

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

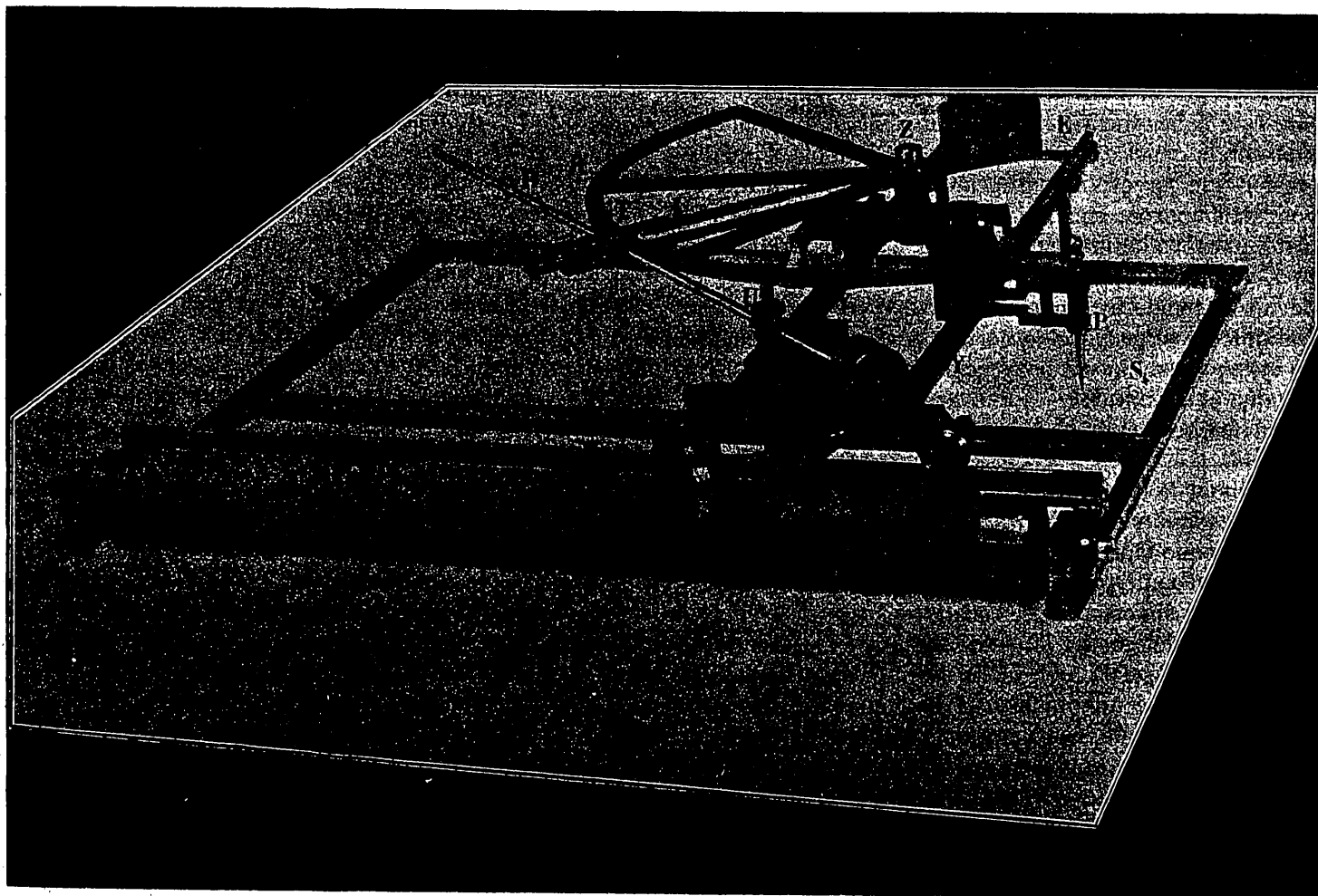
FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. e Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Corresponsal en Londres.. D. Enrique Sanchis, Ingeniero del mismo Cuerpo.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

UN NUEVO PLANÍMETRO ⁽¹⁾



V

Llegamos ya al punto culminante de nuestro trabajo, según anunciado quedó en el artículo precedente. Vamos á describir el modelo á que allí hacemos referencia, representado en la figura de esta página.

