PLANCHETA MECÁNICA

Llamo *Plancheta mecánica*, a falta de otro nombre, a un instrumento que inventé, unos catorce a quince años há, i por medio del cual se puede obtener el plano horizontal de un retazo de terreno, o de una estancia cualquiera, i ademas la nivelacion del suelo, en cualquiera de las líneas recorridas por el instrumento.

Una vez construido el aparato, con todas sus piezas de madera (aun aquellas que deben ser de bronce), lo sometí a la práctica, ejecutando con él el levantamiento del plano de la chacra del finado señor don Domingo Bezanilla (en la Cañadilla), i los resultados que con él obtuve confirmaron toda la teoría en que está fundado. Pero habiendo presentado algunos inconvenientes de detalle, este mismo estudio me sirvió para hacer en el aparato algunas modificaciones que, a mi entender, facilitan mas su uso i dan mayores garantías de seguridad en las operaciones.

Así, pues, el instrumento, tal como lo describiré en seguida, difiere, en ciertos detalles, del antiguo modelo construido, que es el que actualmente se halla depositado en el Salon del Instituto de Injenieros. Pero tales diferencias no obstan para que la presente descripcion corresponda fundamentalmente al antedicho modelo: por manera que la vista de éste será de gran utilidad al lector para comprender, o mejor dicho, para imajinarse con mayor facilidad, el cuerpo de cada una de las figuras de que habré de hacer uso en la presente esplicacion.

El instrumento consta de dos mecanismos colocados en un carro, que en la proyeccion vertical, figura 1.ª, está mirado de costado; en la horizontal, figura 2.ª, se ve de arriba abajo, i en la figura 3.ª está presentado por la parte trasera.

Para despejar mas las figuras, se ha quitado en las verticales los entablados de las paredes, de la caja i del toldo del carro, así como el cielo de éste en la proyeccion horizontal.

La caja del carro está dividida en dos partes: la una es superior al larguero X Y (figura 1) i está sobre el eje del par de ruedas A B—A (figuras 2 i 1), i la otra es inferior a dicho eje, i en ella se hallan los tornos T i *t* (figura 1 i 2) del segundo mecanismo, que se describirá despues; el asiento del operador, que es Z, i los departamentos con sus tapas, M, V i W, para guardar utensilios (figura 2). Debajo de los largueros X Y (figura 1) se encuentra el juego de ruedas delanteras, D, el cual debe ir armado de muelles para suavisar el rodaje; i ha de poder jirar hasta tomar su eje una direccion paralela a los largueros X Y del carro.

Uno de los antedichos mecanismos está movido por la rueda A (figura 2), que es la izquierda del carro, i el otro por la rueda derecha B. El primero sirve para levantar el plano horizontal de las líneas que el carro recorre, i el segundo para dibujar el perfil del terreno segun dichas líneas.

Comenzaré por la esplicacion del primer mecanismo que, atendido su objeto, es el mas interesante. La parte interior de la maza de la rueda A (figura 2) es un tambor o piñon dentado, en donde se envuelve una cadena sin fin, en forma de cinta, tal como aparece en la figura 3 bis, que se halla debajo de la proyeccion vertical del carro (figura 1). Dicha cadena se compone de una serie de cilindros de madera, A (figura 3 bis), unidos de dos en dos por medio de pieceeitas de hojalata clavadas por uno i otro lado, en las cabezas de los cilindros, de tal modo que los clavos no impidan el juego de las piezas de hojalata, que hacen como de eslabones de la cadena, con lo cual esta tiene la indispensable flexibilidad. Sobre la proyeccion horizontal A, se encuentra dibujada la vertical de la cinta en cuestion.

Esta cinta, envolviendo al tambor E (figura 1 i 2), engrana tambien en torno del otro tambor igual F—F, el cual tiene en su

eje un piñon que se engrana con la rueda H—H. A fin de que la cinta conserve su posicion i evitar el efecto de los sacudones del carro, se la hace pasar por entre dos poleas horizontales G—G (figura 1 i 2).

El eje de la rueda H (figura 1) es un tornillo I K (figura 2) que atraviesa la caja del carro i que, con la rueda, jira dentro de una caja formada por dos resistentes listones de madera, clavados por sus estremidades sobre los maderos superiores o bordes lonjitudinales de la caja del carro. En la figura 2, cada uno de los listones está representado por dos líneas delgadas i el tornillo por la línea gruesa i negra del medio.

Por debajo de los listones I K se ajusta a ellos (por medio de una prensa de dos tornillos de madera) el tablero L N, cubierto con una larga faja de papel, que se envuelve en dos cilindros, Q R i Q R, de que el tablero está provisto inferiormente.

