{D}{Z' - Z} (Z_2 - Z)$$

$$d_3 = \frac{D}{Z' - Z} (Z_3 - Z)$$

Hechas estas operaciones, se unen por medio de líneas seguidas todos los puntos de cotas iguales, teniendo á la vista los croquis del campo, y queda representado el relieve de toda la zona que se ha levantado y dispuesto el plano para estudiar sobre el mismo el trazado definitivo por medio de ciertas operaciones cuya descripción no corresponde ya al objeto que nos hemos propuesto.

Para terminar este capítulo añadiremos solo, que suelen dibujarse las curvas de nivel equidistantes en sentido vertical:

- de 1 metro en países llanos
- » 2 ó 2,50 metros en comarcas medianamente accidentadas.
- » 3 metros en regiones montañosas.
- » 5 » » » muy quebradas.

CAPÍTULO VI.

Aplicación del procedimiento que hemos descrito á los trabajos topográficos en general.

Cuando se trata del levantamiento de un plano correspondiente á una zona de grandes dimensiones, se empieza por establecer una triangulación ó cánvas trigonométrico, con las reglas que la topografía enseña y que creemos ocioso enumerar, con el objeto de determinar los puntos principales del terreno. Después se obtiene un cánvas topográfico por medio del cual se señalan dentro ó fuera de los triángulos el número de puntos necesarios para, con su auxilio, hacer las operaciones necesarias al levantamiento del detalle.

Fácilmente se fijan los puntos del cánvas topográfico con relación á los lados de los triángulos generales, valiéndose de nuevos triángulos apoyados en aquellos. Puede también emplearse directamente la Estadia valiéndose del procedimiento descrito para determinar los puntos auxiliares de estación, partiendo de uno de los lados de los triángulos generales, así como antes se partía de la línea poligonal base de operaciones.

Nada añadiremos con respecto al levantamiento del detalle por medio de la Estadia, porque sería repetir lo que hemos indicado al tratar de los estudios de los trazados; el procedimiento que debe emplearse es enteramente análogo.

Pero donde puede tener aplicación directa y utilísima el procedimiento que nos ocupa, es en las operaciones de agromensura. En efecto, nada más fácil, cuando se dispone de un punto conocido, que fijar los linderos de una superficie cualquiera de un modo rápido y sin necesidad de tener un plano á la vista, con solo los valores de las coordenadas x , y , que pueden hacerse constar sin inconveniente en los documentos privados ó públicos, constituyendo la mejor garantía de la propiedad.

Otra ventaja del procedimiento consiste en que suministra los datos numéricos necesarios para determinar el valor de la

superficie sin necesidad de valerse de procedimientos gráficos que siempre son solo aproximados.

Supongamos que se trata de determinar la superficie de A, B, C, D, E, F, (Fig. 26). Por el procedimiento de la Estadia se conocerán los valores de las coordenadas x, y , de todos

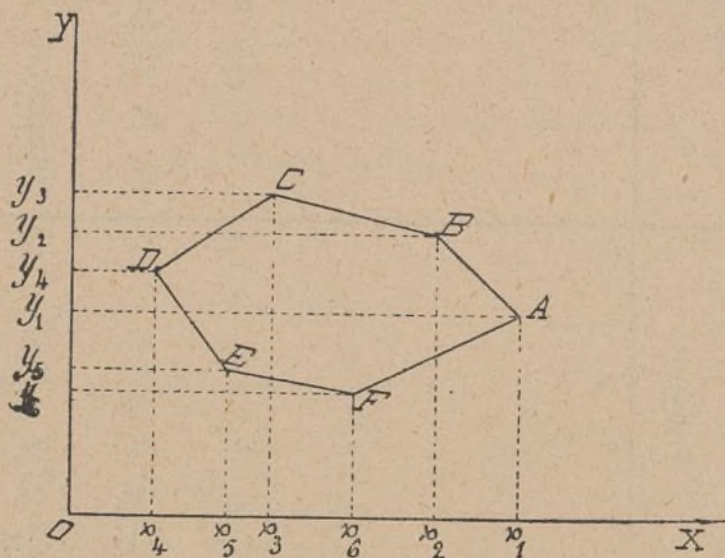


Figura 26.

los vértices y el área pedida será igual á la diferencia entre la suma de las áreas de los trapecios A B $x_1 x_2$, B C $x_2 x_3$, C D $x_3 x_4$, y la de los D E $x_4 x_5$, E F $x_5 x_6$, F A $x_6 x_1$, ó sea

$$S = \frac{1}{2} \left\{ (y_1 + y_2) (x_1 - x_2) + (y_2 + y_3) (x_2 - x_3) + (y_3 + y_4) (x_3 - x_4) + (y_4 + y_5) (x_4 - x_5) + (y_5 + y_6) (x_5 - x_6) + (y_6 + y_1) (x_6 - x_1) \right\}$$

Para proceder con claridad se emplean registros dispuestos en la forma siguiente:

Vértices.	Coordenadas de los mismos	Sumas de las ordenadas	Diferencia de las abscisas	ÁREAS DE LOS TRAPECIOS		SUPERFICIES
				Positivas	Negativas	
A	y_1	$y_1 + y_2$	$x_1 - x_2$	$\frac{1}{2}(y_1 + y_2)(x_1 - x_2)$	»	En esta casilla se consigna la diferencia entre los totales (A) y (B).
B	y_2	$y_2 + y_3$	$x_2 - x_3$	$\frac{1}{2}(y_2 + y_3)(x_2 - x_3)$	»	
C	y_3	$y_3 + y_4$	$x_3 - x_4$	$\frac{1}{2}(y_3 + y_4)(x_3 - x_4)$	»	
D	y_4	$y_4 + y_5$	$x_4 - x_5$	»	$\frac{1}{2}(y_4 + y_5)(x_4 - x_5)$	
E	y_5	$y_5 + y_6$	$x_5 - x_6$	»	$\frac{1}{2}(y_5 + y_6)(x_5 - x_6)$	
F	y_6	$y_6 + y_1$	$x_6 - x_1$	»	$\frac{1}{2}(y_6 + y_1)(x_6 - x_1)$	
TOTALES. . .				(A)	(B)	

Cabe una comprobación sencilla de las operaciones; consiste en emplear los trapecios que se apoyan sobre el eje de las Y, así como hemos empleado los que se refieren al de las X, ambos resultados deben ser iguales.

Cuando no se hayan calculado las coordenadas rectangulares del polígono puede determinarse su área con el auxilio de las polares, fundándose en el principio de que la superficie de un triángulo es igual á la mitad del producto de dos de sus lados por el seno del ángulo comprendido.

Sea P (*Fig. 27*) el polo ó centro de estación y A, B, C, D, E el polígono cuya superficie se desea.

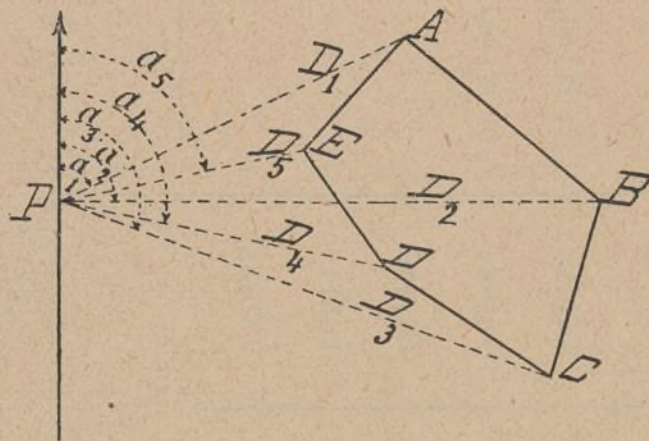


Figura 27.

Esta será igual á la diferencia entre las sumas de las áreas de los triángulos P A B, P B C y P C D, P D E, P A E.

Las distancias P A, P B..... son conocidas y los ángulos que comprenden se obtienen por diferencias de los rumbos. La

superficie buscada será pues:

$$S = \frac{1}{2} \left\{ D_1 D_2 \text{ sen. } (a_2 - a_1) + D_2 D_3 \text{ sen. } (a_3 - a_2) \right\} - \frac{1}{2} \left\{ D_3 D_4 \text{ sen. } (a_4 - a_3) + D_4 D_5 \text{ sen. } (a_5 - a_4) + D_5 D_1 \text{ sen. } (a_1 - a_5) \right\}$$

También en este caso se anotan los datos y los resultados del cálculo en registros dispuestos en esta forma:

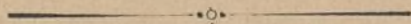
SUPERFICIES DE LOS TRIÁNGULOS						
Vértices	Distancias de los vértices al polo	Ángulos azimutales	Diferencias ángulos azimutales ó sea ángulo comprendido entre dos lados triángulo	Sen o de la diferencia	SUPERFICIES DE LOS TRIÁNGULOS	
					Positivas	Negativas
A B	D ₁	a ₁	a ₂ — a ₁	Tablas	$\frac{1}{2} D_1 D_2 \text{ sen. } (a_2 - a_1)$	»
B C	D ₂	a ₂	a ₃ — a ₂	Tablas	$\frac{1}{2} D_2 D_3 \text{ sen. } (a_3 - a_2)$	»
C D	D ₃	a ₃	a ₄ — a ₃	Tablas	»	$\frac{1}{2} D_3 D_4 \text{ sen. } (a_4 - a_3)$
D E	D ₄	a ₄	a ₅ — a ₄	Tablas	»	$\frac{1}{2} D_4 D_5 \text{ sen. } (a_5 - a_4)$
E A	D ₅	a ₅	a ₆ — a ₅	Tablas	»	$\frac{1}{2} D_5 D_1 \text{ sen. } (a_6 - a_5)$
			TOTALES.			

De un modo análogo se procedería si el polo ó punto de estación estuviera situado dentro de la figura que se quiere superficializar.

Zaragoza 26 Marzo de 1892.

PEDRO PELLA Y FORGAS.

Ingeniero industrial.



TABLAS

DE DISTANCIAS, DADAS POR LA DIFERENCIA DE TANGENTES.

Estadia de 3^m,00.

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'000	300'00	1'024	292'97	1'048	286'26
1'001	299'70	1'025	292'68	1'049	285'99
1'002	299'40	1'026	292'40	1'050	285'71
1'003	299'10	1'027	292'11	1'051	285'44
1'004	298'80	1'028	291'83	1'052	285'17
1'005	298'51	1'029	291'55	1'053	284'90
1'006	298'21	1'030	291'26	1'054	284'63
1'007	297'92	1'031	290'98	1'055	284'36
1'008	297'62	1'032	290'70	1'056	284'09
1'009	297'32	1'033	290'42	1'057	283'82
1'010	297'03	1'034	290'14	1'058	283'55
1'011	296'74	1'035	289'86	1'059	283'29
1'012	296'44	1'036	289'58	1'060	283'02
1'013	296'15	1'037	289'30	1'061	282'75
1'014	295'86	1'038	289'02	1'062	282'49
1'015	295'57	1'039	288'74	1'063	282'22
1'016	295'28	1'040	288'46	1'064	281'95
1'017	294'99	1'041	288'18	1'065	281'69
1'018	294'71	1'042	287'91	1'066	281'43
1'019	294'41	1'043	287'63	1'067	281'16
1'020	294'12	1'044	287'36	1'068	280'90
1'021	293'83	1'045	287'09	1'069	280'64
1'022	293'54	1'046	286'81	1'070	280'37
1'023	293'26	1'047	286'53	1'071	280'11

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'072	279'85	1'101	272'48	1'130	265'49
1'073	279'59	1'102	272'23	1'131	265'25
1'074	279'35	1'103	271'99	1'132	265'02
1'075	279'07	1'104	271'74	1'133	264'78
1'076	278'81	1'105	271'49	1'134	264'55
1'077	278'55	1'106	271'25	1'135	264'32
1'078	278'29	1'107	271'00	1'136	264'08
1'079	278'04	1'108	270'76	1'137	263'85
1'080	277'78	1'109	270'51	1'138	263'62
1'081	277'52	1'110	270'27	1'139	263'39
1'082	277'26	1'111	270'03	1'140	263'16
1'083	277'01	1'112	269'78	1'141	262'93
1'084	276'75	1'113	269'54	1'142	262'70
1'085	276'50	1'114	269'30	1'143	262'47
1'086	276'24	1'115	269'06	1'144	262'24
1'087	275'99	1'116	268'82	1'145	262'01
1'088	275'74	1'117	268'58	1'146	261'78
1'089	275'48	1'118	268'34	1'147	261'55
1'090	275'23	1'119	268'10	1'148	261'32
1'091	274'98	1'120	267'86	1'149	261'10
1'092	274'73	1'121	267'62	1'150	260'87
1'093	274'47	1'122	267'38	1'151	260'64
1'094	274'22	1'123	267'14	1'152	260'42
1'095	273'97	1'124	266'90	1'153	260'19
1'096	273'74	1'125	266'67	1'154	259'97
1'097	273'47	1'126	266'43	1'155	259'74
1'098	273'22	1'127	266'19	1'156	259'52
1'099	272'98	1'128	265'96	1'157	259'29
1'100	272'73	1'129	265'72	1'158	259'07

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'159	258'85	1'188	252'53	1'217	246'51
1'160	258'62	1'189	252'31	1'218	246'29
1'161	258'40	1'190	252'10	1'219	246'10
1'162	258'18	1'191	251'89	1'220	245'90
1'163	257'96	1'192	251'68	1'221	245'70
1'164	257'73	1'193	251'47	1'222	245'50
1'165	257'51	1'194	251'26	1'223	245'30
1'166	257'29	1'195	251'05	1'224	245'10
1'167	257'07	1'196	250'84	1'225	244'90
1'168	256'85	1'197	250'63	1'226	244'70
1'169	256'63	1'198	250'42	1'227	244'50
1'170	256'41	1'199	250'21	1'228	244'30
1'171	256'19	1'200	250'00	1'229	244'10
1'172	255'97	1'201	249'79	1'230	243'90
1'173	255'75	1'202	249'58	1'231	243'70
1'174	255'54	1'203	249'48	1'232	243'51
1'175	255'32	1'204	249'17	1'233	243'31
1'176	255'10	1'205	248'96	1'234	243'11
1'177	254'89	1'206	248'76	1'235	242'91
1'178	254'67	1'207	248'55	1'236	242'72
1'179	254'45	1'208	248'34	1'237	242'52
1'180	254'24	1'209	248'14	1'238	242'33
1'181	254'02	1'210	247'93	1'239	242'13
1'182	253'81	1'211	247'73	1'240	241'91
1'183	253'59	1'212	247'52	1'241	241'74
1'184	253'38	1'213	247'32	1'242	241'55
1'185	253'16	1'214	247'12	1'243	241'35
1'186	252'95	1'215	246'91	1'244	241'16
1'187	252'74	1'216	246'71	1'245	240'96

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'246	240'77	1'275	235'29	1'304	230'06
1'247	240'58	1'276	235'11	1'305	229'89
1'248	240'38	1'277	234'93	1'306	229'71
1'249	240'19	1'278	234'74	1'307	229'53
1'250	240'00	1'279	234'56	1'308	229'36
1'251	239'81	1'280	234'38	1'309	229'18
1'252	239'62	1'281	234'19	1'310	229'01
1'253	239'43	1'282	234'01	1'311	228'83
1'254	239'23	1'283	233'83	1'312	228'66
1'255	239'04	1'284	233'66	1'313	228'48
1'256	238'85	1'285	233'45	1'314	228'31
1'257	238'66	1'286	233'28	1'315	228'14
1'258	238'47	1'287	233'10	1'316	227'96
1'259	238'28	1'288	232'92	1'317	227'79
1'260	238'10	1'289	232'74	1'318	227'62
1'261	237'91	1'290	232'56	1'319	227'45
1'262	237'72	1'291	232'38	1'320	227'27
1'263	237'53	1'292	232'20	1'321	227'10
1'264	237'34	1'293	232'02	1'322	226'93
1'265	237'16	1'294	231'84	1'323	226'76
1'266	236'97	1'295	231'66	1'324	226'59
1'267	236'78	1'296	231'48	1'325	226'42
1'268	236'59	1'297	231'30	1'326	226'24
1'269	236'41	1'298	231'12	1'327	226'07
1'270	236'22	1'299	230'95	1'328	225'90
1'271	236'03	1'300	230'77	1'329	225'73
1'272	235'85	1'301	230'59	1'330	225'56
1'273	235'66	1'302	230'41	1'331	225'39
1'274	235'48	1'303	230'24	1'332	225'23