Un cuadro rígido formado por cuatro reglas metálicas S_1, S_2, S_3, S_4 , sirve de amplia base al aparato, que, por su propio peso, y sin el auxilio de puntas ú otro análogo, queda desde luego situado en el tablero del modo que más

convenga á la operación, sujetando él mismo la hoja del dibujo si necesario fuese.

Entre las dos reglas S_1 y S_2 , y á conveniente altura, está tendida una quinta regla fija X , cuya cara superior está ranurada, al objeto de alojar los bordes de dos ruedecillas biseladas que constituyen á la vez apoyo y guía para la traslación del bastidor móvil $LYY'E$. En la cabeza E de este bastidor se ha dispuesto una tercera rueda que completa el apoyo del mismo, rodando sobre la regla fija S_4 .

Las dos reglas citadas S_1 y S_2 sostienen también dos cojinetes fijos G, G , que soportan al eje de un cilindro C de revolución, de armadura metálica, pero guarnecido

(1) Véase el número de 23 de Diciembre último.

exteriormente de madera dura y compacta (la del boj ha sido la empleada en este modelo), de superficie bien centrada, aunque simplemente limpia, sin gran pulimento. Los cojinetes están formados por tornillos-centros, ajustables á favor de contratuercas, en los cuales descansan los dos conos terminales del árbol. Las piezas que soportan los tornillos-centros pueden asimismo ajustarse á mayor ó menor altura, á favor de tornillos de presión. De este modo queda dispuesto un cilindro horizontal giratorio alrededor de su eje de figura, pudiendo este eje ser rectificado de posición y colocado á la altura conveniente, sin que se origine ninguna falsa amplitud de deslizamiento del mismo en sus cojinetes.

El carro L que sirve de base al bastidor móvil antes citado, lleva una armadura fija en él, H, que soporta un árbol cilíndrico vertical, U, el cual á su vez lleva invariablemente unida otra armadura, K, donde está dispuesta la rueda integradora V con su contador de vueltas, constituido sencillamente como todos los de su género. El árbol U goza de cierta amplitud de deslizamiento vertical en su propia caja, en una extensión de 1,5 milímetros; su eje de figura corta al del cilindro C. De aquí resulta que la rueda V apoya por su punto más bajo sobre el cilindro, supuesto éste á la altura debida, verificándose el contacto siempre en la generatriz superior y ejerciendo solamente la presión que corresponde al peso de la armadura K y de sus órganos anexos, sin que el resto de los órganos del aparato para nada influya en dicha presión. Al mismo tiempo, vése que el punto de contacto entre la rueda y el cilindro sólo puede trasladarse á lo largo del eje de las x ; ó si se quiere, su proyección horizontal recorre solamente dicho eje, que es á la vez proyección del eje del cilindro; y aún, que el *corrimiento* (1) que este punto sufre en dicho eje será forzosamente el mismo que se comunique al carro L.