Concíbase ahora, a caballo en el tornillo I K, la mitad de una tuerca, que corre en medio i a lo largo de los listones I K, i supóngase que dicha media tuerca lleva sobre sí un tornillo vertical que se eleva uno o dos centímetros sobre los listones. Si hacemos que este último tornillo pase por la hendedura lonjitudinal de la pieza O P, i apretamos esta pieza sobre la media tuerca, por medio de una tuerquecita superior S, tendremos que todo este último conjunto formará un solo cuerpo, que andará sobre el tornillo I K, cuando este jire en torno de sí mismo. Por último, colocando debajo de cualquiera de las dos estremidades O P un estilo vertical, o un lápiz que toque al papel, se tendrá sobre éste una raya paralela al tornillo I K, cuando la pieza O P se mueva, ya en uno ya en otro sentido.

Tanto los listones como el tornillo intermedio i la pieza O P de la figura 2 se encuentran representados en mayor escala por la figura 6, en donde A B i C D son los listones, que tienen entre sí al tornillo, i encima a la pieza G H, en cuyo estremo dibujado H, va un estilo, así como debe ir otro en el otro estremo no dibujado en dicha figura, con el fin que se dirá despues. Las caras superiores de los listones A B i C D (figura 6) son dos tablitas envisagradas, cada una de ellas en cada liston, en forma de batientes de puerta, que se abren i se cierran, de modo que cuando estén

cerradas, dejen entre ellas una abertura lonjitudinal sobre el tornillo. La figura 7, que se compone de dos, es el corte trasversal del par de listones, con las puertecillas i el tornillo central. En la superior, los listones son D i A; i las puertas P, P se hallan abiertas a cuarenta i cinco grados. En el inferior de dichos cortes, D i A representan tambien los listones; i las puertas P, P se hallan cerradas, sin tocarse sus bordes.

Por entre éstos corre la espiga de la media tuerca sobre que se aprieta la pieza G H de la figura 6 con la tuerca redonda T. Esta última tuerca es la T de la figura 8, i debajo de ella se ve la media tuerca *t* a caballo en el tornillo, cuyo corte es el círculo negro. Así, pues, la pieza *t* corre entre los listones i las puertecillas D, A, P, P de la figura 7 llevando consigo la pieza G H (figura 6).

Con esto, ya se echará de ver bien el uso del instrumento. Al andar el carro, a lo largo del lado de un polígono, cuyo plano se trata de levantar, la rueda A moverá la cadena sin fin E F, haciendo jirar en el mismo sentido a la rueda o tambor F, cuyo piñon moverá en sentido inverso a la rueda dentada H (fig. 1) i con ella al tornillo I K (fig. 2), que no pudiendo cambiar de posicion respectiva, hará trasladarse la tuerca, i con ella, la pieza O P cuyo estilo en O trazará, por ejemplo, la línea O L sobre el tablero. Dicha línea será perpendicular i proporcional a la recorrida por la rueda A. Por manera que, si despues de llegados al segundo vértice, colocamos al carro en direccion del segundo lado del polígono; i orientando el tablero como lo estaba en el primer lado, colocamos el estilo O sobre el mismo punto del tablero que él acaba de dejar, i hacemos andar de nuevo el carro hasta el tercer vértice, tendremos sobre el papel una segunda línea, que será proporcional al segundo lado del polígono sobre el terreno, i ademas perpendicular al mismo. En cuanto al ángulo trazado sobre el papel, será igual al correspondiente del terreno, por tener sus lados respectivamente perpendiculares. Operando de una manera análoga en los demas lados, se tendrá levantado el plano horizontal del polígono sobre el terreno, siempre que la pendiente de este sea cero, o tan pequeña que pueda despreciarse sin error sensible.

Mas adelante se dirá como se opera, cuando se trata de levantar el plano del camino recorrido por el carro sobre un terreno inclinado. Por ahora, será bien hablar, en este lugar, de la escala, la cual puede determinarse en cada aparato práctica i teóricamente.

Siendo la escala númerica de un plano una fraccion cuyo numerador es el valor número de una línea cualquiera de dicho plano, i cuyo denominador es el valor, tambien numérico, de la línea, homóloga sobre el terreno, se obrará prácticamente, haciendo andar al carro una distancia conocida, de 200 metros, por ejemplo, sobre un camino plano i horizontal, en cuanto sea posible, aun cuando esto último no es absolutamente necesario. En seguida se verá cuantos milímetros ha recorrido el estilo O, en el antedicho camino; i la razon entre este número de milímetros i aquel número de metros constituirá la escala numérica, que tambien puede estamparse gráficamente, aplicando sobre una recta la línea recorrida por el estilo, cuya mitad representará 100 metros de cualquiera línea recorrida por el carro, esto es, tomada sobre el terreno.