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'333	225'06	1'362	220'26	1'391	215'67
1'334	224'89	1'363	220'10	1'392	215'52
1'335	224'72	1'364	219'94	1'393	215'36
1'336	224'56	1'365	219'78	1'394	215'21
1'337	224'38	1'366	219'62	1'395	215'05
1'338	224'22	1'367	219'46	1'396	214'90
1'339	224'05	1'368	219'30	1'397	214'75
1'340	223'88	1'369	219'14	1'398	214'60
1'341	223'71	1'370	218'97	1'399	214'44
1'342	223'55	1'371	218'82	1'400	214'29
1'343	223'38	1'372	218'66	1'401	214'13
1'344	223'21	1'373	218'50	1'402	213'98
1'345	223'05	1'374	218'34	1'403	213'83
1'346	222'88	1'375	218'18	1'404	213'68
1'347	222'72	1'376	218'02	1'405	213'52
1'348	222'55	1'377	217'86	1'406	213'37
1'349	222'39	1'378	217'71	1'407	213'22
1'350	222'22	1'379	217'54	1'408	213'07
1'351	222'06	1'380	217'39	1'409	212'92
1'352	221'89	1'381	217'23	1'410	212'77
1'353	221'73	1'382	217'08	1'411	212'62
1'354	221'57	1'383	216'92	1'412	212'46
1'355	221'40	1'384	216'76	1'413	212'31
1'356	221'24	1'385	216'61	1'414	212'16
1'357	221'08	1'386	216'45	1'415	212'01
1'358	220'94	1'387	216'29	1'416	211'86
1'359	220'75	1'388	216'14	1'417	211'71
1'360	220'59	1'389	215'98	1'418	211'57
1'361	220'43	1'390	215'83	1'419	211'42

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'420	211'27	1'449	207'04	1'478	202'98
1'421	211'12	1'450	206'90	1'479	202'84
1'422	210'97	1'451	206'75	1'480	202'70
1'423	210'82	1'452	206'61	1'481	202'57
1'424	210'67	1'453	206'47	1'482	202'43
1'425	210'53	1'454	206'33	1'483	202'29
1'426	210'38	1'455	206'19	1'484	202'16
1'427	210'23	1'456	206'04	1'485	202'02
1'428	210'08	1'457	205'90	1'486	201'88
1'429	209'94	1'458	205'76	1'487	201'75
1'430	209'79	1'459	205'62	1'488	201'61
1'431	209'64	1'460	205'48	1'489	201'48
1'432	209'50	1'461	205'34	1'490	201'34
1'433	209'35	1'462	205'20	1'491	201'21
1'434	209'21	1'463	205'06	1'492	201'07
1'435	209'06	1'464	204'92	1'493	200'94
1'436	208'91	1'465	204'79	1'494	200'80
1'437	208'76	1'466	204'64	1'495	200'67
1'438	208'62	1'467	204'50	1'496	200'53
1'439	208'48	1'468	204'37	1'497	200'40
1'440	208'33	1'469	204'22	1'498	200'27
1'441	208'19	1'470	204'08	1'499	200'13
1'442	204'04	1'471	203'94	1'500	200'00
1'443	207'90	1'472	203'80	1'502	199'73
1'444	207'76	1'473	203'67	1'504	199'47
1'445	207'61	1'474	203'53	1'506	199'20
1'446	207'47	1'475	203'39	1'508	198'94
1'447	207'33	1'476	203'25	1'510	198'68
1'448	207'18	1'477	203'11	1'512	198'41

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'514	198'15	1'572	190'84	1'630	184'05
1'516	197'89	1'574	190'60	1'632	183'82
1'518	197'63	1'576	190'36	1'634	183'60
1'520	197'37	1'578	190'11	1'636	183'37
1'522	197'11	1'580	189'87	1'638	183'15
1'524	196'85	1'582	189'63	1'640	182'93
1'526	196'59	1'584	189'39	1'642	182'70
1'528	196'34	1'586	189'15	1'644	182'48
1'530	196'08	1'588	188'92	1'646	182'26
1'532	195'82	1'590	188'68	1'648	182'04
1'534	195'57	1'592	188'44	1'650	181'82
1'536	195'31	1'594	188'21	1'652	181'60
1'538	195'06	1'596	187'97	1'654	181'38
1'540	194'80	1'598	187'73	1'656	181'16
1'542	194'55	1'600	187'50	1'658	180'94
1'544	194'30	1'602	187'27	1'660	180'72
1'546	194'05	1'604	187'03	1'662	180'51
1'548	193'80	1'606	186'80	1'664	180'29
1'550	193'55	1'608	186'57	1'666	180'07
1'552	193'30	1'610	186'34	1'668	179'86
1'554	193'05	1'612	186'10	1'670	179'64
1'556	192'80	1'614	185'87	1'672	179'43
1'558	192'55	1'616	185'65	1'674	179'21
1'560	192'31	1'618	185'41	1'676	178'99
1'562	192'06	1'620	185'18	1'678	178'78
1'564	191'82	1'622	184'96	1'680	178'57
1'566	191'57	1'624	184'73	1'682	178'36
1'568	191'33	1'626	184'50	1'684	178'15
1'570	191'08	1'628	184'28	1'686	177'94

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'688	177'73	1'746	171'82	1'804	166'30
1'690	177'51	1'748	171'62	1'806	166'11
1'692	177'30	1'750	171'43	1'808	165'93
1'694	177'10	1'752	171'23	1'810	165'75
1'696	176'89	1'754	171'04	1'812	165'56
1'698	176'68	1'756	170'84	1'814	165'38
1'700	176'47	1'758	170'65	1'816	165'20
1'702	176'26	1'760	170'45	1'818	165'02
1'704	176'06	1'762	170'26	1'820	164'84
1'706	175'85	1'764	170'07	1'822	164'65
1'708	175'64	1'766	169'88	1'824	164'47
1'710	175'44	1'768	169'68	1'826	164'29
1'712	175'24	1'770	169'49	1'828	164'11
1'714	175'03	1'772	169'30	1'830	163'93
1'716	174'83	1'774	169'11	1'832	163'76
1'718	174'62	1'776	168'92	1'834	163'58
1'720	174'42	1'778	168'73	1'836	163'40
1'722	174'22	1'780	168'54	1'838	163'22
1'724	174'01	1'782	168'35	1'840	163'04
1'726	173'81	1'784	168'16	1'842	162'87
1'728	173'61	1'786	167'97	1'844	162'69
1'730	173'41	1'788	167'79	1'846	162'51
1'732	173'21	1'790	167'60	1'848	162'34
1'734	173'01	1'792	167'41	1'850	162'16
1'736	172'81	1'794	167'22	1'852	161'99
1'738	172'61	1'796	167'04	1'854	161'81
1'740	172'41	1'798	166'85	1'856	161'64
1'742	172'22	1'800	166'67	1'858	161'46
1'744	172'02	1'802	166'48	1'860	161'29

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'862	161'12	1'920	156'25	1'978	151'67
1'864	160'94	1'922	156'09	1'980	151'52
1'866	160'77	1'924	155'93	1'982	151'36
1'868	160'60	1'926	155'76	1'984	151'21
1'870	160'43	1'928	155'60	1'986	151'06
1'872	160'26	1'930	155'44	1'988	150'91
1'874	160'09	1'932	155'28	1'990	150'75
1'876	159'91	1'934	155'12	1'992	150'60
1'878	159'74	1'936	154'96	1'994	150'45
1'880	159'58	1'938	154'80	1'996	150'30
1'882	159'40	1'940	154'64	1'998	150'15
1'884	159'24	1'942	154'48	2'000	150'00
1'886	159'07	1'944	154'32	2'002	149'85
1'888	158'90	1'946	154'16	2'004	149'70
1'890	158'73	1'948	154'00	2'006	149'55
1'892	158'56	1'950	153'85	2'008	149'40
1'894	158'39	1'952	153'69	2'010	149'25
1'896	158'23	1'954	153'53	2'012	149'11
1'898	158'06	1'956	153'37	2'014	148'96
1'900	157'89	1'958	153'22	2'016	148'81
1'902	157'73	1'960	153'06	2'018	148'66
1'904	157'56	1'962	152'91	2'020	148'51
1'906	157'40	1'964	152'75	2'022	148'37
1'908	157'23	1'966	152'59	2'024	148'22
1'910	157'07	1'968	152'44	2'026	148'08
1'912	156'90	1'970	152'28	2'028	147'93
1'914	156'74	1'972	152'13	2'030	147'78
1'916	156'58	1'974	151'98	2'032	147'64
1'918	156'41	1'976	151'82	2'034	147'49

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2'384	125'84	2'505	119'76	2'650	113'21
2'386	125'73	2'510	119'52	2'655	112'99
2'388	125'63	2'515	119'28	2'660	112'78
2'390	125'52	2'520	119'05	2'665	112'57
2'392	125'42	2'525	118'81	2'670	112'36
2'394	125'31	2'530	118'58	2'675	112'15
2'396	125'21	2'535	118'34	2'680	111'94
2'398	125'10	2'540	118'11	2'685	111'73
2'400	125'00	2'545	117'88	2'690	111'52
2'405	124'74	2'550	117'65	2'695	111'32
2'410	124'48	2'555	117'42	2'700	111'11
2'415	124'22	2'560	117'19	2'705	110'91
2'420	123'97	2'565	116'96	2'710	110'70
2'425	123'71	2'570	116'73	2'715	110'50
2'430	123'46	2'575	116'50	2'720	110'29
2'435	123'20	2'580	116'28	2'725	110'09
2'440	122'95	2'585	116'05	2'730	109'89
2'445	122'70	2'590	115'83	2'735	109'69
2'450	122'45	2'595	115'61	2'740	109'49
2'455	122'20	2'600	115'38	2'745	109'29
2'460	121'95	2'605	115'16	2'750	109'09
2'465	121'70	2'610	114'94	2'755	108'89
2'470	121'46	2'615	114'72	2'760	108'70
2'475	121'21	2'620	114'50	2'765	108'50
2'480	120'97	2'625	114'29	2'770	108'30
2'485	120'72	2'630	114'07	2'775	108'11
2'490	120'48	2'635	113'85	2'780	107'91
2'495	120'24	2'640	113'64	2'785	107'72
2'500	120'00	2'645	113'42	2'790	107'53

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2'795	107'33	2'940	102'04	3'085	97'24
2'800	107'14	2'945	101'87	3'090	97'09
2'805	106'95	2'950	101'70	3'095	96'93
2'810	106'76	2'955	101'52	3'100	96'77
2'815	106'57	2'960	101'35	3'105	96'62
2'820	106'38	2'965	101'18	3'110	96'46
2'825	106'19	2'970	101'01	3'115	96'31
2'830	106'01	2'975	100'84	3'120	96'15
2'835	105'82	2'980	100'67	3'125	96'00
2'840	105'63	2'985	100'50	3'130	95'85
2'845	105'45	2'990	100'33	3'135	95'69
2'850	105'26	2'995	100'17	3'140	95'54
2'855	105'07	3'000	100'00	3'145	95'39
2'860	104'90	3'005	99'83	3'150	95'24
2'865	104'71	3'010	99'66	3'155	95'09
2'870	104'53	3'015	99'50	3'160	94'94
2'875	104'35	3'020	99'34	3'165	94'79
2'880	104'17	3'025	99'17	3'170	94'64
2'885	103'99	3'030	99'01	3'175	94'49
2'890	103'81	3'035	98'85	3'180	94'34
2'895	103'63	3'040	98'68	3'185	94'19
2'900	103'45	3'045	98'52	3'190	94'04
2'905	103'27	3'050	98'36	3'195	93'90
2'910	103'09	3'055	98'20	3'200	93'75
2'915	102'92	3'060	98'04	3'205	93'60
2'920	102'74	3'065	97'88	3'210	93'46
2'925	102'56	3'070	97'72	3'215	93'31
2'930	102'39	3'075	97'56	3'220	93'17
2'935	102'21	3'080	97'40	3'225	93'02

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2'036	147'35	2'094	143'27	2'152	139'41
2'038	147'20	2'096	143'13	2'154	139'28
2'040	147'06	2'098	142'99	2'156	139'15
2'042	146'91	2'100	142'86	2'158	139'02
2'044	146'77	2'102	142'72	2'160	138'89
2'046	146'63	2'104	142'59	2'162	138'76
2'048	146'48	2'106	142'45	2'164	138'63
2'050	146'35	2'108	142'31	2'166	138'50
2'052	146'20	2'110	142'18	2'168	138'38
2'054	146'06	2'112	142'05	2'170	138'25
2'056	141'95	2'114	141'91	2'172	138'12
2'058	145'77	2'116	141'78	2'174	137'99
2'060	145'63	2'118	141'65	2'176	137'87
2'062	145'49	2'120	141'51	2'178	137'74
2'064	145'35	2'122	141'38	2'180	137'61
2'066	145'21	2'124	141'24	2'182	137'49
2'068	145'07	2'126	441'11	2'184	137'36
2'070	144'93	2'128	140'98	2'186	137'24
2'072	144'79	2'130	140'85	2'188	137'11
2'074	144'65	2'132	140'71	2'190	136'99
2'076	144'51	2'134	140'58	2'192	136'86
2'078	144'37	2'136	140'45	2'194	136'74
2'080	144'23	2'138	140'32	2'196	136'61
2'082	144'09	2'140	140'19	2'198	136'49
2'084	143'95	2'142	140'06	2'200	136'37
2'086	143'82	2'144	139'93	2'202	136'24
2'088	143'68	2'146	139'79	2'204	136'12
2'090	143'54	2'148	139'66	2'206	135'99
2'092	143'40	2'150	139'53	2'208	135'87

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2'210	135'75	2'268	132'28	2'326	128'98
2'212	135'62	2'270	132'16	2'328	128'87
2'214	135'50	2'272	132'04	2'330	128'76
2'216	135'38	2'274	131'93	2'332	128'64
2'218	135'26	2'276	131'81	2'334	128'53
2'220	135'14	2'278	131'69	2'336	128'42
2'222	135'01	2'280	131'58	2'338	128'31
2'224	134'89	2'282	131'46	2'340	128'21
2'226	134'77	2'284	131'35	2'342	128'10
2'228	134'65	2'286	131'23	2'344	127'99
2'230	134'53	2'288	131'12	2'346	127'88
2'232	134'41	2'290	131'00	2'348	127'77
2'234	134'29	2'292	130'89	2'350	127'66
2'236	134'17	2'294	130'78	2'352	127'55
2'238	134'05	2'296	130'66	2'354	127'44
2'240	133'93	2'298	130'55	2'356	127'33
2'242	133'81	2'300	130'43	2'358	127'23
2'244	133'69	2'302	130'32	2'360	127'12
2'246	133'57	2'304	130'21	2'362	127'01
2'248	133'45	2'306	130'10	2'364	126'90
2'250	133'33	2'308	129'98	2'366	126'80
2'252	133'21	2'310	129'87	2'368	126'69
2'254	133'10	2'312	129'76	2'370	126'58
2'256	132'98	2'314	129'65	2'372	126'48
2'258	132'86	2'316	129'53	2'374	126'37
2'260	132'74	2'318	129'42	2'376	126'26
2'262	132'63	2'320	129'31	2'378	126'16
2'264	132'51	2'322	129'20	2'380	126'05
2'266	132'39	2'324	129'09	2'382	125'94

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
3'230	92'88	3'375	88'89	3'520	85'23
3'235	92'74	3'380	88'76	3'525	85'11
3'240	92'59	3'385	88'63	3'530	84'99
3'245	92'45	3'390	88'50	3'535	84'87
3'250	92'31	3'395	88'37	3'540	84'75
3'255	92'17	3'400	88'24	3'545	84'63
3'260	92'02	3'405	88'11	3'550	84'51
3'265	91'88	3'410	87'98	3'555	84'39
3'270	91'74	3'415	87'85	3'560	84'27
3'275	91'60	3'420	87'72	3'565	84'15
3'280	91'46	3'425	87'59	3'570	84'03
3'285	91'32	3'430	87'46	3'575	83'92
3'290	91'19	3'435	87'34	3'580	83'80
3'295	91'05	3'440	87'21	3'585	83'68
3'300	90'91	3'445	87'08	3'590	83'57
3'305	90'77	3'450	86'96	3'595	83'45
3'310	90'63	3'455	86'83	3'600	83'33
3'315	90'50	3'460	86'71	3'605	83'22
3'320	90'36	3'465	86'58	3'610	83'10
3'325	90'23	3'470	86'46	3'615	82'99
3'330	90'09	3'475	86'33	3'620	82'87
3'335	89'96	3'480	86'21	3'625	82'76
3'340	89'82	3'485	86'08	3'630	82'64
3'345	89'69	3'490	85'96	3'635	82'53
3'350	89'55	3'495	85'84	3'640	82'42
3'355	89'42	3'500	85'71	3'645	82'30
3'360	89'29	3'505	85'59	3'650	82'19
3'365	89'15	3'510	85'47	3'655	82'08
3'370	89'02	3'515	85'35	3'660	81'97