Sin ultimar la descripción del aparato, es ésta la oportunidad de examinar la realización que en él obtenemos para el principio cinemático-físico en que se funda, el cual, como ya anunciamos, es el mismo de los modelos anteriores. En efecto; sin esfuerzo se reconoce que al trasladarse el carro L paralelamente al eje de las x , si el plano de la rueda V fuese paralelo á él, dicha rueda giraría de modo que su borde fuese adaptándose á la generatriz superior del cilindro, sin que este órgano recibiese de aquélla acción alguna que le obligase á girar. Mas desde que no exista tal paralelismo, sino que, por consecuencia de una conveniente rotación comunicada al eje U, dicho plano forme con el citado eje un ángulo cualquiera (á excepción del de 90°), se originará en el punto de contacto entre rueda y cilindro una reacción de rozamiento, á la cual será aplicable en un todo el razonamiento desarrollado en el artículo I (5 de Noviembre de 1896); con la única diferencia de que, así como allí resultaba una traslación del carro R (figura 2) á lo largo de la regla Y, para que el movimiento de la rueda fuese simplemente *cicloidial*, aquí se origina una rotación del cilindro alrededor de su eje, simultánea con la de la rueda, con velocidad tal, que el movimiento relativo de ésta respecto de aquél es una rodadura ó adap-

tación de su borde á lo largo de una curva, que no será otra cosa (suponiendo que la orientación del plano sea la conveniente) que *la misma curva cuadratriz allí obtenida*, si bien resulta ahora como arrollada al cilindro (1).

Sentado esto, quedamos indicar el modo cómo la rueda V recibe la debida orientación para que la curva descrita sea, en efecto, la cuadratriz. El árbol U es solidario de una varilla D, horizontal, que está apoyada sobre la llanta de una rueda R (sector aquí, por haberse suprimido la parte inútil de ella), y fijada de modo que su eje de figura quede contenido en el plano de la rueda V. Dicha rueda R es horizontal y puede girar libremente alrededor de otro árbol concéntrico con ella, Z, fijo en el centro del carro ó sistema móvil M, cuyo movimiento se efectúa á favor de tres ruedas, dos biseladas, alojadas en una ranura de la regla Y, y una tercera que apoya sobre la regla Y', una y otra del bastidor móvil. Por manera que, á favor de los dos movimientos de traslación, del bastidor en x y del tren M en y , el punzón P, unido al carro M, puede recorrer toda el área comprendida en un cierto rectángulo, muy aproximadamente el formado por las cuatro reglas fijas de sostén, S_1, S_2, S_3, S_4 . En cuanto á la acción que obliga á la varilla D á permanecer aplicada sobre la rueda R, procede de una alidada loca I, provista de una poleita que rueda sobre la varilla, oprimiéndola suavemente á favor de un resorte.

Fácil es ya al lector darse cuenta de cómo, al funcionar el aparato, verifica el principio analítico en que se funda. El triángulo rectángulo MPQ de la teoría (fig. 1, art. I), está aquí formado por los tres vértices: eje U, eje Z y punto T' de contacto de D con R. La base a de la integración está constituida por el radio de la rueda R; y la diferencia de disposición estriba sencillamente en que allí es un extremo de la hipotenusa y aquí el otro, el que recorre el eje de las x . Mas se ve inmediatamente que, pues el plano de la rueda V no es ya paralelo á la varilla D (cateto variable), sino que la contiene siempre este plano, y por tanto, el elemento de borde de la rueda que se halla en contacto con el cilindro, forma con el eje de las x el ángulo debido para que se verifique en todo movimiento elemental la relación $ad\sigma = ydx$ en que fundamos la integración.

En consecuencia, la curva trazada es, como antes se dijo, la cuadratriz, cuyo arco es $\sigma = \frac{1}{a} \int ydx + c$; y el contador, convenientemente graduado, dará el área según el recorrido del punzón, exactamente y con sujeción á las mismas relaciones y circunstancias que han quedado expuestas en artículos anteriores y que sería ocioso repetir. La modificación esencial introducida es, como se ve, el trazar la curva cuadratriz en el cilindro en vez de trazarla en el mismo plano del dibujo.

Para completar ahora la descripción, quedamos apuntar las dimensiones efectivas dadas á este modelo y su grado de apreciación.

El radio de la rueda R, ó sea la base a , es de 12 centímetros; y habiéndose dado á la V el radio de 1,326 centí-

(1) La autorizada opinión del insigne Ingeniero y Académico señor don Eduardo Saavedra, me decide á emplear este vocablo para traducir en correcto castellano el francés *déplacement*, ó sea lo que se traslada un punto en su trayectoria.