En cuanto al procedimiento teórico para determinar la escala, consiste en deducir esta de la comparacion del paso del tornillo I K con el sistema de relaciones entre los diámetros i dientes de las ruedas que hemos visto funcionar. La primera de estas es la A del carro, cuya circunferencia traza la línea sobre el suelo. Cada vuelta de A, suponiendo el tambor E igual al F, corresponde a una vuelta de este, i del piñon que lleva consigo. Este piñon conseguirá hacer dar a la rueda H (fig. 1) una vuelta, cuando él mismo haya dado tantas cuantas veces quepa el número de sus dientes en el de H. I como una vuelta de la rueda H corresponde a un paso del tornillo, tendremos que la lonjitud sobre el tablero igual a un paso del tornillo corresponde, sobre el camino recorrido por el carro, a la circunferencia de la rueda A, multiplicada por las veces que el número de dientes del piñon de F cabe en el número de dientes de H. Ahora bien, no siendo fácil medir directamente la lonjitud de un paso del tornillo, se toma en este un número de milímetros cualquiera, i este número se divide por el de pasos contados entre los estremos de la antedicha lonji-

tud. Siendo este número N i llamando C a la circunferencia de la rueda A D al número de dientes de la H, i *d* al del piñon de F, tendremos que la escala será:

$$\frac{L}{N} : \frac{C.D}{d}$$

Por manera que fabricando, por ejemplo, un tornillo, cuyo paso sea de 0 m. 004; i dando a las ruedas grandes del carro 5 m. de circunferencia, al piñon de F (fig. 1), 6 dientes, i a la rueda H, 24, la escala será:

$$\frac{0\text{ m. }004}{4 \times 5 \times 1000}$$

Es decir:

$$\frac{1}{5000}$$

Entremos ahora en los detalles del uso del instrumento para el levantamiento del plano horizontal. Se ha dicho ántes que es necesario orientar el tablero cada vez que el carro tenga que variar de direccion, esto es, siempre que, llegando a un vértice del polígono, tenga que dirijirse hácia el siguiente. Dicha orientacion puede ejecutarse de dos modos, el primero de los cuales consiste en hacer uso de un declinatorio D (fig. 9), que jira en torno de uno de sus estremos sobre una pieza de madera E, la cual tiene una ranura en el costado E, para que, entrando en ella el costado del tablero, pueda dicha pieza E resbalar paralelamente a lo largo del lado K N, llevando consigo al declinatorio D, en una posicion cualquiera. Despues de colocado el tablero en posicion conveniente, se pondrá la pieza E en uno de sus costados; i haciendo jirar la caja D hasta que la aguja magnética marque el cero del declinatorio, se fijará este, por medio de un tornillo de presion sobre la pieza E. Con esto, el ángulo formado por los costados de E i D será el mismo formado por los lados paralelos K N del tablero i la meridiana. Asi, pues, si, partiendo el tablero desde el vértice A del polígono sobre el terreno, segun el antedicho ángulo, se llega al segundo vértice *c*, la línea trazada por el estilo

sobre el papel será *b c*. Volviendo aquí el carro en direccion del tercer vértice H, los lados del tablero variarán de posicion respecto de la meridiana; pero se volverá aquel a su posicion primera, tornándolo hasta que la aguja del declinatorio marque el cero. Hecho esto, el carro marchará hácia H, en donde se hará la misma operacion anterior; i así sucesivamente.

Si en la construccion del carro se hubiese empleado el fierro en cantidad considerable, podrá temerse con razon que la aguja magnética no marque la verdadera direccion en todas las estaciones. Por esta razon, conviene hacer uso del bronce en la fabricacion de las ruedas metálicas, tornillos, abrazaderas, etc. Para el caso en que no pudiera tomarse esta última precaucion, o en que faltase el declinatorio, doi el método de orientacion que sigue: El instrumentito que con este fin he imajinado, i que me ha producido buenos resultados, consiste en una alidada de pínulas G I, que jira horizontalmente sobre un pié vertical, embutida de arriba abajo, en una pieza F (fig. 9), del todo igual a la E para hacerla resbalar a lo largo del lado del tablero. Suponiendo que con éste se ha andado desde A hasta *c*, ántes de volver el carro hácia H, se colocará la ranura de la pieza F en el costado del tablero; i, dirijiendo la alidada G I hácia el vértice H, se la fijará al eje por un tornillo de presion. Dando vuelta, en seguida, al carro, en direccion de H, moverse el tablero hasta que la visual de la alidada pase por este último punto; con lo cual quedará el tablero orientado como ántes.

Como la visual de la alidada no pasa por el punto *c*, hai que tomar en cuenta el error de centralizacion; i a fin de disminuirlo o casi anularlo, se hará resbalar la pieza F a lo largo del costado del tablero, hasta que la alidada se encuentre mui cerca o en el plano vertical de *c* H. Empleando este mismo procedimiento en cada estacion, no hai necesidad de hacer uso del declinatorio.