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
3'665	81'86	3'810	78'74	3'955	75'85
3'670	81'74	3'815	78'64	3'960	75'76
3'675	81'63	3'820	78'53	3'965	75'66
3'680	81'52	3'825	78'43	3'970	75'57
3'685	81'41	3'830	78'33	3'975	75'47
3'690	81'31	3'835	78'23	3'980	75'38
3'695	81'19	3'840	78'13	3'985	75'28
3'700	81'08	3'845	78'02	3'990	75'19
3'705	80'97	3'850	77'92	3'995	75'09
3'710	80'86	3'855	77'82	4'000	75'00
3'715	80'75	3'860	77'72	4'005	74'91
3'720	80'65	3'865	77'62	4'010	74'81
3'725	80'54	3'870	77'52	4'015	74'72
3'730	80'43	3'875	77'42	4'020	74'63
3'735	80'32	3'880	77'32	4'025	74'53
3'740	80'21	3'885	77'22	4'030	74'44
3'745	80'11	3'890	77'12	4'035	74'35
3'750	80'00	3'895	77'02	4'040	74'26
3'755	79'89	3'900	76'92	4'045	74'17
3'760	79'79	3'905	76'82	4'050	74'07
3'765	79'68	3'910	76'73	4'055	73'98
3'770	79'58	3'915	76'63	4'060	73'89
3'775	79'44	3'920	76'53	4'065	73'81
3'780	79'37	3'925	76'43	4'070	73'71
3'785	79'26	3'930	76'34	4'075	73'62
3'790	79'16	3'935	76'24	4'080	73'53
3'795	79'05	3'940	76'14	4'085	73'44
3'800	78'95	3'945	76'05	4'090	73'35
3'805	78'84	3'950	75'95	4'095	73'26

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
4'100	73'17	4'290	69'93	4'580	65'50
4'105	73'08	4'300	69'77	4'590	65'36
4'110	72'99	4'310	69'61	4'600	65'22
4'115	72'90	4'320	69'44	4'610	65'02
4'120	72'82	4'330	69'28	4'620	64'94
4'125	72'73	4'340	69'12	4'630	64'79
4'130	72'64	4'350	68'98	4'640	64'66
4'135	72'55	4'360	68'81	4'650	64'52
4'140	72'46	4'370	68'65	4'660	64'38
4'145	72'38	4'380	68'49	4'670	64'24
4'150	72'29	4'390	68'34	4'680	64'10
4'155	72'20	4'400	68'18	4'690	63'97
4'160	72'12	4'410	68'03	4'700	63'83
4'165	72'03	4'420	67'87	4'710	63'69
4'170	71'94	4'430	67'72	4'720	63'56
4'175	71'86	4'440	67'59	4'730	63'42
4'180	71'77	4'450	67'42	4'740	63'29
4'185	71'68	4'460	67'26	4'750	63'16
4'190	71'60	4'470	67'11	4'760	63'03
4'195	71'51	4'480	66'96	4'770	62'89
4'200	71'43	4'490	66'82	4'780	62'76
4'210	71'26	4'500	66'67	4'790	62'63
4'220	71'09	4'510	66'52	4'800	62'50
4'230	70'92	4'520	66'37	4'810	62'37
4'240	70'75	4'530	66'23	4'820	62'24
4'250	70'59	4'540	66'08	4'830	62'11
4'260	70'42	4'550	65'93	4'840	61'98
4'270	70'26	4'560	65'79	4'850	61'85
4'280	70'03	4'570	65'65	4'860	61'73

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
4'870	61'60	5'160	58'14	5'450	55'05
4'880	61'48	5'170	58'03	5'460	54'95
4'890	61'35	5'180	57'92	5'470	54'84
4'900	61'22	5'190	57'80	5'480	54'74
4'910	61'10	5'200	57'69	5'490	54'64
4'920	60'98	5'210	57'58	5'500	54'54
4'930	60'85	5'220	57'47	5'510	54'44
4'940	60'73	5'230	57'36	5'520	54'35
4'950	60'61	5'240	57'25	5'530	54'25
4'960	60'48	5'250	57'14	5'540	54'15
4'970	60'36	5'260	57'03	5'550	54'05
4'980	60'24	5'270	56'93	5'560	53'96
4'990	60'12	5'280	56'82	5'570	53'86
5'000	60'00	5'290	56'71	5'580	53'76
5'010	59'88	5'300	56'60	5'590	53'66
5'020	59'76	5'310	56'50	5'600	53'57
5'030	59'64	5'320	56'39	5'610	53'48
5'040	59'52	5'330	56'29	5'620	53'38
5'020	59'41	5'340	56'18	5'630	53'29
5'060	59'29	5'350	56'07	5'640	53'19
5'070	59'17	5'360	55'97	5'650	53'09
5'080	59'06	5'370	55'87	5'660	53'00
5'090	58'94	5'380	55'76	5'670	52'91
5'100	58'82	5'390	55'66	5'680	52'82
5'110	58'71	5'400	55'56	5'690	52'72
5'120	58'59	5'410	55'45	5'700	52'63
5'130	58'48	5'420	55'35	5'715	52'50
5'140	58'37	5'430	55'25	5'730	52'36
5'150	58'25	5'440	55'15	5'745	52'22

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
5'760	52'08	6'195	48'43	6'630	45'25
5'775	51'95	6'210	48'31	6'645	45'15
5'790	51'81	6'225	48'19	6'660	45'04
5'805	51'68 ^s	6'240	48'07	6'675	44'94
5'820	51'55	6'255	47'93	6'690	44'84
5'835	51'41	6'270	47'85	6'705	44'74
5'850	51'28	6'285	47'73	6'720	44'64
5'865	51'15	6'300	47'62	6'735	44'54
5'880	51'02	6'315	47'51	6'750	44'44
5'895	50'89	6'330	47'39	6'765	44'35
5'910	50'76	6'345	47'28	6'780	44'25
5'925	50'63	6'360	47'17	6'795	44'15
5'940	50'50	6'375	47'06	6'810	44'05
5'955	50'38	6'390	46'95	6'825	43'95
5'970	50'25	6'405	46'84	6'840	43'86
5'985	50'12	6'420	46'73	6'855	43'76
6'000	50'00	6'435	46'62	6'870	43'67
6'015	49'87	6'450	46'51	6'885	43'57
6'030	49'75	6'465	46'40	6'900	43'48
6'045	49'63	6'480	46'30	6'915	43'38
6'060	49'50	6'495	46'19	6'930	43'29
6'075	49'38	6'510	46'03	6'945	43'20
6'090	49'26	6'525	45'97	6'960	43'10
6'105	49'14	6'540	45'87	6'975	43'01
6'120	49'02	6'555	45'77	6'990	42'92
6'135	48'90	6'570	45'66	7'005	42'82
6'150	48'78	6'585	45'56	7'020	42'73
6'165	48'66	6'600	45'45	7'035	42'64
6'180	48'54	6'615	45'35	7'050	42'55

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
7'065	42'46	7'500	40'00	8'080	37'13
7'080	42'37	7'520	39'89	8'100	37'04
7'095	42'28	7'540	39'79	8'120	36'95
7'110	42'19	7'560	39'68	8'140	36'85
7'125	42'11	7'580	39'58	8'160	36'76
7'140	42'02	7'600	39'47	8'180	36'67
7'155	41'93	7'620	39'37	8'200	36'59
7'170	41'84	7'640	39'26	8'220	36'50
7'185	41'75	7'660	39'16	8'240	36'41
7'200	41'67	7'680	39'06	8'260	36'32
7'215	41'58	7'700	38'96	8'280	36'23
7'230	41'49	7'720	38'85	8'300	36'14
7'245	41'41	7'740	38'75	8'320	36'06
7'260	41'32	7'760	38'66	8'340	35'97
7'275	41'24	7'780	38'56	8'360	35'88
7'290	41'15	7'800	38'46	8'380	35'79
7'305	41'07	7'820	38'36	8'400	35'71
7'320	40'98	7'840	38'27	8'420	35'62
7'335	40'90	7'860	38'17	8'440	35'54
7'350	40'82	7'880	38'07	8'460	35'46
7'365	40'73	7'900	37'97	8'480	35'38
7'380	40'65	7'920	37'88	8'500	35'29
7'395	40'57	7'940	37'78	8'520	35'21
7'410	40'48	7'960	37'69	8'540	35'13
7'425	40'40	7'980	37'59	8'560	35'04
7'440	40'32	8'000	37'50	8'580	34'96
7'455	40'24	8'020	37'41	8'600	34'88
7'470	40'16	8'040	37'31	8'620	34'80
7'485	40'08	8'060	37'22	8'640	34'72

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
8'660	34'64	9'360	32'05	10'230	29'32
8'680	34'56	9'390	31'95	10'260	29'24
8'700	34'48	9'420	31'85	10'290	29'15
8'720	34'40	9'450	31'75	10'320	29'07
8'740	34'32	9'480	31'65	10'350	28'98
8'760	34'25	9'510	31'55	10'380	28'80
8'780	34'17	9'540	31'45	10'410	28'82
8'800	34'09	9'570	31'35	10'440	28'74
8'820	34'01	9'600	31'25	10'470	28'65
8'840	33'94	9'630	31'15	10'500	28'57
8'860	33'86	9'660	31'06	10'530	28'49
8'880	33'78	9'690	30'96	10'560	28'41
8'900	33'71	9'720	30'86	10'590	28'33
8'920	33'63	9'750	30'77	10'620	28'25
8'940	33'56	9'780	30'67	10'650	28'17
8'960	33'48	9'810	30'58	10'680	28'09
8'980	33'40	9'840	30'49	10'710	28'01
9'000	33'33	9'870	30'39	10'740	27'93
9'030	33'22	9'900	30'30	10'770	28'85
9'060	33'11	9'930	30'21	10'800	27'78
9'090	33'00	9'960	30'12	10'830	27'70
9'120	32'89	9'990	30'03	10'860	27'62
9'150	32'79	10'020	29'94	10'890	27'55
9'180	32'68	10'050	29'85	10'920	27'47
9'210	32'57	10'080	29'76	10'950	27'40
9'240	32'47	10'110	29'67	10'980	27'32
9'270	32'36	10'140	29'58	11'010	27'25
9'300	32'26	10'170	29'49	11'040	27'17
9'330	32'15	10'200	29'41	11'070	27'09

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
11'100	27'02	11'970	25'06	12'840	23'37
11'130	26'95	12'000	25'00	12'870	23'31
11'160	26'88	12'030	24'93	12'900	23'26
11'190	26'81	12'060	24'87	12'930	23'20
11'220	26'74	12'090	24'81	12'960	23'15
11'250	26'67	12'120	24'75	12'990	23'10
11'280	26'60	12'150	24'68	13'020	23'04
11'310	26'53	12'180	24'62	13'050	22'99
11'340	26'46	12'210	24'57	13'080	22'93
11'370	26'38	12'240	24'51	13'110	22'88
11'400	26'31	12'270	24'45	13'140	22'81
11'430	26'24	12'300	24'40	13'170	22'77
11'460	26'18	12'330	24'34	13'200	22'72
11'490	26'11	12'360	24'28	13'250	22'64
11'520	26'04	12'390	24'21	13'300	22'55
11'550	25'97	12'420	24'15	13'350	22'47
11'580	25'91	12'450	24'09	13'400	22'38
11'610	25'84	12'480	24'03	13'450	22'30
11'640	25'77	12'510	23'98	13'500	22'22
11'670	25'70	12'540	23'92	13'550	22'14
11'700	25'64	12'570	23'87	13'600	22'06
11'730	25'57	12'600	23'81	13'650	21'98
11'760	25'51	12'630	23'75	13'700	21'90
11'790	25'45	12'660	23'70	13'750	21'81
11'820	25'38	12'690	23'64	13'800	21'74
11'850	25'32	12'720	23'58	13'850	21'66
11'880	25'25	12'750	23'53	13'900	21'58
11'910	25'19	12'780	23'47	13'950	21'50
11'940	25'13	12'810	23'42	14'000	21'43

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
14'050	21'35	15'500	19'35	16'950	17'70
14'100	21'28	15'550	19'29	17'000	17'65
14'150	21'20	15'600	19'23	17'050	17'60
14'200	21'13	15'650	19'17	17'100	17'55
14'250	21'05	15'700	19'11	17'150	17'50
14'300	20'98	15'750	19'05	17'200	17'44
14'350	20'90	15'800	18'99	17'250	17'39
14'400	20'83	15'850	18'92	17'300	17'34
14'450	20'76	15'900	18'86	17'350	17'29
14'500	20'69	15'950	18'80	17'400	17'24
14'550	20'62	16'000	18'75	17'450	17'19
14'600	20'55	16'050	18'69	17'500	17'14
14'650	20'48	16'100	18'63	17'550	17'09
14'700	20'41	16'150	18'57	17'600	17'05
14'750	20'34	16'200	18'52	17'650	17'00
14'800	20'27	16'250	18'46	17'700	16'95
14'850	20'20	16'300	18'41	17'750	16'90
14'900	20'13	16'350	18'36	17'800	16'86
14'950	20'07	16'400	18'30	17'850	16'81
15'000	20'00	16'450	18'24	17'900	16'76
15'050	19'93	16'500	18'18	17'950	16'72
15'100	19'87	16'550	18'12	18'000	16'67
15'150	19'80	16'600	18'07	18'050	16'62
15'200	19'74	16'650	18'01	18'100	16'57
15'250	19'67	16'700	17'96	18'150	16'52
15'300	19'61	16'750	17'90	18'200	16'48
15'350	19'54	16'800	17'85	18'250	16'43
15'400	19'48	16'850	17'80	18'300	16'38
15'450	19'41	16'900	17'75	18'350	16'34

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
18'400	16'30	19'850	15'11	21'300	14'08
18'450	16'26	19'900	15'08	21'350	14'05
18'500	16'22	19'950	15'04	21'400	14'01
18'550	16'17	20'000	15'00	21'450	13'98
18'600	16'13	20'050	14'96	21'500	13'95
18'650	16'09	20'100	14'92	21'550	13'92
18'700	16'04	20'150	14'88	21'600	13'89
18'750	16'00	20'200	14'85	21'650	13'86
18'800	15'96	20'250	14'81	21'700	13'82
18'850	15'91	20'300	14'77	21'750	13'79
18'900	15'87	20'350	14'74	21'800	13'76
18'950	15'83	20'400	14'71	21'850	13'73
19'000	15'79	20'450	14'67	21'900	13'70
19'050	15'74	20'500	14'63	21'950	13'67
19'100	15'70	20'550	14'60	22'000	13'64
19'150	15'66	20'600	14'56	22'050	13'61
19'200	15'63	20'650	14'53	22'100	13'57
19'250	15'59	20'700	14'49	22'150	13'54
19'300	15'55	20'750	14'45	22'200	13'51
19'350	15'51	20'800	14'42	22'250	13'48
19'400	15'46	20'850	14'38	22'300	13'45
19'450	15'42	20'900	14'35	22'350	13'42
19'500	15'38	20'950	14'32	22'400	13'39
19'550	15'34	21'000	14'29	22'450	13'36
19'600	15'31	21'050	14'25	22'500	13'33
19'650	15'27	21'100	14'22	22'550	13'30
19'700	15'23	21'150	14'18	22'600	13'27
19'750	15'19	21'200	14'15	22'650	13'24
19'800	15'15	21'250	14'11	22'700	13'21