(1) En el artículo siguiente, que dedicaremos á la teoría general de este aparato, considerado ya como *integrómetro* aplicable á los tres primeros órdenes, quedará expuesta en otros términos, no menos breves, pero acaso más precisos, la teoría, muy sencilla de todos modos, de esta acción física y de sus resultados cinemáticos. Remitimos á ella á los lectores que no tengan á su disposición el citado art. I y queden poco satisfechos de esta explicación.

metros, resulta que una vuelta completa de ésta acusa $12 \times 2\pi \cdot 1,326 = 100$ centímetros cuadrados. De donde la milésima de vuelta, que es lo que aprecia el nonio, corresponde á 10 milímetros cuadrados. Aún es perfectamente factible, dadas las dimensiones del tambor (cuya circunferencia es aproximadamente de 10 centímetros), apreciar la media milésima, en razón á que á simple vista se estima muy bien toda posición en que no hay exacta coincidencia de ninguna de las divisiones del nonio; de consiguiente, se aprecian en último término áreas de 5 milímetros cuadrados, sin desechar las ventajas de la lectura decimal.

En el proyecto ulterior y definitivamente formado, y con arreglo al cual se ha ordenado ya la construcción de una serie de modelos á la misma casa donde éste se ha ejecutado (V, art. IV), se introduce una modificación que permitirá cambiar de base y, empleando otra más pequeña en la razón de $\frac{2}{5}$, se llegará á apreciar áreas de 2 milímetros cuadrados cuánto se trate de figuras de escasas dimensiones. Esta modificación es por demás sencilla y no introducirá necesidad alguna de desmontar ni ajustar piezas supletorias: se reduce á disponer la rueda R completa, dividiendo su llanta en dos porciones de radios convenientes de modo que, á voluntad, podamos aplicar la varilla directriz á uno ú otro sector.

En cuanto á la amplitud total de los movimientos, es como sigue:

En x , puede el punzón recorrer 25 centímetros.

En y , alcanza su carrera hasta 16 centímetros.

El máximo ángulo que las dimensiones del aparato permiten entre el plano de la rueda V y el eje de las x , es de 65° . Hubiera podido emplearse el de 70 y aun el de 75 ; pero razones de conveniencia práctica han aconsejado preferir aquel límite, muy suficiente para las aplicaciones ordinarias.

..

Entremos ahora en la apreciación crítica de las condiciones de este nuevo modelo, por comparación con los dos anteriores en parte, y por consideración propia é independiente también. Hé aquí una enumeración brevemente razonada de las ventajas conseguidas.

1.º La disposición elegida para las reglas carriles y para las ruedas de guía y apoyo, da completa estabilidad al aparato y regularidad perfecta á los dos movimientos de traslación, con absoluta independencia de la amplitud de éstos y de las condiciones del tablero de dibujo y de toda otra circunstancia accidental. La estabilidad queda favorecida por el oportuno empleo de contrapesos, que pueden verse en la figura, y no merecen explicación especial.

2.º Resultan dichos movimientos de traslación en tal grado suaves, que un desnivel apenas perceptible á la vista en la mesa ó tablero, basta para que el aparato se deslice por su propio peso en la dirección del desnivel. De aquí que sea posible dar al punzón la trayectoria deseada, á voluntad del operador, ó en otros términos, seguir con toda precisión (según el pulso y el hábito adquirido) el contorno de la figura. Se evita, por otra parte, toda flexión de las reglas.

3.º Unido á estas circunstancias la de haberse realizado todos los ajustes con gran perfección, se comprende que no existan movimientos perdidos en las traslaciones

en grado apreciable para nuestros sentidos. El más pequeño incremento dado á las coordenadas del punzón, determina el momento.