Como queda indicado ántes, despues de llegar a un vértice, no se puede marchar hácia el siguiente sin hacer que el estilo O (fig. 2) se halle sobre el último punto que ha trazado sobre el papel. I, como al variar el tablero en cada estacion, se habrá de separar, mas o ménos, dicho punto, de la punta del estilo, es preciso volver éste a su posicion verdadera, aflojando el tornillo o

tuerca S, i moviendo convenientemente la pieza O P, que, a mas del movimiento circular en torno de S, tiene el de traslacion, que la hendedura lonjitudinal le permite. A dicho fin, la pieza O P lleva dos estilos, uno en cada estremo, para valernos ya del uno, ya del otro, segun sea el lado de los listones I K hácia donde quede el último punto trazado por el estilo, que es el de partida en el lado del polígono por recorrer.

Operando sobre un terreno inclinado en direccion de la marcha del carro, hai que reducir al horizonte las líneas trazadas sobre el tablero. Hé aquí el medio de que para ello me he valido. A B i A C son dos reglas de madera (fig. 10) de unos 25 centímetros de largo i de un centímetro cuadrado de seccion, articuladas en A. El arco de círculo D, fijo en A C, permite abrir esta especie de compas, i fijar la regla A B, por medio de un tornillo de presion. En medio de esta última regla hai embutido un nivel de aire. Cuando el carro ande en direccion de una pendiente cualquiera se colocará la regla A C sobre uno de sus largueros, levantando o bajando la A B hasta que se halle de nivel. En seguida se fijará esta última regla contra el arco D, con lo cual se tendrá el ángulo de pendiente de la línea que el carro recorre. Es preciso repetir esta operacion dos o tres veces para tomar el término medio, si la pendiente no fuera del todo uniforme. Hecho esto, i llegando al fin de la línea recorrida, se pondrá de plano el instrumentito sobre la raya trazada por el estilo, de manera que una punta de acero que debe haber en el estremo A del canto interior de A B, apunte sobre uno de los estremos de la raya antedicha, i que la punta de que estará armada la corredera E toque el otro estremo. Entónces se fijará la corredera con su correspondiente tornillo de presion; i tomando una escuadra de T, se aplicará sobre el ángulo, tal como se ve en H E, de manera que su canto de la derecha toque a la punta de E. En la parte inferior de la escuadra hai otra punta, H, en direccion del antedicho canto. La distancia horizontal correspondiente será la indicada por los dos puntos inferiores: la H de la escuadra i la A del canto inferior de la regla A C.

El papel del tablero es, como se ha dicho ántes, una larga faja, que se envuelve en los cilindros inferiores. Uno de estos tendrá

todo el papel, al comenzar la operacion; i a medida que esta marche, el papel se irá desenvolviendo de él i envolviéndose en el otro cilindro. Cuando aquél se haya concluido, se volverá el tablero, cambiando de situacion los cilindros, para comenzar a trazar sobre el mismo papel otra línea con lápiz de otro color. Cambiando así los lápices, una misma faja de papel puede servir para levantar el plano de una línea de muchas leguas de largo.

El uso del instrumento requiere tres personas, a saber: el operador que, como se ha dicho, va sentado en Z, (figuras 2 i 3), un postillon que dirije el caballo de tiro, i un mozo que, con una bandera en la mano, va adelante, parándose en todos los puntos de mira. Tan pronto como el carro llega a uno de estos puntos, el de la bandera corre a ponerse en el siguiente, lo que exije que sea conocedor de la línea cuyo plano se trata de levantar.

Entre un vértice i otro, puede haber necesidad de fijar uno o mas puntos. En tal caso se parará el carro cuantas veces se quiera, sin abandonar la línea recta, hácia la bandera del punto de mira. En cada parada, se clavará el papel con el estilo, i quedará fijo el punto, en donde se escribirá la correspondiente anotacion indicando si es acequia que atraviesa, casa a un lado del camino, etc.

Tambien puede suceder que un lado del polígono por levantar esté dividido en secciones de bajada, de subida i de terreno horizontal. En tal caso, se hará una parada al fin de cada seccion, marcando el punto, con la reduccion al horizonte, si es necesario, lo que exijirá el correspondiente retraso del estilo, i se estamparán las anotaciones indispensables, ya sobre el tablero, ya en la libreta que el operador llevará al efecto.

Conviene tener presente que, aun cuando se ha hablado de *raya* sobre el tablero, no hai necesidad de estamparla. Basta hacer, con los lápices de color, circulitos en torno de los puntos que el clavo del estilo deje sobre el papel, i poner a cada punto un número, que se estampará en la libreta, con sus correspondientes anotaciones. Entónces, en lugar de *rayas*, quedará la faja de papel llena de picaduras, las que se unirán entre sí, ya siguiendo el órden de los números, ya tomando las séries marcadas con el mismo color.