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
22'750	13'18	24'200	12'39	25'650	11'70
22'800	13'16	24'250	12'37	25'700	11'67
22'850	13'13	24'300	12'34	25'750	11'65
22'900	13'10	24'350	12'31	25'800	11'63
22'950	13'07	24'400	12'29	25'850	11'61
23'000	13'04	24'450	12'26	25'900	11'58
23'050	13'01	24'500	12'24	25'950	11'56
23'100	12'99	24'550	12'21	26'000	11'54
23'150	12'96	24'600	12'19	26'050	11'52
23'200	12'93	24'650	12'17	26'100	11'49
23'250	12'90	24'700	12'15	26'150	11'47
23'300	12'88	24'750	12'12	26'200	11'45
23'350	12'85	24'800	12'10	26'250	11'43
23'400	12'82	24'850	12'07	26'300	11'40
23'450	12'79	24'900	12'05	26'350	11'38
23'500	12'77	24'950	12'02	26'400	11'36
23'550	12'74	25'000	12'00	26'450	11'34
23'600	12'71	25'050	11'98	26'500	11'32
23'650	12'69	25'100	11'95	26'550	11'30
23'700	12'66	25'150	11'92	26'600	11'28
23'750	12'63	25'200	11'90	26'650	11'25
23'800	12'61	25'250	11'88	26'700	11'23
23'850	12'58	25'300	11'85	26'750	11'21
23'900	12'55	25'350	11'83	26'800	11'19
23'950	12'52	25'400	11'81	26'850	11'17
24'000	12'50	25'450	11'78	26'900	11'14
24'050	12'47	25'500	11'76	26'950	11'12
24'100	12'44	25'550	11'74	27'000	11'11
24'150	12'42	25'600	11'72	27'050	11'09

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
27'100	11'07	28'550	10'51	30'000	10'00
27'150	11'05	28'600	10'49	30'500	9'83
27'200	11'03	28'650	10'47	31'000	9'67
27'250	11'01	28'700	10'45	31'500	9'52
27'300	10'98	28'750	10'43	32'000	9'37
27'350	10'96	28'800	10'41	32'500	9'23
27'400	10'94	28'850	10'40	33'000	9'09
27'450	10'92	28'900	10'38	33'500	8'95
27'500	10'90	28'950	10'36	34'000	8'82
27'550	10'88	29'000	10'34	34'500	8'69
27'600	10'87	29'050	10'32	35'000	8'57
27'650	10'85	29'100	10'31	35'500	8'45
27'700	10'83	29'150	10'29	36'000	8'33
27'750	10'81	29'200	10'27	36'500	8'21
27'800	10'79	29'250	10'25	37'000	8'10
27'850	10'77	29'300	10'24	37'500	8'00
27'900	10'75	29'350	10'22	38'000	7'89
27'950	10'73	29'400	10'20	38'500	7'79
28'000	10'71	29'450	10'19	39'000	7'69
28'050	10'69	29'500	10'17	39'500	7'59
28'100	10'67	29'550	10'15	40'000	7'50
28'150	10'65	29'600	10'14	40'500	7'40
28'200	10'63	29'650	10'12	41'000	7'31
28'250	10'61	29'700	10'10	41'500	7'22
28'300	10'60	29'750	10'08	42'000	7'13
28'350	10'58	29'800	10'07	42'500	7'05
28'400	10'56	29'850	10'05	43'000	6'97
28'450	10'54	29'900	10'03	43'500	6'89
28'500	10'53	29'950	10'01	44'000	6'81

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
44'500	6'74	46'500	6'45	48'500	6'18
45'000	6'66	47'000	6'38	49'000	6'12
45'500	9'59	47'500	6'31	49'500	6'06
46'000	6'52	48'000	6'25	50'000	6'00

Estadia de 4^m,00.

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'000	400'00	1'018	392'92	1'036	386'10
1'001	399'60	1'019	392'54	1'037	385'72
1'002	399'20	1'020	392'15	1'038	385'35
1'003	398'80	1'021	391'77	1'039	384'98
1'004	398'40	1'022	391'38	1'040	384'61
1'005	398'00	1'023	391'00	1'041	384'24
1'006	397'61	1'024	390'62	1'042	383'87
1'007	397'21	1'025	390'24	1'043	383'50
1'008	396'82	1'026	389'86	1'044	383'14
1'009	396'43	1'027	389'48	1'045	382'77
1'010	396'03	1'028	389'10	1'046	382'40
1'011	395'64	1'029	388'72	1'047	382'04
1'012	395'25	1'030	388'34	1'048	381'68
1'013	394'86	1'031	387'97	1'049	381'31
1'014	394'47	1'032	387'59	1'050	380'95
1'015	394'08	1'033	387'20	1'051	380'59
1'016	393'70	1'034	386'84	1'052	380'22
1'017	393'31	1'035	386'47	1'053	379'86

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'054	379'50	1'083	369'34	1'112	359'71
1'055	379'14	1'084	369'00	1'113	359'38
1'056	378'78	1'085	368'66	1'114	359'06
1'057	378'42	1'086	368'32	1'115	358'74
1'058	378'07	1'087	367'98	1'116	358'42
1'059	377'71	1'088	367'64	1'117	358'10
1'060	377'35	1'089	367'30	1'118	357'78
1'061	377'00	1'090	366'97	1'119	357'46
1'062	376'64	1'091	366'63	1'120	357'14
1'063	376'29	1'092	366'30	1'121	356'82
1'064	375'93	1'093	365'96	1'122	356'50
1'065	375'58	1'094	365'63	1'123	356'18
1'066	375'23	1'095	365'29	1'124	355'87
1'067	374'88	1'096	364'96	1'125	355'55
1'068	374'53	1'097	364'63	1'126	355'23
1'069	374'18	1'098	364'29	1'127	354'92
1'070	373'83	1'099	363'96	1'128	354'60
1'071	373'48	1'100	363'63	1'129	354'29
1'072	373'13	1'101	363'30	1'130	353'98
1'073	372'78	1'102	362'98	1'131	353'66
1'074	372'43	1'103	362'64	1'132	353'35
1'075	372'09	1'104	362'31	1'133	353'04
1'076	371'74	1'105	361'99	1'134	352'73
1'077	371'40	1'106	361'66	1'135	352'42
1'078	371'05	1'107	361'33	1'136	352'11
1'079	370'71	1'108	361'01	1'137	351'80
1'080	370'37	1'109	360'68	1'138	351'49
1'081	370'02	1'110	360'36	1'139	351'18
1'082	369'68	1'111	360'03	1'140	350'87

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'141	350'56	1'170	341'88	1'199	333'61
1'142	350'26	1'171	341'58	1'200	333'33
1'143	349'95	1'172	341'29	1'201	333'05
1'144	349'65	1'173	341'00	1'202	332'77
1'145	349'34	1'174	340'71	1'203	332'50
1'146	349'04	1'175	340'42	1'204	332'22
1'147	348'73	1'176	340'13	1'205	331'95
1'148	348'43	1'177	339'84	1'206	331'67
1'149	348'12	1'178	339'55	1'207	331'40
1'150	347'82	1'179	339'27	1'208	331'12
1'151	347'52	1'180	338'98	1'209	330'85
1'152	347'22	1'181	338'69	1'210	330'57
1'153	346'92	1'182	338'40	1'211	330'30
1'154	346'62	1'183	338'12	1'212	330'03
1'155	346'32	1'184	337'83	1'213	329'76
1'156	346'02	1'185	337'55	1'214	329'48
1'157	345'72	1'186	337'26	1'215	329'21
1'158	345'42	1'187	336'98	1'216	328'95
1'159	345'12	1'188	336'70	1'217	328'67
1'160	344'82	1'189	336'41	1'218	328'40
1'161	344'53	1'190	336'13	1'219	328'13
1'162	344'23	1'191	335'85	1'220	327'86
1'163	343'93	1'192	335'57	1'221	327'60
1'164	343'64	1'193	335'28	1'222	327'33
1'165	343'34	1'194	335'00	1'223	327'06
1'166	343'05	1'195	334'72	1'224	326'79
1'167	342'75	1'196	334'44	1'225	326'53
1'168	342'46	1'197	334'16	1'226	326'26
1'169	342'17	1'198	333'89	1'227	325'99

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'228	325'73	1'257	318'21	1'286	311'04
1'229	325'46	1'258	317'96	1'287	310'80
1'230	325'20	1'259	317'71	1'288	310'55
1'231	324'93	1'260	317'46	1'289	310'31
1'232	324'67	1'261	317'20	1'290	310'07
1'233	324'41	1'262	316'95	1'291	309'82
1'234	324'14	1'263	316'70	1'292	309'59
1'235	323'88	1'264	316'45	1'293	309'35
1'236	323'62	1'265	316'20	1'294	309'11
1'237	323'36	1'266	315'95	1'295	308'88
1'238	323'10	1'267	315'70	1'296	308'64
1'239	322'84	1'268	315'45	1'297	308'40
1'240	322'58	1'269	315'20	1'298	308'16
1'241	322'32	1'270	314'96	1'299	307'92
1'242	322'06	1'271	314'71	1'300	307'69
1'243	321'80	1'272	314'46	1'301	307'45
1'244	321'54	1'273	314'21	1'302	307'21
1'245	321'28	1'274	313'97	1'303	306'98
1'246	321'02	1'275	313'72	1'304	306'74
1'247	320'76	1'276	313'47	1'305	306'51
1'248	320'50	1'277	313'22	1'306	306'27
1'249	320'25	1'278	312'98	1'307	306'04
1'250	320'00	1'279	312'74	1'308	305'81
1'251	319'74	1'280	312'50	1'309	305'57
1'252	319'48	1'281	312'25	1'310	305'34
1'253	319'23	1'282	312'01	1'311	305'11
1'254	318'98	1'283	311'76	1'312	304'87
1'255	318'72	1'284	311'52	1'313	304'64
1'256	318'47	1'285	311'27	1'314	304'41

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'315	304'18	1'344	297'61	1'373	291'33
1'316	303'95	1'345	297'39	1'374	291'12
1'317	303'72	1'346	297'17	1'375	290'90
1'318	303'49	1'347	296'95	1'376	290'69
1'319	303'26	1'348	296'73	1'377	290'48
1'320	303'03	1'349	296'51	1'378	290'27
1'321	302'80	1'350	296'29	1'379	290'06
1'322	302'57	1'351	296'07	1'380	289'85
1'323	302'34	1'352	295'85	1'381	289'64
1'324	302'11	1'353	295'63	1'382	289'43
1'325	301'87	1'354	295'42	1'383	289'22
1'326	301'65	1'355	295'20	1'384	289'01
1'327	301'43	1'356	294'98	1'385	288'80
1'328	301'20	1'357	294'76	1'386	288'60
1'329	300'97	1'358	294'55	1'387	288'39
1'330	300'75	1'359	294'33	1'388	288'18
1'331	300'52	1'360	294'11	1'389	287'97
1'332	300'30	1'361	293'90	1'390	287'77
1'333	300'07	1'362	293'68	1'391	287'56
1'334	299'85	1'363	293'47	1'392	287'35
1'335	299'62	1'364	293'25	1'393	287'15
1'336	299'40	1'365	293'04	1'394	286'94
1'337	299'17	1'366	292'82	1'395	286'73
1'338	298'95	1'367	292'61	1'396	286'53
1'339	298'73	1'368	292'39	1'397	286'32
1'340	298'50	1'369	292'17	1'398	286'12
1'341	298'28	1'370	291'97	1'399	285'91
1'342	298'07	1'371	291'75	1'400	285'71
1'343	297'84	1'372	291'54	1'401	285'51

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Diferencia.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'402	285'30	1'431	279'52	1'460	273'97
1'403	285'10	1'432	279'32	1'461	273'78
1'404	284'90	1'433	279'13	1'462	273'59
1'405	284'69	1'434	278'94	1'463	273'41
1'406	284'49	1'435	278'74	1'464	273'22
1'407	284'29	1'436	278'55	1'465	273'03
1'408	284'09	1'437	278'35	1'466	272'85
1'409	283'88	1'438	278'16	1'467	272'66
1'410	283'68	1'439	277'97	1'468	272'47
1'411	283'48	1'440	277'77	1'469	272'29
1'412	283'28	1'441	277'58	1'470	272'10
1'413	283'08	1'442	277'39	1'471	271'92
1'414	282'88	1'443	277'20	1'472	271'73
1'415	282'68	1'444	277'00	1'473	271'55
1'416	282'48	1'445	276'81	1'474	271'37
1'417	282'28	1'446	276'62	1'475	271'18
1'418	282'08	1'447	276'43	1'476	271'00
1'419	281'88	1'448	276'24	1'477	270'81
1'420	281'68	1'449	276'05	1'478	270'63
1'421	281'49	1'450	275'86	1'479	270'45
1'422	281'29	1'451	275'67	1'480	270'27
1'423	281'09	1'452	275'48	1'481	270'08
1'424	280'89	1'453	275'29	1'482	269'90
1'425	280'70	1'454	275'10	1'483	269'72
1'426	280'50	1'455	274'91	1'484	269'54
1'427	280'30	1'456	274'72	1'485	269'36
1'428	280'11	1'457	274'53	1'486	269'17
1'429	279'91	1'458	274'34	1'487	268'99
1'430	279'72	1'459	274'16	1'488	268'81

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'489	268'63	1'536	260'41	1'594	250'94
1'490	268'45	1'538	260'07	1'596	250'62
1'491	268'27	1'540	259'74	1'598	250'31
1'492	268'09	1'542	259'40	1'600	250'00
1'493	267'91	1'544	259'06	1'602	249'68
1'494	267'73	1'546	258'73	1'604	249'37
1'495	267'55	1'548	258'39	1'606	249'06
1'496	267'37	1'550	258'06	1'608	248'75
1'497	267'20	1'552	257'73	1'610	248'44
1'498	267'02	1'554	257'40	1'612	248'13
1'499	266'84	1'556	257'06	1'614	247'83
1'500	266'66	1'558	256'73	1'616	247'52
1'502	266'31	1'560	256'41	1'618	247'21
1'504	265'95	1'562	256'08	1'620	246'91
1'506	265'60	1'564	255'75	1'622	246'60
1'508	265'25	1'566	255'42	1'624	246'30
1'510	264'90	1'568	255'10	1'626	246'00
1'512	264'55	1'570	254'77	1'628	245'70
1'514	264'20	1'572	254'45	1'630	245'39
1'516	263'85	1'574	254'12	1'632	245'09
1'518	263'50	1'576	253'80	1'634	244'79
1'520	263'15	1'578	253'48	1'636	244'49
1'522	262'81	1'580	253'16	1'638	244'20
1'524	262'48	1'582	252'84	1'640	243'90
1'526	262'12	1'584	252'52	1'642	243'60
1'528	261'78	1'586	252'20	1'644	243'30
1'530	261'43	1'588	251'88	1'646	243'01
1'532	261'09	1'590	251'57	1'648	242'71
1'534	260'75	1'592	251'25	1'650	242'42

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'652	242'13	1'710	233'91	1'768	226'24
1'654	241'83	1'712	233'64	1'770	225'98
1'656	241'54	1'714	233'37	1'772	225'73
1'658	241'25	1'716	233'10	1'774	225'47
1'660	240'96	1'718	232'82	1'776	225'22
1'662	240'66	1'720	232'55	1'778	224'97
1'664	240'38	1'722	232'28	1'780	224'71
1'666	240'09	1'724	232'01	1'782	224'46
1'668	239'80	1'726	231'74	1'784	224'21
1'670	239'52	1'728	231'48	1'786	223'96
1'672	239'23	1'730	231'20	1'788	223'71
1'674	238'94	1'732	230'94	1'790	223'46
1'676	238'66	1'734	230'67	1'792	223'21
1'678	238'37	1'736	230'41	1'794	222'96
1'680	238'09	1'738	230'14	1'796	222'71
1'682	237'81	1'740	229'88	1'798	222'46
1'684	237'52	1'742	229'62	1'800	222'22
1'686	237'24	1'744	229'34	1'802	221'97
1'688	236'96	1'746	229'09	1'804	221'72
1'690	236'68	1'748	228'83	1'806	221'48
1'692	236'40	1'750	228'57	1'808	221'23
1'694	236'12	1'752	228'31	1'810	220'99
1'696	235'84	1'754	228'05	1'812	220'75
1'698	235'57	1'756	227'79	1'814	220'50
1'700	235'29	1'758	227'53	1'816	220'26
1'702	235'01	1'760	227'27	1'818	220'02
1'704	234'74	1'762	227'01	1'820	219'77
1'706	234'46	1'764	226'75	1'822	219'53
1'708	234'19	1'766	226'50	1'824	219'29