Si es en x , el correspondiente avance del punto de contacto entre la rueda y el cilindro, con la consiguiente rotación de ambos órganos;

Si es en y , la debida rotación de la varilla D.

4.º La supresión de todo mecanismo transmisor, puesto que esta varilla directriz actúa directamente sobre el árbol U, impide asimismo toda pérdida de rotación del plano de la rueda V, permitiendo *realizar rigurosamente la condición de paralelismo*, cuya absoluta verificación vimos ya cuánto importa al exacto funcionamiento del aparato.

5.º Suprimida la traslación del carro N de los antiguos modelos, así como el deslizamiento de los juegos T en el paralelogramo articulado, y sustituida su intervención por la facilísima rotación del cilindro, se comprende que han desaparecido importantes rozamientos, y con ellos, causas de dureza de movimientos y de perturbaciones y errores posibles.

6.º No hay ya limitación alguna para el movimiento por efecto de la que se imponía al desarrollo en y de la cuadratriz. Desde que el movimiento del cilindro es *sin fin*, pudiendo éste dar cuantas vueltas sean necesarias al efecto de que dicha curva quede trazada en un sólo arco continuo, no se impone al libre movimiento en x del punzón más trabas que las que naturalmente nacen de las dimensiones del aparato, que ha de ser manuable. Así cualquiera que sea la altura á que coloquemos el punzón á contar de la regla X, su movimiento en x puede efectuarse continuamente y sin interrupción en toda la extensión de 25 centímetros que permiten las reglas guías y el cuadro base.

En otros términos (ya antes empleados), no hay que preocuparse de la constante de la integración, ni por lo que respecta á su valor inicial, ni para tener que cambiarla durante el curso de la operación, cualquiera que sea la amplitud de la figura.

7.º La acción física en que se funda la ley cinemática del movimiento, es constantemente la misma, en absoluto independiente de la substancia en que esté trazado el dibujo y de toda otra circunstancia accidental. La rueda de acero obra siempre *con igual presión* sobre el cilindro de boj, que la experiencia ha demostrado ser excelente materia para que nunca haya que temer patinaduras ni perturbaciones de ninguna clase que falseen los movimientos.

Obsérvase, en efecto, que la rodadura relativa de estos órganos es perfectamente regular; el giro de la rueda alrededor del punto de contacto se verifica con toda facilidad, sin que surja resistencia alguna y sin que la superficie del cilindro sufra el más mínimo deterioro: tanto que no se produce huella alguna mecánica perceptible á la vista.

La penetración del filo es, pues, sensiblemente nula, y queda muy por bajo del límite de elasticidad de la madera; circunstancia en alto grado favorable, que garantiza totalmente al aparato contra todo deterioro debido al desgaste acentuado de estos órganos de trabajo, al par que asegura el exacto funcionamiento por la supresión de los rozamientos perturbadores.

Por lo demás, no es despreciable ventaja la de que el radio del cilindro no sea magnitud geométrica fundamental; pues como se ha visto, las medidas son independientes de ella.

Y 8.º Es asimismo digno de estima el que se halle el contador situado en el punto de mejor alcance del operador, y que sean sus elementos de suficientes dimensiones para que una vista normal no necesite el auxilio de lentes.

En suma, pues. Las grandes simplificaciones conseguidas en esta nueva disposición, y la combinación más acertada de los detalles del organismo, han disminuído notablemente las dificultades de ejecución, hasta poder asegurar que ésta es en extremo precisa; y como consecuencia, los movimientos son muy regulares, suaves y exactos, el aparato resulta muy manuable y cómodo, y las operaciones son expeditas. Teniendo en cuenta, además, algún otro detalle secundario; por ejemplo, que el punzón tiene deslizamiento en la bayoneta que lo conduce, tenso convenientemente por un resorte, con lo cual la mano lo puede llevar siempre de modo que se evite todo error de paralaje; se hace explicable que los resultados hayan sido por todo extremo satisfactorios, hasta el punto de serme lícito afirmar que han superado á mis propias esperanzas.