Paso en seguida a hablar del segundo mecanismo, cuyo objeto es determinar el perfil del camino andado por el carro. Aquí el motor es la rueda B (figura 2), en cuya maza dentada se envuelve la cadena sin fin *e f* (figura 2 i 1), así como en el tambor tambien dentado, *f*, cuyo eje lleva un piñon que engrana en la rueda del tambor *t*. Por consiguiente, este tambor jira hácia atras del carro, cuando la rueda B anda hácia adelante. En la figura 3.ª se ve que el tambor *t* se halla en la parte de la caja inferior al eje de las ruedas A i B. Al lado opuesto de dicho eje, se halla otro tambor de mayor diámetro T (figura 2), en disposicion paralela, i en frente del primero. Entre ambos tambores i sobre el eje de A y B, está la *mesa*, que es el cuadrilátero blanco, encima de la cual hai una canal de madera, *p q*, de fondo horizontal i costados verticales, colocada de modo que entre ella i la mesa pueda pasar holgadamente una hoja de papel. Esta hoja o faja tiene uno de sus estremos pegado al tambor T, en donde se envuelve; i despues de pasar por entre la canal *p q* i la mesa, se pega con goma el otro estremo en *t*. Por manera que, al andar el carro, el tambor *t* envuelve en sí mismo la faja de papel, i la desenvuelve de T, haciéndola andar proporcionalmente al camino hecho por el carro, segun la fórmula

$$\text{n.m.K: C } X\frac{D}{d}$$

en que C es la circunferencia de la rueda B; D, el número de dientes de la rueda del tambor *t*; *d*, el número de dientes del piñon del tambor *f*, i K, la circunferencia del cilindro *t*, multiplicada por un coeficiente *m*, que va aumentando con el número de vueltas de *t*, i por otro coeficiente constante, *n* que corresponde al grueso del papel con que se trabaja. Porque en éste se verifica lo mismo que en el anterior mecanismo, con la diferencia de que lo que allá es paso del tornillo, aquí es circunferencia del tambor (haciendo abstraccion de los coeficientes). Por manera que si suponemos un lápiz fijo verticalmente en *n* (figura 2), i tocando al papel, al moverse este, con el andar del carro, el lápiz trazará sobre la hoja una línea recta lonjitudinal. I hé aquí otra diferencia entre ambos mecanismos: miéntras en el anterior el papel está

fijo i el lápiz anda, en este segundo, anda el papel i el lápiz permanece fijo.

La raya trazada por el lápiz *n* corresponderia siempre proporcionalmente al camino hecho por la rueda B, si *t* permaneciera del mismo diámetro; pero, a medida que crece el número de vueltas de *t*, este cilindro engorda con las vueltas de la hoja; i el aumento progresivo de su diámetro, aumenta tambien progresivamente la velocidad con que hace andar al papel. De aquí el coeficiente *m* de que ántes hice mencion, cuya determinacion, en la práctica, es tan engorrosa, así como la de *n*, para cada clase de papel empleado, que es preferible determinar la escala directa i prácticamente. Para ello, se mide una estension de 100 metros, por ejemplo, i se la divide de diez en diez metros. En seguida, se hace andar el carro, parando en cada punto de division, i marcando sobre la recta trazada por *n* (figura 2) los puntos correspondientes a cada parada, esto es, a cada seccion de 10 metros. Si el papel no acaba de desarrollarse en los 100 metros, sevuelve a recorrer la misma línea hasta que toda la faja quede marcada, la cual servirá despues para marcar otras fajas del mismo espesor.

Se ha supuesto fijo al lápiz en *n* (figura 2). Veamos ahora como se le puede dar un movimiento trasversal a la faja de papel, de tal manera que indique las diversas inclinaciones de la línea recorrida por el carro.

En el mecanismo que da el plano horizontal, se ha convertido el movimiento circular de la rueda H (figura 1) en rectilíneo, por medio del tornillo I K (figura 2): en el presente, vamos a ver dos movimientos circulares convertidos en rectilíneos. Uno de estos es el del papel, que ya se conoce; el otro es el del lápiz *n*, que vamos a ver en seguida. El lápiz está, como se ha dicho, fijo verticalmente en una piececita *n*, unida a un carrito *n m*, que rueda dentro i a lo largo de la canal rectangular *p q*. En la figura 5 se verá, dibujada en mayor escala, la canal A B C D, i dentro de ella el carrito, con cuatro ruedas verticales *m*, *n*, *m*, *n*, sobre el fondo de la canal, i cuatro horizontales, *r*, *s*, *r*, *s*, que ruedan contra los costados, A B i C D. Por sobre de la canal, corre la pieza en donde está el lápiz O. En la cara superior del carrito, hai dos ruedas horizontales *p q*, por entre las que pasa la hélice

E F, de un tornillo de gran paso, tornillo que está representado, en posicion un poco oblícua, por la figura 4. Se le construye torneando un cilindro A, con espigas tambien torneadas, en sus estremos. En torno de él se traza una hélice, cuyo paso es el doble de A B: i dividiendo esta mitad de paso en partes iguales, de manera que haya tantas divisiones desde el punto medio C, hácia A como hácia B, se abrirán, en todos los puntos de division, barrenaduras, en sentido perpendicular al eje del cilindro, de manera que pase por este eje el de cada barrenadura. En seguida se embutirán en estas los barrotes A E,—B D, todos del mismo largo, i se adaptará a los estremos de estos un liston de seccion rectangular, D C E, hecho de madera dura i flexible al mismo tiempo, como, por ejemplo, la de avellano, de la cual me he servido yo, con mui buen éxito, para este mismo objeto.