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
1'826	219'05	1'884	212'31	1'942	205'97
1'828	218'81	1'886	212'08	1'944	205'76
1'830	218'57	1'888	211'86	1'946	205'54
1'832	218'34	1'890	211'64	1'948	205'33
1'834	218'10	1'892	211'41	1'950	205'12
1'836	217'86	1'894	211'19	1'952	204'91
1'838	217'62	1'896	210'97	1'954	204'70
1'840	217'39	1'898	210'74	1'956	204'49
1'842	217'15	1'900	210'52	1'958	204'29
1'844	216'91	1'902	210'30	1'960	204'08
1'846	216'68	1'904	210'08	1'962	203'87
1'848	216'45	1'906	209'86	1'964	203'66
1'850	216'21	1'908	209'64	1'966	203'45
1'852	215'98	1'910	209'42	1'968	203'25
1'854	215'74	1'912	209'20	1'970	203'04
1'856	215'51	1'914	208'98	1'972	202'83
1'858	215'28	1'916	208'76	1'974	202'63
1'860	215'05	1'918	208'55	1'976	202'42
1'862	214'82	1'920	208'33	1'978	202'22
1'864	214'59	1'922	208'11	1'980	202'02
1'866	214'36	1'924	207'90	1'982	201'81
1'868	214'13	1'926	207'67	1'984	201'61
1'870	213'90	1'928	207'46	1'986	201'40
1'872	213'67	1'930	207'25	1'988	201'20
1'874	213'44	1'932	207'03	1'990	201'00
1'876	213'21	1'934	206'82	1'992	200'80
1'878	212'99	1'936	206'60	1'994	200'60
1'880	212'76	1'938	206'39	1'996	200'40
1'882	212'53	1'940	206'18	1'998	200'20

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2'000	200'00	2'058	194'36	2'116	189'03
2'002	199'80	2'060	194'17	2'118	188'85
2'004	199'60	2'062	193'98	2'120	188'67
2'006	199'40	2'064	193'79	2'122	188'50
2'008	199'20	2'066	193'61	2'124	188'32
2'010	199'00	2'068	193'42	2'126	188'14
2'012	198'80	2'070	193'23	2'128	187'96
2'014	198'60	2'072	193'05	2'130	187'79
2'016	198'41	2'074	192'86	2'132	187'61
2'018	198'21	2'076	192'67	2'134	187'44
2'020	198'01	2'078	192'49	2'136	187'26
2'022	197'82	2'080	192'30	2'138	187'09
2'024	197'62	2'082	192'12	2'140	186'91
2'026	197'43	2'084	191'93	2'142	186'74
2'028	197'23	2'086	191'75	2'144	186'56
2'030	197'04	2'088	191'57	2'146	186'39
2'032	196'85	2'090	191'38	2'148	186'21
2'034	196'65	2'092	191'20	2'150	186'04
2'036	196'46	2'094	191'02	2'152	185'86
2'038	196'27	2'096	190'83	2'154	185'70
2'040	196'07	2'098	190'65	2'156	185'52
2'042	195'88	2'100	190'47	2'158	185'35
2'044	195'68	2'102	190'29	2'160	185'18
2'046	195'50	2'104	190'12	2'162	185'01
2'048	195'31	2'106	189'93	2'164	184'84
2'050	195'12	2'108	189'75	2'166	184'67
2'052	194'93	2'110	189'57	2'168	184'50
2'054	194'74	2'112	189'39	2'170	184'33
2'056	194'55	2'114	189'21	2'172	184'16

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2'174	183'99	2'232	179'21	2'290	174'67
2'176	183'82	2'234	179'05	2'292	174'52
2'178	183'65	2'236	178'89	2'294	174'36
2'180	183'48	2'238	178'73	2'296	174'21
2'182	183'31	2'240	178'57	2'298	174'06
2'184	183'15	2'242	178'41	2'300	173'91
2'186	182'98	2'244	178'25	2'302	173'76
2'188	182'81	2'246	178'09	2'304	173'61
2'190	182'64	2'248	177'93	2'306	173'46
2'192	182'48	2'250	177'77	2'308	173'31
2'194	182'31	2'252	177'61	2'310	173'16
2'196	182'14	2'254	177'46	2'312	173'01
2'198	181'98	2'256	177'30	2'314	172'86
2'200	181'81	2'258	177'14	2'316	172'71
2'202	181'65	2'260	176'99	2'318	172'56
2'204	181'48	2'262	176'83	2'320	172'41
2'206	181'32	2'264	176'67	2'322	172'26
2'208	181'15	2'266	176'52	2'324	172'11
2'210	180'99	2'268	176'36	2'326	171'96
2'212	180'83	2'270	176'21	2'328	171'82
2'214	180'66	2'272	176'05	2'330	171'67
2'216	180'50	2'274	175'90	2'332	171'52
2'218	180'34	2'276	175'74	2'334	171'37
2'220	180'18	2'278	175'59	2'336	171'23
2'222	180'01	2'280	175'43	2'338	171'08
2'224	179'85	2'282	175'28	2'340	170'94
2'226	179'69	2'284	175'13	2'342	170'79
3'228	179'53	2'286	174'97	2'344	170'64
2'230	179'37	2'288	174'82	2'346	170'50

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2 348	170'35	2 415	165'63	2 560	156'25
2 350	170'21	2 420	165'28	2 565	155'94
2 352	170'07	2 425	164'94	2 570	155'64
2 354	169'92	2 430	164'60	2 575	155'33
2 356	169'77	2 435	164'27	2 580	155'03
2 358	169'63	2 440	163'93	2 585	154'73
2 360	169'49	2 445	163'59	2 590	154'44
2 362	169'34	2 450	163'26	2 595	154'14
2 364	169'20	2 455	162'93	2 600	153'84
2 366	169'06	2 460	162'60	2 605	153'55
2 368	168'91	2 465	162'27	2 610	153'25
2 370	168'77	2 470	161'94	2 615	152'96
2 372	168'63	2 475	161'61	2 620	152'67
2 374	168'49	2 480	161'29	2 625	152'38
2 376	168'35	2 485	160'96	2 630	152'09
2 378	168'20	2 490	160'64	2 635	151'80
2 380	168'06	2 495	160'32	2 640	151'51
2 382	167'92	2 500	160'00	2 645	151'22
2 384	167'78	2 505	159'68	2 650	150'94
2 386	167'64	2 510	159'36	2 655	150'65
2 388	167'50	2 515	159'04	2 660	150'37
2 390	167'36	2 520	158'73	2 665	150'09
2 392	167'22	2 525	158'41	2 670	149'81
2 394	167'08	2 530	158'10	2 675	149'53
2 396	166'94	2 535	157'79	2 680	149'25
2 398	166'80	2 540	157'48	2 685	148'97
2 400	166'66	2 545	157'17	2 690	148'69
2 405	166'32	2 550	156'86	2 695	148'42
2 410	165'97	2 555	156'55	2 700	148'14

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
2 705	147'87	2 850	140'35	2'995	133'55
2 710	147'60	2 855	140'10	3'000	133'33
2 715	147'32	2 860	139'86	3'005	133'11
2 720	147'05	2 865	139'61	3'010	132'89
2 725	146'78	2 870	139'37	3'015	132'66
2 730	146'52	2 875	139'13	3'020	132'45
2 735	146'25	2 880	138'88	3'025	132'23
2 740	145'98	2 885	138'64	3'030	132'01
2 745	145'71	2 890	138'40	3'035	131'79
2 750	145'45	2 895	138'16	3'040	131'57
2 755	145'19	2 900	137'93	3'045	131'36
2 760	144'92	2 905	137'69	3'050	131'14
2 765	144'66	2 910	137'45	3'055	130'93
2 770	144'40	2 915	137'22	3'060	130'71
2 775	144'14	2 920	136'98	3'065	130'50
2 780	143'88	2 925	136'75	3'070	130'29
2 785	143'62	2 930	136'51	3'075	130'08
2 790	143'36	2 935	136'28	3'080	129'87
2 795	143'11	2 940	136'05	3'085	129'65
2 800	142'85	2 945	135'82	3'090	129'44
2 805	142'60	2 950	135'59	3'095	129'24
2 810	142'34	2 955	135'36	3'100	129'03
2 815	142'09	2 960	135'13	3'105	128'82
2 820	141'84	2 965	134'90	3'110	128'61
2 825	141'59	2 970	134'67	3'115	128'41
2 830	141'34	2 975	134'45	3'120	128'20
2 835	141'09	2 980	134'22	3'125	128'00
2 840	140'84	2 985	134'00	3'130	127'79
2 845	140'59	2 990	133'77	3'135	127'59

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
3'140	127'38	3'285	121'76	3'430	116'61
3'145	127'18	3'290	121'58	3'435	116'44
3'150	126'98	3'295	121'39	3'440	116'27
3'155	126'78	3'300	121'21	3'445	116'11
3'160	126'58	3'305	121'02	3'450	115'94
3'165	126'38	3'310	120'84	3'455	115'77
3'170	126'18	3'315	120'66	3'460	115'60
3'175	125'98	3'320	120'48	3'465	115'44
3'180	125'78	3'325	120'30	3'470	115'27
3'185	125'58	3'330	120'12	3'475	115'10
3'190	125'39	3'335	119'94	3'480	114'94
3'195	125'19	3'340	119'76	3'485	114'77
3'200	125'00	3'345	119'58	3'490	114'61
3'205	124'80	3'350	119'40	3'495	114'44
3'210	124'61	3'355	119'22	3'500	114'28
3'215	124'41	3'360	119'04	3'505	114'12
3'220	124'22	3'365	118'87	3'510	113'96
3'225	124'03	3'370	118'69	3'515	113'79
3'230	123'83	3'375	118'51	3'520	113'63
3'235	123'64	3'380	118'34	3'525	113'47
3'240	123'45	3'385	118'16	3'530	113'31
3'245	123'26	3'390	117'99	3'535	113'15
3'250	123'07	3'395	117'82	3'540	112'99
3'255	122'88	3'400	117'64	3'545	112'83
3'260	122'69	3'405	117'47	3'550	112'67
3'265	122'51	3'410	117'29	3'555	112'51
3'270	122'32	3'415	117'13	3'560	112'35
3'275	122'13	3'420	116'95	3'565	112'20
3'280	121'95	3'425	116'78	3'570	112'04

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
3'575	111'88	3'720	107'52	3'865	103'49
3'580	111'73	3'525	107'38	3'870	103'36
3'585	111'57	3'730	107'23	3'875	103'22
3'590	111'42	3'735	107'09	3'880	103'08
3'595	111'26	3'740	106'95	3'885	102'96
3'600	111'11	3'745	106'80	3'890	102'83
3'605	110'95	3'750	106'66	3'895	102'69
3'610	110'80	3'755	106'52	3'900	102'56
3'615	110'65	3'760	106'38	3'905	102'43
3'620	110'49	3'765	106'24	3'910	102'30
3'625	110'34	3'770	106'10	3'915	102'17
3'630	110'19	3'775	105'96	3'920	202'04
3'635	110'04	3'780	105'82	3'925	101'91
3'640	109'89	3'785	105'68	3'930	101'78
3'645	109'73	3'790	105'54	3'935	101'65
3'650	109'58	3'795	105'40	2'940	101'52
3'655	109'43	3'800	105'26	2'945	101'39
3'660	109'28	3'805	105'12	3'950	101'26
3'665	109'14	3'810	104'98	3'955	101'13
3'670	108'99	3'815	104'84	3'960	101'01
3'675	108'84	3'820	104'71	3'965	100'88
3'680	108'69	3'825	104'57	3'970	100'75
3'685	108'54	3'830	104'43	3'975	100'62
3'690	108'40	3'835	104'30	3'980	100'50
3'695	108'25	3'840	104'16	3'985	100'37
3'700	108'10	3'845	104'03	3'990	100'25
3'705	107'96	3'850	103'89	3'995	100'12
3'710	107'81	3'855	103'76	4'000	100'00
3'715	107'67	3'860	103'62	4'005	99'87

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
4'010	99'75	4'155	96'26	4'400	90'90
4'015	99'62	4'160	96'15	4'410	90'70
4'020	99'50	4'165	96'03	4'420	90'49
4'025	99'37	4'170	95'92	4'430	90'29
4'030	99'25	4'175	95'80	4'440	90'09
4'035	99'13	4'180	95'69	4'450	89'88
4'040	99'00	4'185	95'57	4'460	89'68
4'045	98'88	4'190	95'46	4'470	89'48
4'050	98'76	4'195	95'35	4'480	89'28
4'055	98'64	4'200	95'23	4'490	89'08
4'060	98'52	4'210	95'01	4'500	88'88
4'065	98'40	4'220	94'78	4'510	88'69
4'070	98'28	4'230	94'56	4'520	88'49
4'075	98'15	4'240	94'33	4'530	88'30
4'080	98'03	4'250	94'11	4'540	88'10
4'085	97'91	4'260	93'89	4'550	87'91
4'090	97'79	4'270	93'67	4'560	87'71
4'095	97'68	4'280	93'45	4'570	87'52
4'100	97'56	4'290	93'24	4'580	87'33
4'105	97'44	4'300	93'02	4'590	87'14
4'110	97'32	4'310	92'80	4'600	86'95
4'115	97'20	4'320	92'59	4'610	86'76
4'120	97'08	4'330	92'37	4'620	86'58
4'125	96'96	4'340	92'16	4'630	86'39
4'130	96'85	4'350	91'95	4'640	86'20
4'135	96'73	4'360	91'74	4'650	86'02
4'140	96'61	4'370	91'53	4'660	85'83
4'145	96'50	4'380	91'32	4'670	85'65
4'150	96'38	4'390	91'11	4'680	85'47

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
4'690	85'29	4'980	80'32	5'270	75'90
4'700	85'10	4'990	80'16	5'280	75'75
4'710	84'92	5'000	80'00	5'290	75'61
4'720	84'74	5'010	79'84	5'300	75'47
4'730	84'56	5'020	79'68	5'310	75'32
4'740	84'38	5'030	79'52	5'320	75'18
4'750	84'21	5'040	79'36	5'330	75'04
4'760	84'03	5'050	79'20	5'340	74'90
4'770	83'85	5'060	79'05	5'350	74'76
4'780	83'68	5'070	78'89	5'360	74'62
4'790	83'50	5'080	78'74	5'370	74'48
4'800	83'33	5'090	78'58	5'380	74'34
4'810	83'16	5'100	78'43	5'390	74'20
4'820	82'98	5'110	78'27	5'400	74'07
4'830	82'81	5'120	78'12	5'410	73'93
4'840	82'64	5'130	77'97	5'420	73'80
4'850	82'47	5'140	77'82	5'430	73'66
4'860	82'30	5'150	77'66	5'440	73'52
4'870	82'13	5'160	77'51	5'450	73'39
4'880	81'96	5'170	77'36	5'460	73'26
4'890	81'79	5'180	77'22	5'470	73'12
4'900	81'63	5'190	77'07	5'480	72'99
4'910	81'46	5'200	76'92	5'490	72'85
4'920	81'30	5'210	76'77	5'500	72'72
4'930	81'13	5'220	76'62	5'510	72'59
4'940	80'97	5'230	76'48	5'520	72'46
4'950	80'80	5'240	76'33	5'530	72'33
4'960	80'64	5'250	76'19	5'540	72'20
4'970	80'48	5'260	76'04	5'550	72'07

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
5'560	71'94	5'925	67'51	6'360	62'89
5'570	71'81	5'940	67'34	6'375	62'74
5'580	71'68	5'955	67'17	6'390	62'59
5'590	71'55	5'970	67'00	6'405	62'45
5'600	71'42	5'985	66'83	6'420	62'30
5'610	71'30	6'000	66'66	6'435	62'16
5'620	71'17	6'015	66'50	6'450	62'01
5'630	71'04	6'030	66'33	6'465	61'88
5'640	70'92	6'045	66'16	6'480	61'72
5'650	70'79	6'060	66'00	6'495	61'58
5'660	70'67	6'075	65'84	6'510	61'44
5'670	70'54	6'090	65'68	6'525	61'30
5'680	70'42	6'105	65'52	6'540	61'16
5'690	70'29	6'120	65'35	6'555	61'02
5'700	70'17	6'135	65'19	6'570	60'88
5'715	69'99	6'150	65'04	6'585	60'74
5'730	69'80	6'165	64'88	6'600	60'60
5'745	69'62	6'180	64'72	6'615	60'46
5'760	69'44	6'195	64'56	6'630	60'33
5'775	69'26	6'210	64'40	6'645	60'19
5'790	69'08	6'225	64'25	6'660	60'06
5'805	68'90	6'240	64'10	6'675	59'91
5'820	68'72	6'255	63'94	6'690	59'79
5'835	68'55	6'270	63'79	6'705	59'65
5'850	68'37	6'285	63'64	6'720	59'52
5'865	68'20	6'300	63'49	6'735	59'39
5'880	68'02	6'315	63'34	6'750	59'25
5'895	67'85	6'330	63'19	6'765	59'12
5'910	67'68	6'345	63'04	6'780	58'99