En efecto. De algunos centenares de operaciones efectuadas en todas las condiciones posibles, *ni una sola en que éstas hayan sido normales ha falseado los números*. Se ha aplicado el aparato á toda clase de figuras y en todas las posiciones imaginables; se ha conducido el punzón á mano libre ó apoyada, á dos manos; apoyado sobre reglas y plantillas, guiado circularmente por ranuras ó por piezas giratorias sobre el tablero. De todos modos ha funcionado satisfactoriamente, repitiendo con frecuencia *los mismos números exactamente*, ó dando en la mayoría de los casos medidas que diferían entre sí en menos de 1 por 100 del valor obtenido. En tesis general, puede anunciarse que con este modelo se valúan las áreas planas con un error probable menor que el 1 por 100, tratándose de figuras que no bajen de 5 centímetros cuadrados; y no hay que observar que tal probabilidad raya en la certeza. Para las figuras grandes, 100 centímetros cuadrados, por ejemplo, apenas suele alcanzar á 2 ó 3 por 1000.

Tratándose de figuras más pequeñas, esta relación aumenta. Naturalmente, esto ocurre siempre que se trata de medir magnitudes cualesquiera, por cualquier procedimiento. El error absoluto tiene un límite inferior del cual no podemos descender; con lo que el relativo aumenta inevitablemente. Sin embargo, hemos aplicado nuestro aparato repetidas veces á figuras de menos de 100 milímetros cuadrados, y empleando precauciones que después se indicarán, hemos obtenido casi siempre errores relativos muy inferiores á 5 por 100.

Varias son las causas de errores accidentales dignas de consideración y estudio. Dedicemos breve atención á las principales.

Figura en primer término, como la más grave de todas, la posibilidad de que se produzcan deslizamientos ó patinaduras de la rueda sobre el cilindro. Dicho queda ya lo suficiente para justificar la aserción de que tal causa está absolutamente descartada por los resultados de la experiencia. Numerosísimas operaciones concienzudamente practicadas y observadas, han demostrado que, en condiciones de suficiente regularidad de los movimientos, jamás aparece esta perturbación; y así, es tal la confianza que inspiran sus indicaciones, que con ocasión de una discordancia inaceptable entre el número obtenido en una sola operación métrica y el que daba el cálculo de un perfil, se descubrió un error cometido en las operaciones aritméti-

cas que se ocultaba tenazmente á la rectificación, por una de esas eventualidades caprichosas de las combinaciones de números.

A mayor abundamiento, el aparato va provisto de un peso suplementario, que se coloca á voluntad en la espiga que puede observarse presenta el árbol V; con lo que, aumentando la presión, se obtiene una garantía extrema de que ni aun en los casos de mayor valor del ángulo x , exista la más remota probabilidad para esta perturbación.

Otra causa de error, común á todos los aparatos de este género, nace de la falta de precisión con que de ordinario es factible seguir el contorno; esto conduce, como es sabido, á errores accidentales importantes. Respecto de este particular, es dudoso que exista integrador alguno que aventaje al que estudiamos. Dicho queda cuánta es la suavidad de los movimientos; se comprende, pues, que con un pulso regular y algo de hábito, se hayan logrado resultados como éstos:

Marcando en una hoja cuadrículada un perfil poligonal de más de cincuenta lados que encerraba un área exacta de 3.856 milímetros cuadrados, se midió en diferentes posiciones hasta ocho veces, obteniéndose $+ 34$ milímetros cuadrados y $- 11$ milímetros cuadrados como errores extremos.

Trazado un perfil curvilíneo arbitrario con más de veinte sinuosidades grandes y pequeñas, y valuado por el aparato diez veces, obtuviéronse números siempre comprendidos entre 7.980 y 8.130 milímetros cuadrados. En este segundo caso, se procuró algunas veces llevar el movimiento con bastante mayor velocidad de la conveniente para la normalidad de la operación, y no se falsearon, sin embargo, los resultados.