Construido así este tornillo (figura 4), cuya rosca es E C D, se le colgara sobre la mesilla *p q* (figura 2), metiendo las espigas A i B en dos barrenaduras *x*, *y*, tal como se ve en la figura 3. Sobre el eje de las ruedas grandes del carro, se elevan los dos pilares *v h* i *w g*, uno de los cuales se ve en la figura 1, E *g*. Ambos pilares están unidos por un par de listones *h g* (figura 3), que mirados de arriba abajo, se ven en Z (figura 2), i cuyas cabezas aparecen en *g* (figura 1). Entre dichos listones corre la pieza *i y*, que tiene una de las barrenaduras para entrar en ella una de las espigas de A A. La otra barrenadura está en *x* (figura 3), en el pilar *v h*. Las líneas gruesas negras perpendiculares al cilindro *x y*, son las proyecciones de los barrotes A E, B D (figura 4); i en la parte inferior de dichas proyecciones se ve la curva *s r* (figura 3), que representa a la hélice D C E (figura 4). Esta hélice, que llega hasta sobre la canal *p q* (figura 2), es la *r s* de esta última figura, i se halla representada por E F, en la figura 5.

Hallándose dicha hélice E F (figura 5) aprisionada por las ruedas horizontales *p* i *q*, entre las cuales resbala, es evidente que el movimiento rotatorio del gran tornillo, en torno de su eje *x y* (figura 3), hará andar al carrito *m n* (figura 2), en uno o en otro sentido; i con este, andará el lápiz *n*, trasversalmente a la faja de papel T *t*, i trazando, cuando el papel ande, líneas paralelas, ya al uno, ya al otro lado de la central T *t*. Pero en realidad, el

tornillo está fijo, pues en el barrote central hai una caja K (figura 3) tubular, llena de material pesado, que, manteniendo a plomo dicho barrote central, impide que jire el cilindro del eje *x y*. Lo que realmente jira en torno de dicho eje, es todo el sistema del carro, cuando este sube o baja por una línea inclinada. I, jirando tambien el carrito *m n* (figura 2) tendrá que seguir la hélice *r s*, i, por consiguiente, andar por la canal *p q*, separándose de la línea central T *n t*, ya en uno, ya en otro sentido, segun sea que el carro suba o baje por su camino sobre el suelo. Las distancias a que el lápiz *n* se separa de la línea central, en las diversas posiciones del carro, corresponden a los ángulos que la mesilla *p q* hace con la horizontal, segun la direccion de la marcha del carro, esto es, corresponden a los ángulos de pendiente del camino que este recorre.

En consecuencia, se puede determinar, de una manera directa, la *escala de pendientes*, operando como sigue: Colocado el carro en una plataforma horizontal, tambien lo estará la mesilla, i la faja de papel T-*n-m-t* (fig. 2); i el lápiz *n* se hallará sobre la línea central. En seguida se elevarán las ruedas delanteras, C D, del carro hasta que la mesilla forme, por ejemplo, un ángulo de 5.° con la horizontal; i se marcará sobre el papel el punto hácia donde se haya retirado el lápiz, de la línea central. Elevadas las mismas ruedas mas todavia, hasta formar la mesilla con la horizontal un ángulo de 10.° se marcará el nuevo punto indicado por el lápiz *n*. Prosiguiendo del mismo modo, de 5.° en 5.° hasta que el carrito *m n* concluya de recorrer todo un lado de la hélice, *r s*, se tendrá hácia un lado de la línea central T-*n-m-t*, una série de distancias, que corresponderán, una por una a los *ángulos de subida* 5.°, 10.°, 15.°, 20, 25., etc. Tomando correspondientemente aquellas distancias hácia el otro lado de la línea central, se tendrán las que corresponden a los *ángulos de bajada*. La línea central, que pasa por *n*, proyeccion del eje de la plomada K (fig. 3) se marcará con el *cero*, i corresponderá al camino horizontal del carro.