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
6'795	58'86	7'230	55'32	7'720	51'81
6'810	58'73	7'245	55'20	7'740	51'67
6'825	58'60	7'260	55'09	7'760	51'54
6'840	58'47	7'275	54'98	7'780	51'41
6'855	58'35	7'290	54'86	7'800	51'28
6'870	58'22	7'305	54'75	7'820	51'15
6'885	58'09	7'320	54'64	7'840	51'02
6'900	57'97	7'335	54'53	7'860	50'89
6'915	57'84	7'350	54'42	7'880	50'76
6'930	57'72	7'365	54'31	7'900	50'63
6'945	57'59	7'380	54'20	7'920	50'50
6'960	57'47	7'395	54'09	7'940	50'37
6'975	57'34	7'410	53'98	7'960	50'24
6'990	57'22	7'425	53'87	7'980	50'12
7'005	57'10	7'440	53'76	8'000	50'00
7'020	56'98	7'455	53'65	8'020	49'87
7'035	56'85	7'470	53'54	8'040	49'75
7'050	56'73	7'485	53'43	8'060	49'62
7'065	56'61	7'500	53'33	8'080	49'50
7'080	56'49	7'520	53'19	8'100	49'38
7'095	56'37	7'540	53'05	8'120	49'26
7'110	56'25	7'560	52'91	8'140	49'13
7'125	56'14	7'580	52'77	8'160	49'01
7'140	56'02	7'600	52'63	8'180	48'89
7'155	55'90	7'620	52'49	8'200	48'78
7'170	55'78	7'640	52'35	8'220	48'66
7'185	55'67	7'660	52'21	8'240	48'54
7'200	55'55	7'680	52'08	8'260	48'42
7'215	55'44	7'700	51'94	8'280	48'30

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
8'300	48'19	8'880	45'04	9'690	41'27
8'320	48'07	8'900	44'94	9'720	41'14
8'340	47'96	8'920	44'84	9'750	41'02
8'360	47'84	8'940	44'74	9'780	40'89
8'380	47'73	8'960	44'64	9'810	40'77
8'400	47'61	8'980	44'54	9'840	40'65
8'420	47'50	9'000	44'44	9'870	40'52
8'440	47'39	9'030	44'29	9'900	40'40
8'460	47'28	9'060	44'15	9'930	40'28
8'480	47'16	9'090	44'00	9'960	40'16
8'500	47'05	9'120	43'85	9'990	40'04
8'520	46'94	9'150	43'71	10'020	39'92
8'540	46'83	9'180	43'57	10'050	39'80
8'560	46'72	9'210	43'43	10'080	39'68
8'580	46'61	9'240	43'29	10'110	39'56
8'600	46'51	9'270	43'14	10'140	39'44
8'620	46'40	9'300	43'01	10'170	39'33
8'640	46'29	9'330	42'87	10'200	39'21
8'660	46'18	9'360	42'73	10'230	39'10
8'680	46'08	9'390	42'59	10'260	38'98
8'700	45'97	9'420	42'46	10'290	38'87
8'720	45'37	9'450	42'32	10'320	38'76
8'740	45'76	9'480	42'19	10'350	38'64
8'760	45'66	9'510	42'06	10'380	38'53
8'780	45'55	9'540	41'92	10'410	38'42
8'800	45'45	9'570	41'79	10'440	38'31
8'820	45'35	9'600	41'66	10'470	38'20
8'840	45'24	9'630	41'53	10'500	38'09
8'860	45'14	9'660	41'40	10'530	37'98

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
10 560	37'87	11 430	34'99	12 300	32'52
10 590	37'77	11 460	34'90	12 330	32'44
10 620	37'66	11 490	34'80	12 360	32'36
10 650	37'55	11 520	34'72	12 390	32'28
10 680	37'45	11 550	34'63	12 420	32'20
10 710	37'34	11 580	34'54	12 450	32'12
10 740	37'24	11 610	34'45	12 480	32'05
10 770	37'14	11 640	34'36	12 510	31'97
10 800	37'03	11 670	34'27	12 540	31'89
10 830	36'93	11 700	34'18	12 570	31'82
10 860	36'83	11 730	34'10	12 600	31'74
10 890	36'73	11 760	34'01	12 630	31'67
10 920	36'63	11 790	33'92	12 660	31'59
10 950	36'52	11 820	33'84	12 690	31'52
10 980	36'42	11 850	33'75	12 720	31'44
11 010	36'33	11 880	33'67	12 750	31'37
11 040	36'23	11 910	33'58	12 780	31'29
11 070	36'13	11 940	33'50	12 810	31'22
11 100	36'03	11 970	33'41	12 840	31'15
11 130	35'93	12 000	33'33	12 870	31'08
11 160	35'84	12 030	33'25	12 900	31'00
11 190	35'74	12 060	33'16	12 930	30'93
11 220	35'65	12 090	33'08	12 960	30'86
11 250	35'55	12 120	33'00	12 990	30'79
11 280	35'46	12 150	32'92	13 020	30'72
11 310	35'36	12 180	32'84	13 050	30'65
11 340	35'27	12 210	32'76	13 080	30'58
11 370	35'18	12 240	32'67	13 110	30'51
11 400	35'08	12 270	32'59	13 140	30'44

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
13'170	30'37	14'600	27'39	16'050	24'92
13'200	30'30	14'650	27'30	16'100	24'84
13'250	30'18	14'700	27'21	16'150	24'76
13'300	30'07	14'750	27'11	16'200	24'69
13'350	29'96	14'800	27'02	16'250	24'61
13'400	29'85	14'850	26'93	16'300	24'53
13'450	29'73	14'900	26'84	16'350	24'46
13'500	29'62	14'950	26'75	16'400	24'39
13'550	29'52	15'000	26'66	16'450	24'31
13'600	29'41	15'050	26'57	16'500	24'24
13'650	29'30	15'100	26'49	16'550	24'16
13'700	29'19	15'150	26'40	16'600	24'09
13'750	29'09	15'200	26'31	16'650	24'02
13'800	28'98	15'250	26'22	16'700	23'95
13'850	28'88	15'300	26'14	16'750	23'87
13'900	28'77	15'350	26'05	16'800	23'80
13'950	28'67	15'400	25'97	16'850	23'73
14'000	28'57	15'450	25'88	16'900	23'66
14'050	28'46	15'500	25'80	16'950	23'59
14'100	28'36	15'550	25'72	17'000	23'52
14'150	28'26	15'600	25'64	17'050	23'45
14'200	28'16	15'650	25'55	17'100	23'39
14'250	28'07	15'700	25'47	17'150	23'32
14'300	27'97	15'750	25'39	17'200	23'25
14'350	27'87	15'800	25'31	17'250	23'18
14'400	27'77	15'850	25'23	17'300	23'12
14'450	27'68	15'900	25'15	17'350	23'05
14'500	27'58	15'950	25'07	17'400	22'98
14'550	27'49	16'000	25'00	17'450	22'91

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
17'500	22'85	18 950	21'10	20'400	19'60
17'550	22'78	19'000	21'05	20 450	19'55
17'600	22'72	19'050	20'99	20'500	19'51
17'650	22'65	19'100	20'94	20 550	19'46
17'700	22'59	19'150	20'88	20'600	19'41
17'750	22'53	19'200	20'83	20 650	19'36
17'800	22'47	19'250	20'77	20'700	19'32
17'850	22'40	19'300	20'72	20'750	19'27
17'900	22'34	19'350	20'67	20'800	19'23
17'950	22'28	19'400	20'61	20'850	19'18
18'000	22'22	19'450	20'56	20 900	19'13
18'050	22'15	19'500	20'51	20'950	19'09
18'100	22'09	19'550	20'45	21'000	19'04
18 150	22'03	19'600	20'40	21'050	19'00
18'200	21'97	19'650	20'35	21'100	18'95
18'250	21'91	19'700	20'30	21'150	18'91
18'300	21'85	19'750	20'25	21'200	18'86
18'350	21'79	19'800	20'20	21'250	18'82
18'400	21'73	19'850	20'15	21 300	18'77
18'450	21'67	19'900	20'10	21'350	18'73
18'500	21'62	19'950	20'05	21'400	18'69
18'550	21'56	20'000	20'00	21'450	18'64
18'600	21'50	20'050	19'95	21'500	18'60
18'650	21'44	20'100	19'90	21'550	18'56
18'700	21'39	20'150	19'85	21'600	18'51
18'750	21'33	20'200	19'80	21'650	18'47
18'800	21'27	20'250	19'75	21'700	18'43
18'850	21'21	20'300	19'70	21'750	18'39
18'900	21'16	20'350	19'65	21'800	18'34

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
21'850	18'30	23'300	17'16	24'750	16'16
21'900	18'26	23'350	17'12	24'800	16'12
21'950	18'22	23'400	17'09	24'850	16'09
22'000	18'18	23'450	17'05	24'900	16'06
22'050	18'14	23'500	17'02	24'950	16'03
22'100	18'09	23'550	16'98	25'000	16'00
22'150	18'05	23'600	16'94	25'050	15'96
22'200	18'01	23'650	16'91	25'100	15'93
22'250	17'97	23'700	16'87	25'150	15'90
22'300	17'93	23'750	16'83	25'200	15'87
22'350	17'89	23'800	16'80	25'250	15'84
22'400	17'85	23'850	16'77	25'300	15'81
22'450	17'81	23'900	16'73	25'350	15'77
22'500	17'77	23'950	16'70	25'400	15'74
22'550	17'73	24'000	16'66	25'450	15'71
22'600	17'69	24'050	16'63	25'500	15'68
22'650	17'65	24'100	16'59	25'550	15'65
22'700	17'62	24'150	16'56	25'600	15'62
22'750	17'58	24'200	16'52	25'650	15'59
22'800	17'54	24'250	16'49	25'700	15'56
22'850	17'50	24'300	16'46	25'750	15'53
22'900	17'46	24'350	16'42	25'800	15'50
22'950	17'42	24'400	16'39	25'850	15'47
23'000	17'39	24'450	16'35	25'900	15'44
23'050	17'35	24'500	16'32	25'950	15'41
23'100	17'31	24'550	16'29	26'000	15'38
23'150	17'27	24'600	16'26	26'050	15'35
23'200	17'24	24'650	16'22	26'100	15'32
23'250	17'20	24'700	16'19	26'150	15'29

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
26'200	15'26	27'650	14'46	29'100	13'74
26'250	15'23	27'700	14'44	29'150	13'72
26'300	15'20	27'750	14'41	29'200	13'69
26'350	15'18	27'800	14'38	29'250	13'67
26'400	15'15	27'850	14'36	29'300	13'65
26'450	15'12	27'900	14'33	29'350	13'62
26'500	15'09	27'950	14'31	29'400	13'60
26'550	15'06	28'000	14'28	29'450	13'58
26'600	15'03	28'050	14'26	29'500	13'55
26'650	15'00	28'100	14'23	29'550	13'53
26'700	14'98	28'150	14'20	29'600	13'51
26'750	14'95	28'200	14'18	29'650	13'49
26'800	14'92	28'250	14'15	29'700	13'46
26'850	14'89	28'300	14'13	29'750	13'44
26'900	14'86	28'350	14'10	29'800	13'42
26'950	14'84	28'400	14'08	29'850	13'40
27'000	14'81	28'450	14'05	29'900	13'37
27'050	14'78	28'500	14'03	29'950	13'35
27'100	14'76	28'550	14'01	30'000	13'33
27'150	14'73	28'600	13'98	30'500	13'11
27'200	14'70	28'650	13'96	31'000	12'90
27'250	14'67	28'700	13'93	31'500	12'69
27'300	14'65	28'750	13'91	32'000	12'50
27'350	14'62	28'800	13'88	32'500	12'30
27'400	14'59	28'850	13'86	33'000	12'12
27'450	14'57	28'900	13'84	33'500	11'94
27'500	14'54	28'950	13'81	34'000	11'76
27'550	14'51	29'000	13'79	34'500	11'59
27'600	14'49	29'050	13'76	35'000	11'42

Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.	Diferencia de tangentes.	Distancias.
35'500	11'26	37'500	10'66	39'500	10'12
36'000	11'11	38'000	10'52	40'000	10'00
36'500	10'95	38'500	10'38	45'000	8'88
37'000	10'81	39'000	10'25	50'000	8'00

MODELOS DE LAS LIBRETAS

QUE SE EMPLEAN EN LOS TRABAJOS DE CAMPO

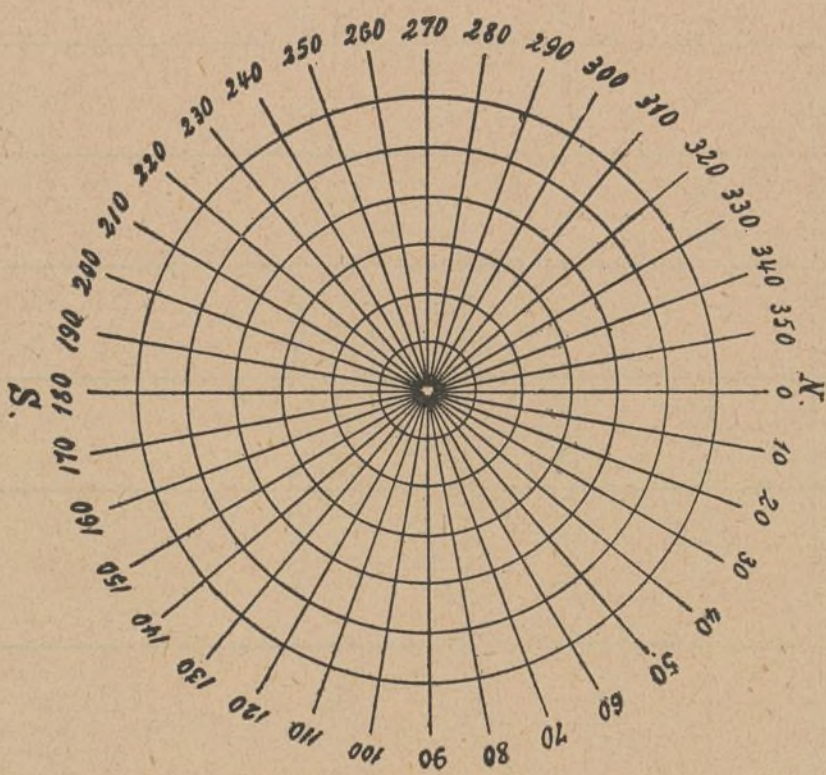
Modelo n.º 1.—ESTADIA

[illegible]

(Página en blanco destinada á consignar datos diversos referentes á la zona en que debe emplazarse el trazado)

Modelo n.º 2.