Causa de error, también muy digna de examen, introduce la imposibilidad de conseguir que las superficies y líneas geométricas sean realizadas físicamente. Ni el filo de la rueda, ni la superficie del cilindro, pueden ofrecer esa continuidad ideal que supone la teoría; hay, pues, que admitir la existencia de asperezas y granosidades que roben regularidad y exactitud á la curva trazada, y por tanto, á los números obtenidos. Pues bien: júzguese por los siguientes resultados hasta qué punto se aproxima á la perfección la ley física fundamental de nuestro aparato:

Haciendo al punzón recorrer toda la amplitud posible en y , sin variar la x , jamás han discrepado las dos posiciones del contador ni en una división del nonio.

Haciéndole recorrer toda la amplitud en x , sin variar la y , repetidas veces y para diferentes valores de y , las curvas trazadas, que para la más elevada posición del punzón alcanzan hasta á 6,9 vueltas de la rueda integradora, y equivalen por tanto á unos 690 milímetros de longitud, los números obtenidos sólo llegan á discrepar entre sí, cuando más, en una centésima de vuelta, ó sea un milímetro. ¡Menos de 2 por 100!

Queda, en fin, otro origen de errores accidentales, común á todo aparato métrico: la imperfección de nuestros sentidos. Donde únicamente se manifiesta esto en nuestro integrador, es en la exacta repetición de las posiciones inicial y final del punzón. Por esta causa, el área valuada puede venir influida por un error equivalente á $y dx$, donde y es la ordenada del punto de partida y dx el error cometido en la estimación de la abscisa x de dicho punto.

Desde luego se ve que, eligiendo el punto lo más bajo posible, el error queda disminuido. Como en nuestro mo-

delo es siempre posible tomar un punto de partida á 130 milímetros del eje, si estimamos prudencialmente en 0,1 milímetros el valor de dx (cuidando que dicho punto esté fina y precisamente marcado en el dibujo), el error absoluto debido á esta causa, rarísima vez excede del valor de una división del nonio. Por experiencias diversas muy repetidas, se ha comprobado absolutamente esta aserción, sin extremar la disminución de la y .

Aparte de ello, existe otro recurso muy natural y expedito para que este error accidental pueda ser tan pequeño como se quiera. Basta multiplicar la medición en una sola operación: recorriendo sin interrupción y sin lecturas intermedias n veces el contorno, claro es que queda el error dividido por n , puesto que es un *error de cierre* que sólo se comete *una vez*. Esta es la precaución á que arriba aludimos; repitiendo sólo *cinco veces*, hemos llegado á obtener áreas de 30 á 50 milímetros cuadrados con 2,5 de error; repitiendo *diez veces*, con 1,5. Obsérvese la relación: 2,5 aproximadamente igual á $\frac{1}{5} \times 13$; 1,5 á $\frac{1}{10} \times 13$;

lo cual comprueba cuanto arriba se dijo.

Por lo demás, cuantos en cuadrar perfiles de tan extremada pequeñez se han ocupado con frecuencia, saben muy bien que en la estimación de las dimensiones de las figuras se cometen mayores errores.

En lo tocante á los errores sistemáticos, es evidente que sólo pueden provenir de inexactitud en las dimensiones geométricas fundamentales del aparato: radios de las ruedas V y R. Una esmerada construcción será suficiente garantía de que no se han de producir. De todos modos, sabido es que á estos errores no se concede gran importancia en los instrumentos métricos, puesto que con coeficientes de corrección siempre pueden ser eliminados.