Así es como se puede formar, para cada carro, una tabla, dividida hasta en cuatro columnas, la primera de las cuales contendrá la série de distancias del lápiz *n* a la línea central; la segun-

da, los ángulos correspondientes; la tercera, el tanto por ciento de pendiente, enfrente de cada ángulo; i la cuarta, el tanto por ciento de distancia horizontal que corresponde a cada inclinacion. Dividiendo en 5, 10, 15, etc., la primera, segunda, tercera, etc., distancia del lápiz *n* a la línea del cero, i escribiendo las correspondientes divisiones en la tabla, se tendrá ésta de grado en grado.

Como se ve, el mecanismo que se acaba de describir no da directamente ni los ángulos de inclinacion ni la proyeccion horizontal del camino recorrido, sino solamente los datos para obtener lo uno i lo otro. Supongamos que *a t* (fig. 11) sea la linea central o del cero, de la faja de papel: el lápiz trazará, a uno i otro lado de dicha línea, las paralelas *b c d e*, *g m*, *n o*, *p q*, *r s*, etc., a diversas distancias correspondientes a los diferentes ángulos que el carro, en su camino, haya formado con la horizontal. El lápiz no traza líneas rectas unidas, sino que, por el movimiento mas o ménos áspero del carro, dibuja líneas trémulas, tal como están representadas en la figura. Cuando el carro da un salto, por ejemplo, en una acequia, la línea se quiebra como en *c*. En este caso, suponemos que el carro ha comenzado a andar, bajando desde *b*, teniendo presente que tanto las líneas de *bajada* como las de *subida* pueden estar ya al uno ya al otro lado de la línea del cero, segun sea la posicion que se dé a la hélice respecto del eje del gran tornillo, lo cual no influye en manera alguna sobre el resultado práctico. Si en lugar de pasar al traves de una acequia u hoyo, la rueda del carro pasa por sobre una piedra o tronco mas altos que el suelo, la línea de trepidacion trazada por el lápiz tendrá la forma *d*, inversa de la de *c*. Por consiguiente, la forma de la quebradura repentina indica con seguridad si el carro ha saltado por sobre un punto mas alto o por otro mas bajo que el suelo. En el primer caso, ya sea línea de *bajada* o de *subida* la que traza el lápiz, ésta comienza por acercarse al lado de las líneas de subida para volver al de las de bajada i tomar despues su posicion anterior. En el segundo caso sucede inversamente.

Pero cualquiera que sea el aspecto tembloroso de las líneas dibujadas por el lápiz, siempre se puede trazar con una regla, a lo largo de cada una de ellas, la *línea media* que le corresponde. Una vez trazadas estas rectas, paralelas a la *a t*, se tendrá, por ejem-

plo, las secciones *b e*, *g m*, *n o*, *p q*, etc., cuyas lonjitudes conocemos, así como las distancias respectivas de cada *línea media* a la del cero, *a t*. Buscando estas distancias en la tabla de que ántes se ha hablado, veremos los ángulos de pendiente a que corresponden. I como cada seccion *b e*, *g m*, *n o*, etc., representa la correspondiente línea inclinada sobre el suelo, podemos determinar, valiéndonos de la misma tabla, tanto las respectivas proyecciones horizontales como la diferencia de nivel entre los puntos *b*, *c*, *d*, *e*, *g*, *m*, etc.

Así como en el levantamiento del plano horizontal, tambien aquí podemos emplear lápiz de diversos colores, a fin de utilizar una misma hoja de papel, en la determinacion de dos, tres o mas perfiles.

En este segundo mecanismo, se ha supuesto que el piñon de *f* (figura 1) movido directamente por la cadena de la rueda B (figura 2), engrane en la rueda del tambor *t*, lo cual produce una escala mas o ménos grande, segun sea el diámetro de *t*. Si se quisiera disminuir la escala, se podria agregar una rueda i un piñon intermedios, pues así se disminuirá la velocidad de rotacion del tambor *t*, cuyo diámetro puede tambien disminuirse, con el mismo objeto. A fin de no complicar la figura, no se ha colocado en ella dicha rueda i piñon intermedios; pero yo los he usado, con buen exito, tal como puede verse en el modelo expuesto en el Salon del Instituto de Injenieros.