Croquis de la Estación



Modelo n.º 3.—TRAZADO Ó BASE DE OPERACIONES

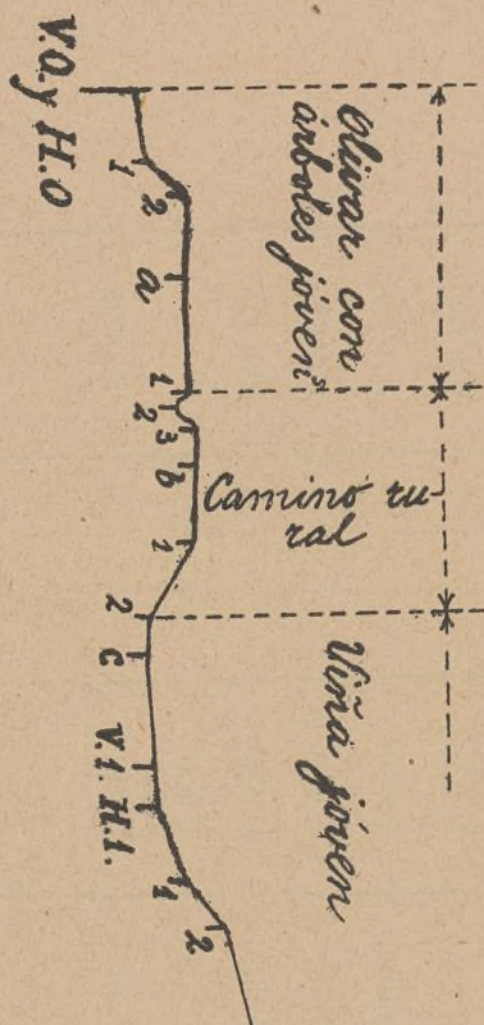
Vértices (1)	Rumbos leídos (2)	Correcciones de orientación (3)	Rumbos corregidos (4)	Angulos directos (5)	Distancia entre los vértices (6)	COORDENADAS PARCIALES						COORDENADAS A PARTIR DEL ORIGEN		
						x		y		z		X (13)	Y (14)	Z (15)
						+	-	+	-	+	-			
					(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)				
V. 0, V. 1.	50°				90,80	69,56	»	58,36	»	2,20	»	69,56	58,36	350,00
V. 1.	230° 10'	- 0° 10'	230°	130°	110,10	98,58	»	»	17,38	4,50	»	168,14	40,98	352,20
V. 2.	100° 10'	- 0° 10'	100°											
	279° 40'	+ 0° 20'	280°	98°	50,00	»	1,74	»	49,97	»	3,40	166,40	- 8,59	353,30
V. 3.	181° 40'	+ 0° 20'	182°											
	2° 25'	- 0° 25'	2°	88°	60,00	»	59,85	4,18	»	2,10	»	106,55	- 6,89	355,40
	274° 25'	- 0° 25'	274°											

(Página destinada á los croquis.)

Modelo n.º 4 —PIQUETAJE

Puntos (1)	DISTANCIAS			OBSERVACIONES
	Parciales (2)	Al origen (3)	Entre los vértices (4)	
V.O. y H.O.	»	»		
1	10,10	10,10		
2	4,30	14,40		
a	10,60	25,00		
1	14,00	39,00		
2	1,50	40,50		Fondo cuneta
3	1,50	42,00		
b	8,00	50,00		Camino rural
1	10,00	60,00		
2	9,30	69,30		
c	5,70	75,00		
V. l.	15,80	90,80	90,80	
H. l.	9,20	100,00		

(Página destinada á los croquis)



Modelo n.º 5.—NIVELACION

Puntos nivelados	DISTANCIAS		Alturas de mira (4)	COTAS CALCULADAS		OBSERVACIONES (7)
	Entre los puntos (2)	Al origen (3)		De los planos de mira (5)	De cada punto (6)	
V. O.	»		3,200	353,200	350,000	Cota del origen.
1	20,00	20,00	2,540		350,660	
2	2,60	22,60	2,120		351,080	
a	2,40	25,00	2,100		351,100	
1	16,45	41,45	1,010		352,190	
2	4,15	45,60	0,325		352,875	
2	»		4,000	356,875		
b	4,40	50,00	3,140		353,735	

(Página destinada á los croquis.)

LEGISLACIÓN

REAL DECRETO DEL MINISTERIO DE HACIENDA PARA EL DESCUBRIMIENTO DE LA RIQUEZA OCULTA.

(Gaceta del 4 de Febrero de 1893.)

EXPOSICIÓN

SEÑORA: La inspección de las contribuciones, impuestos, rentas y derechos del Estado, ha sido entre nosotros tan deficiente, que bien puede afirmarse que los funcionarios á quienes tal servicio se encomienda no hacen otra cosa que comprobar la exactitud de los partes dados por los industriales al abrir ó cerrar sus establecimientos y procurar con celo más ó menos diligente que los que ejercen profesiones, artes ú oficios, paguen su correspondiente cuota.

Ni la industria fabril manufacturera, que es verdaderamente importante y debe producir al Tesoro considerables rendimientos, está convenientemente fiscalizada, ni se hace gestión alguna para descubrir las ocultaciones que en la contribución territorial existen, ni el impuesto sobre alcoholes puede sujetarse á una constante y técnica investigación.

No es esto culpa de las oficinas provinciales de Hacienda, ni tampoco del personal del cuerpo de investigadores. Depende exclusiva, ó á lo menos principalmente, de la mala organización del servicio.

Para juzgar de la riqueza imponible en la contribución territorial y para determinar lo que una finca es susceptible de producir, se necesitan estudios y conocimientos que no tienen seguramente, y que no es fácil que adquieran los que no se han dedicado á tal ramo del saber. Y la capacidad de una caldera, la fuerza de los varios agentes que utiliza la industria, la graduación y análisis de líquidos espirituosos, la fijación, en una palabra, de los elementos contributivos de una fábrica, no pueden calcularse por personas imperitas. Es decir, que no se inspecciona la contribución territorial porque la Hacienda no tiene á su servicio ingenieros agrónomos ni arquitectos, y se inspecciona mal la contribución industrial y el impuesto sobre alcoholes, porque se dispone tan sólo de diez ingenieros industriales que, únicamente gozando del don de la ubicuidad podrían realizar el servicio que están llamados á prestar. En cambio existen 230 investigadores que no tienen conocimiento técnico alguno, y que por tal motivo limitan sus trabajos á la comprobación de las industrias no comprendidas en la tarifa 3.^a.

Si en las provincias hubiese ingenieros industriales, ingenieros agrónomos y arquitectos dedicados á la investigación de riqueza contributiva oculta, á la formación de estadísticas de los impuestos y rentas del Estado, al estudio de las causas que determinan la decadencia ó la prosperidad de la producción en sus diversos órdenes y manifestaciones y al exámen y despacho de los asuntos económicos propios y peculiares de su especialidad; sobre que se aumentarían grandemente los ingresos del Tesoro por el descubrimiento de importantes defraudaciones, se lograría dotar á la administración de un personal competente que podría entender en multitud de asuntos que requieren conocimientos técnicos.

Es claro que la comprobación de pequeñas industrias y de actos administrativos para cuyo conocimiento no se necesitan estudios especiales, no debe encomendarse á los ingenieros y arquitectos; y salta también á la vista que en determinadas épocas del año el personal facultativo resultará escaso, por numeroso que sea, para despachar

con la prontitud debida la multitud de asuntos en que ha de entender.

Para salvar hasta donde sea posible esta dificultad, así como para evitar que los ingenieros se vean precisados á intervenir personalmente en todos los actos administrativos sujetos á investigación, se mantiene un número reducido de inspectores subalternos con práctica administrativa, se autoriza á los delegados de Hacienda para que siempre que lo estimen necesario elijan bajo su responsabilidad el personal de las administraciones que haya de practicar funciones de comprobación, y se nombra para auxiliar en los trabajos técnicos á los ingenieros y arquitectos un determinado número de peritos agrícolas, de peritos mecánicos y de maestros de obras con título.

Organizando de este modo la inspección, concediendo al personal que la constituya, además del sueldo, la participación en las multas que señalan los respectivos reglamentos; abonando á sus funcionarios dietas y gastos de locomoción cuando para desempeñar comisiones del servicio se ausenten de la localidad en que tienen su residencia permanente; imponiéndoles el deber de dar cuenta á la inspección central de cuantos trabajos realicen; asegurando por nuevos procedimientos la rapidez en el despacho de los expedientes de investigación cuyo término es la honrada recompensa del funcionario celoso á quien es justo reenumerar; y dándoles completas seguridades de que no sólo han de ser respetados en sus puestos, mientras su gestión sea leal, inteligente y activa, sino que han de lograr los ascensos á que por su comportamiento se hagan acreedores, se crea en reemplazo del actual organismo, otro que por la posición social de las personas que lo constituyen, por la educación científica que han recibido, por los deberes que su título profesional les impone, y por las garantías de estabilidad que se les otorga, ha de cumplir ciertamente la importantísima misión que está llamado á desempeñar.

En dos principales partes puede considerarse ésta dividida: una la comprobación de las declaraciones que los contribuyentes presentarán, otra el descubrimiento de la riqueza oculta. Para realizar la primera basta actividad y honradez. No hay, pues, razón alguna que justifique el retraso en tal servicio, que ha de ser incesante. Para lograr la segunda es preciso adquirir datos, consultar estadísticas y formar trabajos que, ó no están hechos, ó si lo están resultan incompletos y deficientes. Un verdadero padrón industrial en el que se expresen, por orden alfabético de calles y por correlativa numeración en cada una, la tarifa, clase y número en que figura y en que debe figurar todo aquel que ejerce profesión, arte ó industria, otro padrón de la riqueza urbana en que se haga constar también por orden alfabético de calles y por rigurosa numeración en ellas, el valor de venta y renta con que aparece y debe aparecer amillarada cada finca, y un detenido estudio, por lo que hace relación á la riqueza rústica, de los trabajos hechos y que continúan haciendo el Instituto Geográfico y Estadístico y la Junta Consultiva agronómica, de los cuales hasta ahora parece haberse prescindido sin razón justificada, son los materiales de que se ha de valer el cuerpo de inspectores para el desempeño de su más interesante función, en la seguridad de obtener provechosos resultados en sus sucesivas gestiones.

Aparte de estos deberes especiales, los ingenieros, arquitectos y peritos de la Hacienda pueden prestar á ésta interesantes servicios, auxiliando á los funcionarios de la recaudación en todos aquellos asuntos que se relacionen con su especialidad y en los cuales estimen conveniente ó necesario oír su informe la inspección, los delegados ó los administradores.

El cálculo de las cantidades de carbón de piedra y carbón de cok que traen los buques incompletamente cargados, el examen de los petróleos brutos y otros aceites, también brutos, derivados de los exquitos; el análisis de otros metales y sus aleaciones, principalmente

aquella en que entra el cobre, así como el de los plomos y litargidios que se exportan; el examen de los aceites, los colores, los productos no expresados en el arancel, las féculas de uso industrial y las grasas animales; el aforo de las máquinas; el arqueo de buques; la determinación de si las harinas que se presentan al despacho proceden ó no del trigo, y otras varias operaciones que por las aduanas se practican, y que se relacionan con diversos impuestos establecidos, pueden ser consultados á los inspectores periciales, que no precisamente crea, sino que trata de organizar el ministro que suscribe.

Existen 22 ingenieros industriales directores de los laboratorios de análisis en las aduanas, los cuales carecen de funciones propias y aun de medios para desempeñar lo que por razón de su pericia les incumbirían, en tanto que el establecimiento del nuevo impuesto sobre los alcoholes exige á cada paso la intervención de funcionarios periciales, que la Administración no tiene sino en 10 capitales de provincia. Urge, pues, dar á estos 22 funcionarios un destino más conforme á las necesidades del servicio público, incluyéndolos desde luego, aunque provisionalmente, en el cuerpo técnico de inspectores y utilizando sus conocimientos en forma más reproductiva para la Administración.

De esta suerte constituido el cuerpo de inspectores de provincia, en dos solos artículos del presupuesto se obtiene una economía de 87,500 pesetas; que, si no es la única, ni quizá la principal razón de una reforma, reclamada por motivos de índole muy diversa, representa, dadas las circunstancias presentes y el reducido crédito concedido para estos servicios, una cifra no despreciable.

Si el adjunto proyecto merece la aprobación de V. M., el ministro que tiene la honra de presentarlo proveerá por concurso todas las plazas del personal facultativo y administrativo de que se debe componer la inspección provincial de Hacienda. Puede muy bien ocurrir que los solicitantes de estos puestos ó no completen el número total que comprende la plantilla ó no tengan las condiciones legales exigidas por la ley de 21 de Julio de 1876. En tal caso será preciso escoger de entre los actuales investigadores aquellos de mejores y más acreditados servicios, ó sustituir los ingenieros ó peritos de la especialidad cuya plantilla no puede llenarse por los ingenieros ó peritos de los otros cuerpos.

De todas suertes, y aun cuando la reforma, que no ha de empezar á regir íntegramente hasta 1.º del próximo mes de Abril, exija la inmediata cesación de buena parte del personal no facultativo hoy existente, el servicio en nada se ha de resentir, toda vez que los delegados de Hacienda pueden acordar en cualquier tiempo cuantas visitas de comprobación consideren necesarias, valiéndose de los empleados administrativos á sus órdenes ó de los mismos cesantes que merezcan su confianza. Para que esto sea más fácil se reforzará el modesto crédito de pesetas 100,000, abierto con este objeto en el capítulo séptimo artículo único del presupuesto, agregándole 66,082 pesetas, importe de los sueldos que habrían devengado los investigadores excedentes en el periodo de la interinidad.

En consecuencia de todo lo expuesto, y de acuerdo con el Consejo de ministros tengo la honra de someter á la aprobación de V. M. el adjunto proyecto de decreto.

Madrid 3 de Febrero de 1893.

Señora: A. L. R. P. de V. M.—*Germán Gamazo.*

REAL DECRETO

En consideración de las razones expuestas por el ministro de Hacienda, de acuerdo con el Consejo de ministros; en nombre de mi augusto hijo el rey don Alfonso XIII, y como Reina Regente del reino, Vengo en decretar lo siguiente:

Art. 1.º Se aprueba la siguiente planta del personal de la inspección provincial de Hacienda pública:

Cuatro ingenieros industriales, jefes de negociado de tercera clase, á 4.000 pesetas.	16.000
Cuatro id. id., oficiales de primera clase, á 3.500.	14 000
Cinco id. id. id., de segunda á 3.000.	15.000
Dieciocho id. id. id., de tercera, á 2.500.	45.000
Ocho ingenieros agrónomos, oficiales de primera clase, á 3.500.	28.000
Ocho id. id. id., de segunda, á 3.000.	24.000
Veinte y nueve id. id. id., de tercera, á 2.500.	72 500
Ocho arquitectos, oficiales de primera clase, á 3.500.	28.000
Ocho id. id., de segunda, á 3.000.	24.000
Diez id. id., de tercera, á 2.500.	25.060
Ocho inspectores administrativos, oficiales de tercera clase, á 2.500.	20.000
Ocho id. id. id., de cuarta, á 2.000.	16.000
Cuarenta y cinco peritos agrícolas, auxiliares de la inspección de Hacienda, oficiales de quinta clase, á 1.500.	67.500
Veinticuatro peritos mecánicos, auxiliares de la Inspección de Hacienda, oficiales de quinta clase, á 1.500.	36 000
Veinticuatro maestros de obras, agrónomos ó aparejadores con título, oficiales de quinta clase, á 1.500.	36.000
Veintinueve auxiliares administrativos de la Inspección, oficiales quintos, á 1.500.	43.500
Suma total.	510.500

Art. 2.º El nombramiento de inspectores técnicos y administrativos y el de los auxiliares de la Inspección provincial se hará, previo concurso entre los que lo soliciten y justifiquen mayores merecimientos á juicio de la Inspección central de Hacienda. Serán preferidos entre los concurrentes los que acrediten mayor número de servicios á la administración, con buenas notas de sus superiores inmediatos. Son aplicables á estos nombramientos las reglas establecidas por la ley de 21 de Julio de 1876 y las demás disposiciones vigentes respecto á incompatibilidad de los empleados públicos.

Art. 3.º Ni los funcionarios periciales y administrativos ni los auxiliares de la Inspección podrán ser destituidos sino en virtud de expediente, en el cual se les oiga previamente. La resolución definitiva de esos expedientes corresponde al ministerio de Hacienda, sin que contra ella quepa recurso alguno. La Inspección central y los delegados de Hacienda podrán suspender provisionalmente de empleo y sueldo á los inspectores y auxiliares de la Inspección provincial; pero deberán instruir expediente, en el cual, previa audiencia de los interesados, confirmarán ó revocarán la suspensión. Contra el acuerdo de la Inspección y delegaciones podrán los perjudicados recurrir en alzada ante el ministro en el plazo reglamentario. La resolución del ministro será inapelable.

Art. 4.º Sin perjuicio del resultado del concurso, quedando provisionalmente agregados al cuerpo de Inspección provincial los ingenieros industriales, directores de los laboratorios de análisis á que se refiere el artículo 2.º, capítulo 12 del presupuesto vigente, los cuales en adelante, cobrarán sus haberes por el artículo 10, capítulo 3.º, del mismo presupuesto.

Art. 5.º Los aspirantes á las plazas de inspectores facultativos y administrativos y de auxiliares de la Inspección provincial de Hacienda, incluso los que después de este decreto continúen interinamente en sus funciones, presentarán sus solicitudes á la inspección central en el término de treinta días, á contar desde la publicación de este de-

creto, acompañando la partida de nacimiento, copia legalizada del título profesional ó de la hoja de servicio en su caso y demás documentos que acrediten sus méritos especiales.