En conclusión, queda justificado cuanto se anunció arriba respecto de los resultados satisfactorios que se obtienen con este planímetro. Es lícito ya sentar que ofrece excelentes condiciones como manuable, expedito, seguro y exacto. Para terminar, consignemos aún el dato de que, aplicado á la cuadratura de perfiles, de esos que en escala de $\frac{1}{200}$ se trazan de ordinario con gran profusión para

cubicar desmontes y terraplenes en los proyectos de carreteras, ha alcanzado, con un poco de costumbre en el manejo del instrumento, el número de 30 por hora, ó sea á razón de una figura por minuto, con las tres lecturas para cada una que significa una doble medición. ¡Compárese esta velocidad con la que se obtiene calculándolos directamente, á costa de cuadrar trapecios y triángulos!

..

Muchas afirmaciones llevo acumuladas por mi propia autoridad. Hora es de desvanecer justificadas desconfianzas que más de un lector habrá sentido al leer tantas excelencias.

Ya hube de consignar en el anterior artículo que me había cabido la satisfacción de que el ilustrado personal de Obras públicas de esta capital estudiase desde el primer momento el aparato y pronunciase su autorizada opinión en apoyo de mi débil palabra. Hoy me es permitido añadir que tal honra me ha sido concedida también por muchas otras no menos ilustres personalidades científicas; y así, pues:

Al director del Canal imperial, Inspector Sr. Royo.

Al Ingeniero Jefe de Obras públicas de esta provincia, señor Palacios.

Al Ingeniero Jefe de esta división hidrológica, señor Llanas.

Al Ingeniero Jefe de este distrito forestal, señor Bellido (D. Faustino).

Al señor Casañal, oficial primero de topógrafos, Jefe del centro topográfico establecido en esta provincia.

A los Ingenieros de caminos, señores Checa, Fernández Navarrete, Mantecón, Abascal, Arellano, Ubeda, Lasierra y Royo (D. José María), afectos á diversos servicios oficiales de esta provincia.

A los Ingenieros de montes, señores Nougucs, Egozcue, Solórzomo, Morales y Escrivá, afectos al servicio de este distrito forestal.

Y á otros varios señores Ingenieros, Ayudantes, Catedráticos y diversas personas no menos distinguidas y competentes que han examinado y juzgado el nuevo instrumento.

A todos me complazco en atestiguar desde estas columnas mi reconocimiento y gratitud, así por la diligencia é interés con que han tenido á bien examinar mi trabajo, y por sus cumplidas y favorables apreciaciones, como por la explícita autorización que espontáneamente me han concedido para robustecer mis afirmaciones con sus prestigiosos juicios, que convienen unánimes en que el integrador reúne numerosas ventajas y excelentes condiciones de todo género, no sólo á la altura de los mejores hasta ahora empleados en las oficinas, sino también muy probablemente superiores desde varios puntos de vista, como queda expuesto en las precedentes líneas. (1)

..

Y hora es también ya de terminar el presente artículo. Quédame materia de exposición para otro, en el que aparecerá la descripción y teoría general del integrador que nos ocupa considerado ya como *integrómetro* aplicable, con las adiciones que se verán, al segundo y tercer orden, ó sea á la determinación de centros de gravedad y momentos de inercia.

Zaragoza, Enero de 1898.

JOSÉ RUIZ-CASTIZO.

LOS FERROCARRILES EN CHINA

Todavía no podemos decir que en China se construyen locomotoras, como ocurre en el Japón, pues demasiado sabemos que el Celeste Imperio mira aún con recelo muchas importaciones europeas ya aclimatadas en el del Sol Naciente; pero debemos congratularnos, al considerar que ya se va extendiendo la vía férrea por aquel país, en que hace un cuarto de siglo el gobierno chino se hizo dueño del ferrocarril que una Compañía inglesa construyó entre Shanghai y Woosnug, para suprimir su tráfico y que se estropease por sí solo, y evitar así los maleficios que lle-

(1) No está demás consignar aquí que los señores Royo y Palacios han determinado la adquisición de ejemplares para el servicio de las oficinas que respectivamente dirigen dichos señores.