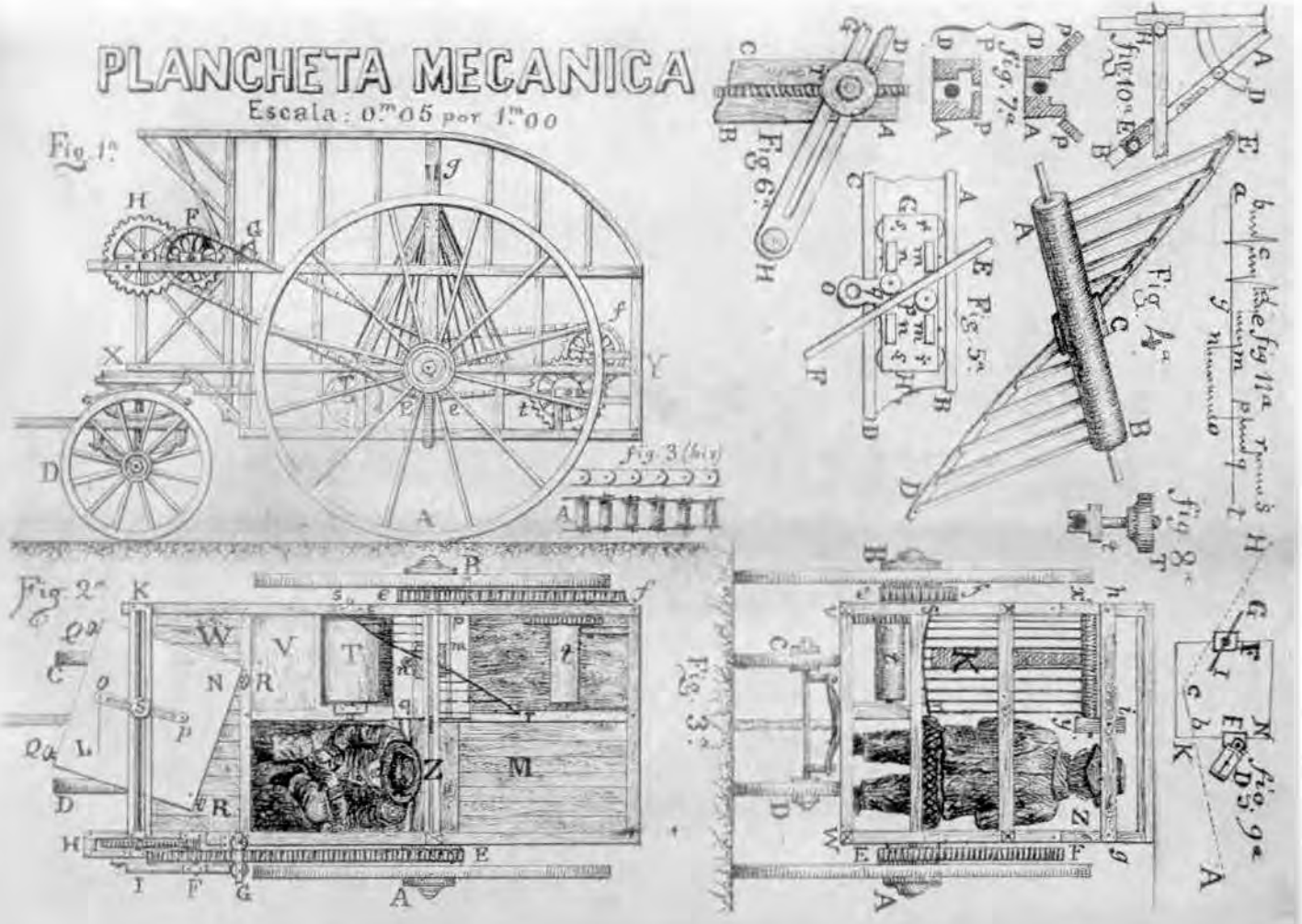
Bien se echará de ver el gran auxilio de que podrá ser un instrumento como éste para el injeniero encargado de estudiar el trazo de una línea férrea, especialmente cuando le es desconocido el terreno. Haciendo marchar delante de él a un ayudante con un carro, obtendria diariamente diversas líneas entre las que podria elejir.

Pero endonde este aparato daria preciosos resultados prácticos seria en el levantamiento de la carta catastral de un país. Con él se podria fijar, a mui poca costa, hasta los menores detalles. Bastarian diez carros, por ejemplo, para levantar, en dos años el plano de las pampas arjentinas, con todas sus ondulaciones, cañadas, zanjones, esteros, rios, caminos, casas, etc. Las líneas divisorias entre los cerros i los planes, las daria el carro, con ma-

yor exactitud que la que es dable esperar de las comisiones encargadas de construir cartas catastrales, pues la multiplicacion de los puntos de detalle hace sumamente engorroso el trabajo. Lo mismo digo respecto de la fijacion de los caminos, que el carro marcaria con todos sus recodos, i que una comision topográfica o jeodésica no puede detallar con tan escrupulosa conciencia.

Suministrando aparatos como éste a nuestros Injenieros residentes en las provincias, e imponiéndoles la obligacion de presentar cierto número de kilómetros de caminos levantados, por año, con especificacion de las haciendas por donde pasan, e indicaciones sobre la calidad de los terrenos, clases de cultivo a que se les destina, producto que dan por hectárea, en siembras, engordas, etc., etc., se tendria, al fin de poco tiempo, todos los datos para construir una carta catastral de Chile mas exacta i ménos deficiente que la que actualmente tenemos.

DANIEL BARROS GREZ.

PLANCHETA MECANICA

Escala: 0.m05 por 1.m00