El ministro del ramo, á propuesta de la inspección, hará los nombramientos y señalará el destino de los nombrados según las necesidades de las respectivas provincias.

Art. 6.º En el caso de que no pueda completarse alguna de las plantillas de que se compone el cuerpo de la Inspección provincial de Hacienda, se autoriza al ministro para proveer las vacantes que resulten, bien con personal de las especialidades en que haya exceso, bien con inspectores administrativos de los que reúnan mejores y más acreditados servicios.

Art. 7.º Los delegados de Hacienda podrán en todo tiempo practicar gestiones de comprobación é investigación con arreglo á las leyes, valiéndose de los empleados que sirvan á sus órdenes ó de investigadores cesantes que merezcan su confianza.

Art. 8.º Todos los funcionarios de la Inspección, así como los empleados de las delegaciones tendrán derecho además de su sueldo, á la participación en las multas y responsabilidades impuestas por los reglamentos é instrucciones vigentes á los que contravengan á las disposiciones fiscales, siempre que la aplicación de estas multas y responsabilidades sea debida á la iniciativa de aquéllos. Además percibirán en concepto de dietas cuando se hallaren en comisión del servicio con arreglo al artículo 34 de la ley de presupuestos, 7 pesetas 50 céntimos los jefes de negociado y oficiales de primera clase, 6 pesetas los oficiales de segunda y tercera y 5 los oficiales de cuarta y quinta y los aspirantes. A los jefes de negociado se abonarán gastos de locomoción en primera clase. A los oficiales y aspirantes en segunda.

Art. 9.º El ministro de Hacienda dictará las disposiciones necesarias para la ejecución del presente decreto.

Art. 10. Queda subsistente el reglamento provisional de 31 de Agosto de 1892 en cuanto no se oponga á las disposiciones del presente decreto.

Dado en Palacio á tres de Febrero de mil ochocientos noventa y tres.—*María Cristina*.—El ministro de Hacienda, *Germán Gamazo*.

NOTICIAS

CAMBIO DE DOMICILIO.—Nuestro consócio D. José Batlle ha trasladado su domicilio a la calle de Valencia, núm 246, 1.º

REAL ORDEN REVOCANDO UN FALLO DE LA JUNTA ARBITRAL DE LA ADUANA DE BARCELONA, PREVIO DICTÁMEN DE ESTA ASOCIACIÓN.—Por el interés que puede ofrecer á nuestros lectores y á las empresas ó compañías industriales, transcribimos á continuación el texto de esta Real orden, de la cual dimos noticia en el último número de esta REVISTA.

«Administración de Aduanas de la provincia de Barcelona.—Número 6312.—La Dirección general del ramo, en orden fecha 8 de Agosto último, dice á esta Administración lo siguiente:—Por el Ministerio de Hacienda se ha comunicado á la suprimida Dirección general de Contribuciones indirectas con fecha 21 de Junio último, la Real orden que sigue:—Ilmo. Sr.: Visto el recurso de alzada interpuesto ante este Ministerio por la casa Sr. Vidal, á nombre de la Compañía del ferrocarril de Tarragona á Barcelona y Francia, contra el fallo de la Junta arbitral de la Aduana de Barcelona que confirmó el aforo por las partidas correspondientes á sus materiales y recargo impuesto á veinticuatro mil doscientos cinco kilogramos piezas de hierro, presentados al despacho con declaración número 27.057'90 en unión y como complemento de un aparato para mover cambios de vía y hacer pasar los trenes. Resultando del informe emitido por la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona que las piezas de que se trata son parte integrante, y todos ellos indispensables para el funcionamiento del aparato Saxby Farmer; Considerando que la diferencia de seis mil kilogramos que se observa entre los diez y seis mil quinientos veintitres de tubos de hierro forjado que figuran en la certificación que encabeza el expediente y los diez mil quinientos veintitres kilogramos expresados en el acta de la Junta, procede de un error de copia en este último documento; El Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, de conformidad con lo propuesto por esa Dirección general, se ha servido disponer: 1.º Que se revoque el fallo de la Junta arbitral rectificándose el aforo de las piezas de que se trata por la partida 220 del arancel anterior, y 2.º Que se den las gracias á la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona por el concurso que en este asunto ha prestado á la Administración.—De Real orden lo digo á V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes.—Lo que traslado á V. S. para su debido cumplimiento.—Lo que transcribo á V. S. para su conocimiento.—Dios guarde á V. S. muchos años. Barcelona 15 de Noviembre de 1892.—AURELIO.—Sr. Presidente de la Asociación de Ingenieros Industriales de esta ciudad.»

DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES.—De la *Memoria sobre el estado de los ferrocarriles en el año de*

1890, que acaba de publicar la Dirección general de Obras públicas, tomamos los datos siguientes:

Líneas de ferrocarriles concedidas. En el estado número 1 de aquella Memoria están comprendidas las líneas de ferrocarriles que han sido concedidas desde el año 1845, en que se otorgó la primera concesión, hasta fin del año 1890. En dicho período de tiempo se han otorgado las concesiones de 15.565 kilómetros y 324 metros de ferrocarriles. El primer ferrocarril, cuya concesión fué otorgada en España, fué el de Madrid á Aranjuez.

Líneas abiertas á la explotación. En el estado número 2 se expresan por años las líneas abiertas á la explotación desde el año 1848, en que se abrió la primera hasta terminar el año 1890. La longitud total de los ferrocarriles en explotación en 31 Diciembre de 1890 era de 10.002 kilómetros y 177 metros. La primera línea abierta á la explotación en España, fué la de Barcelona á Mataró.

Subvenciones concedidas. Por subvenciones, ordinaria y adicional, se han concedido 790 millones de pesetas (prescindiendo de fracciones), y de ellas se han abonado 664 millones. Además, se han otorgado y pagado á las Compañías en concepto de auxilios directos, 29 millones de pesetas.

Número de viajeros en 1890. El número de viajeros que transitaban por las líneas españolas en el año 1890, fué 25.809.006. Cinco años antes, ó sea durante el año 1885, el número de viajeros fué 17.830.383.

Personal de las Divisiones de ferrocarriles encargadas de la inspección facultativa en 1890. Se componía de 6 Ingenieros Jefes de las Divisiones, 25 Ingenieros de caminos, 14 Ingenieros mecánicos, 52 Ayudantes de Obras públicas y personal subalterno.

FABRICACIÓN DE HARINAS.—La importante casa de los señores J. Weber y C.^a de Uster (Suiza), que se dedica con gran éxito á la fabricación de máquinas y aparatos para la industria harinera, ha tenido el acierto de nombrar representante suyo para España y Portugal á nuestro apreciable consocio D. Miguel Pujol.

Con tal motivo, felicitamos á la casa constructora por su buen acierto en la elección y á los industriales, pues tendrán la seguridad de que las instalaciones que hagan irán acompañadas, además de la bondad de las máquinas, de un estudio detenido y acertado.

Con el presente número repartimos entre nuestros suscriptores un prospecto de la casa R. Wolf de Magdeburg-Buckau (Alemania), constructores de maquinaria y calderas, cuya lectura se recomienda.

BIBLIOGRAFIA

Se ha aumentado la Biblioteca de esta Asociación con los siguientes libros:

MANUEL PRATIQUE D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE pour Installations particulières, Maisons d'habitation, Usines, Salles de reunion, etc., por Em. Cahen, ingeniero de los Talleres de Construcción de las Manufacturas del Estado.—París, Librairie Polytechnique, Baudry et Cie. Editeurs.—Rue des Saints-Pères, 15.—Un vol. en 18 con numerosas figuras en el texto.—Precio encuadernado, 7 fr. 50.

El autor ha querido presentar una obra eminentemente práctica y que satisfaga completamente las necesidades de ésta, circunstancias que difícilmente reúne ninguna de las muchas obras que tratan del alumbrado eléctrico. Para esto, ha procurado dar además de los datos recogidos por su propia experiencia, datos sacados de las mismas casas constructoras.

La obra está presentada con suma sencillez reduciendo al mínimo posible las explicaciones teóricas, siendo una gran ventaja para aquellos que desean familiarizarse rápidamente con las condiciones de instalación de la luz eléctrica y que hoy se desalentarían por el considerable trabajo al cual se viene obligado para ponerse al corriente del estado actual de esta aplicación científica tan importante y tan fecunda.

Así pues, la obra contiene la explicación detallada de las reglas que se tienen que seguir y de las precauciones á tomar para ejecutar en buenas condiciones una instalación de alumbrado eléctrico.

El autor se ha limitado al estudio de las instalaciones particulares; sin embargo, dentro de este límite, este manual es bastante completo, como puede dar una idea la siguiente enumeración de las materias que en él se tratan:

La obra está dividida en siete partes; en la primera se exponen las definiciones y leyes generales; en la segunda y tercera se estudian sucesivamente las máquinas dinamo-eléctricas y los acumuladores; la parte cuarta se ocupa de la distribución de la electricidad para el alumbrado, incluyendo la fotometría y los sistemas de alumbrado por lámparas incandescentes y lámparas de arco; el estudio de las disposiciones generales de las canalizaciones es el objeto de la parte quinta; la parte sexta trata del precio del alumbrado eléctrico; y finalmente en la parte séptima presenta ejemplos prácticos de instalaciones en cada uno de los tres casos siguientes: alumbrado tomado de una estación central; alumbrado directo por dinamo y alumbrado por dinamo y acumuladores.

Al conjunto de materias tratadas, la cantidad suficiente de indicaciones dadas y los muchos ejemplos que el autor ha puesto, permiten á toda persona emprender por sí misma una instalación de alumbrado eléctrico en su fábrica ó en su domicilio, por todo lo cual recomendamos eficazmente á nuestros lectores la excelente obra de Mr. Cahen.

PORTS OF THE WORLD; Coaling, Docking and Repairing facilities, with Analyses of different Kinds of coal.—Navy Department, Office of Naval Intelligence.—Washington, 1892.

EL TÚNEL DE ARGENTERA.—Tratado de construcción de túneles, por D. Eduardo Maristany y Gibert.—Barcelona, 1892.—3 vol. texto y 3 atlas.—Adquirido por la Asociación.

ILLUSTRATED PRICE LIST.—Muirhead C.^o Electrical Engineers and Contractors.—Storey's Gate, Westminster, London W. C.—Catálogo ilustrado y lista de precios de los aparatos construidos por esta casa para los telégrafos terrestres y submarinos; para Estaciones centrales de alumbrado eléctrico, para laboratorios electro-técnicos, etc.

Annual Report of the Commissioner of Patents for the year 1891.—Donativo del Sr. D. Gerónimo Bolibar.

The Official Gazette of the United States Patent Office.—Vols. 53-62.—Donativo del Sr. D. Gerónimo Bolibar.

The Journal of the Franklin Institute.—Vols. CXXIX-CXXXIV.—Donativo del Sr. D. Gerónimo Bolibar.

Anuario del Comercio, de la Industria, de la Magistratura y de la Administración, para el año 1893.—Bailly-Bailliere.—2 vols.

La Medicina Popular.—Tratado práctico de enfermedades crónicas para uso de médicos y enfermos, por el Instituto Médico-Celular y Antiséptico de Madrid.

REVISTAS NUEVAS.—Han venido á aumentar los cambios las siguientes Revistas:

Annales de l'Academie Uaiverselle des Sciences et des Arts Industriels et de la Société Scientifique Européene.—París.

Revista das Alfandegas.—Lisboa.

Boletim da Associação dos Empregados de Caminhos de Ferro Portuguezes.—Lisboa.

La Marine de France.—París.

La Controversia.—Madrid.

VALLS HERMANOS

INGENIEROS-CONSTRUCTORES

Premiados con 23 medallas de ORO, PLATA, 1 Gran Diploma de Honor y
2 de Progreso por sus especialidades.

TALLERES DE FUNDICIÓN DE HIERRO, BRONCE Y DE CONSTRUCCION DE MÁQUINAS

CASA FUNDADA EN 1854

BARCELONA — 19, Calle de Campo Sagrado, 19 — BARCELONA

Ensanche (Ronda de San Pablo); entre las calles de la Cera y de San Pablo

INGENIERO-DIRECTOR: **D. AGUSTÍN VALLS Y BERGÉS**

Máquinas de vapor de mediana y alta presión.—Turbinas del sistema Moreno perfeccionadas.—Motores á gas.—Prensas hidráulicas para el aceite de aceituna, etc., etc.—Prensas de todas clases, de palanca sencilla y de palanca múltiple y de engranajes para el vino, aceite ú otros usos.—Máquinas y cilindros para triturar la aceituna, etc., etc.—Juegos de molinos con piedras y rulos para moler aceitunas, etc., etc.—Prensas para la fabricación de fideos y pastas para sopa calentando la campana ú olla á fuego directo, agua caliente ó por vapor, movidas por caballo ó por motor.—Máquinas y aparatos, para amasar, ó fresar y picar la masa para la fabricación de fideos, movidas por caballería ú otro motor.—Máquinas para picar la masa con el plato giratorio, rulo fijo, nuevo modelo.—Bombas y norias perfeccionadas, para la elevación de aguas y para riegos.—Molinos harineros y demás clases.—Cilindros, mezcladores, batidores y demás aparatos de varias dimensiones para la fabricación del chocolate, movidos á brazo, por caballo ó por motor.—Prensas hidráulicas para enfardar, encuadernación y paquetería.—Prensas para losetas y mosaicos hidráulicos.—Cortadores y volantes de todas clases para sorpresas y otras aplicaciones.—Guillotinas de todas dimensiones para cortar papel y muestrarios de ropas.—Trasmisiones de movimiento y embarrados.—Fuentes monumentales y vecinales de todas clases.—Construcciones artísticas é industriales, públicas ó particulares.—Columnas, jácenas, pelmodos, vigas, balustres, rejas, etc., etc., etc., y demás trabajos de fundición para obras, según modelo, etc. Estudios, planos y presupuestos etc.

Casa especial en la construcción de prensas hidráulicas y de las de sistema dinámico para todas las industrias y aplicaciones agrícolas.

Dirección telegráfica: **VALLS**, Campo Sagrado, **BARCELONA**.—Teléfono núm. 595

CONSTRUCCIONES É INDUSTRIAS RURALES

por el ingeniero Industrial D. José Bayer y Bosch: consta esta obra de 2 tomos de unas 300 páginas cada uno con numerosos grabados; es muy útil á los propietarios rurales y á cuantas personas se dediquen á construir en el campo. De venta en las principales librerías y en esta administración al precio de 10 Pesetas.

BREVETS D'INVENTION

(France Etranger)

Marques de Fabrique, Procès de contrefaçon, etc.

CASALONGA

Ingenieur-Conseil (depuis 1867)

PARIS

15, RUE DES HALLES, 15

Chronique Industrielle

DESSINS & GRAVURES SUR BOIS. CLICHÉS

Guides de l'Inventeur en chaque pays (2 fr. par Guide)

**Organo oficial de la Asociación de Ingenieros Industriales
DE BARCELONA.**

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN

UN NÚMERO SUELTO 1 PESETA.

Anuncios de página entera (trimestre).										60 pesetas.
"	de nueve décimos de página (trimestre).									54 "
"	de ocho	"	"	"	.	.	.	.	.	48 "
"	de siete	"	"	"	.	.	.	.	.	42 "
"	de seis	"	"	"	.	.	.	.	.	36 "
"	de cinco	"	"	"	.	.	.	.	.	30 "
"	de cuatro	"	"	"	.	.	.	.	.	24 "
"	de tres	"	"	"	.	.	.	.	.	18 "
"	de dos	"	"	"	.	.	.	.	.	12 "
"	de un	"	"	"	.	.	.	.	.	8 "

Para los asuntos de Redacción, dirigirse a la comisión de Redacción de la Revista.
Para los asuntos de Administración dirigirse a la secretaría de la Asociación.

Rambla de San José, núm. 30, 1.º



Y

MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

D. GERONIMO BOLIBAR

INGENIERO INDUSTRIAL

CANUDA, 13, 3.º, BARCELONA

Redacción de memorias y solicitudes.—Planos.—Pago de anualidades. Expedientes de puestas en práctica.—Consultas y dictámenes sobre nulidad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de patentes en España y en el extranjero.

BARCELONA.—Establecimiento tipográfico de Pedro Ortega, Aribau 13.—Teléfono 873.