



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

**EL PAPEL QUE EL TOPÓGRAFO DESEMPEÑA EN EL TRAZO DE UN
FERROCARRIL**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO

PRESENTA:

REZAS, FIDENCIO

MÉXICO, D. F.

1091



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Fesis.



Señores Jurados:

Mucho he vacilado al elegir el punto que debía servirme de tema para el presente trabajo, porque, en mi humilde concepto, me parece casi imposible que quien como yo por primera vez emprende una tarea semejante, pueda llenar su cometido de una manera satisfactoria y digna de las competentes e ilustradas personas que integran mi respetable jurado; y menos aun cuando para ello no se cuenta con las aptitudes necesarias, y solo sí con la natural inexperiencia y poco tiempo propio del que se encuentra apenas en los umbrales de la vida práctica; así es que con la firme convicción de que cualesquiera que fuese el asunto que tratara, lo había de hacer con la torpeza y absoluta carencia de originalidad del que por más esfuerzos que haga, solo puede ombelar el haber cumplido con el deber que se le impone, me decidí á tratar el asunto que á continuación expongo y que, aunque sencillo y sin mérito, presenta para mí menos obstáculos y dificultades, y no por otra causa sino por la

de haber sido objeto de un pequeño trabajo que innecesaria y bondadosamente se me confió, y en el que pude apreciar el "papel que el Topógrafo desempeña en el trazo de un ferrocarril."

Manifestado lo anterior, paso á ocuparme del asunto en cuestión:

El trazo de una vía férrea, visto de una manera general, es el trazo topográfico de una línea que satisfaga á determinadas condiciones de pendiente, etc.; dos de las operaciones principales que comprende son: el trazo de una poligonal ó preliminar y el trazo definitivo ó localización, esto es, sustitución de la curva al ángulo. Respecto al orden que en el campo se sigue para ejecutarlas, es éste: la persona que lleva el teodolito, y que por lo tanto va trazando, camina en primer lugar; inmediatamente después viene el nivelador, encargado de la nivelación de la línea; en seguida, y cerrando la marcha, toca su lugar al Topógrafo; pero antes de entrar de lleno en la descripción amplia y detallada de lo que á él concierne, que es el objeto prin-

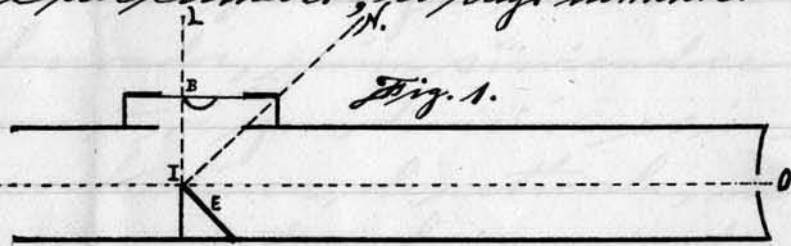
principal de la presente, juzgo debido manifestar: que si ligeramenté he tocado ó llego á tocar, en el curso de este insignificante estudio, algunos puntos que no sean del dominio directo del Topógrafo, ó que no le corresponda ejecutar en la clase de trabajos á que me estoy refiriendo, se considere como resultado de pequeñas observaciones hechas en el trabajo á que antes aludí, y nunca como inútil y vana pretensión.

Hecha la anterior aclaración, continúo, comenzando por decir que la misión que el Topógrafo tiene á su cargo consiste en el levantamiento, con curvas de nivel, de una faja más ó menos ancha de terreno, á uno y á otro lado de la línea, teniendo además que ir tomando todos aquellos detalles que, comprendidos dentro de los límites del terreno en que opere, sea útil y necesario figuren en los planos que del trazo se van construyendo.

Los instrumentos que necesita para ejecutar estos trabajos, son los siguientes: una cadena ó cinta cuya longitud pue-

de ser variable, empleándose generalmente una de veinte métrros subdividida en decímetros y centímetros. - Un goniómetro portátil, siendo éste por lo regular una brújula de reflexión ó una de pínulas simplemente, aunque es de preferir la primera por permitir hacer la lectura correspondiente, casi en el instante mismo de establecer la coincidencia entre la señal y el hilo de la pínula respectiva, lo cual significa mayor precisión y rapidez en la medida del ángulo de que se trate. - El nivel de mano, que consta esencialmente, al menos el que yo usé, de un tubo cilíndrico de metal de unos 0.^m 10 de longitud por unos 0.^m 015 de diámetro, ennegrecido en el interior y desprovisto de lentes, teniendo el extremo correspondiente al ocular cubierto por un disco también metálico, y en cuyo centro se ha practicado una pequeña abertura circular con objeto de dar paso por ella á las visuales; el extremo objetivo se encuentra por el contrario enteramente descubierto, pero á corta distancia de él y en el interior del tubo, se haya colocado, á

45° con respecto al eje longitudinal de este último, un pequeño espejo cuyo borde libre, horizontal, al usarse el nivel, sigue la dirección de uno de los diámetros del referido tubo, sirviendo de ésta manera como retícula para poder dirigir las visuales. Correspondiendo con el espejo, y en la parte superior del cilindro de metal, está una pequeña abertura sobre la cual se ha colocado, invariablemente unida a éste, una armadura metálica con un nivel de burbuja paralelo al eje del tubo. La teoría del instrumento es por demás sencilla: suponiendo, fig. 1, una sección hecha en él por un plano normal á la línea de retícula ó borde del espejo, y que pase por el eje del cilindro, el rayo luminoso L , que atraviesa por B , encontrará al espejo E en I , reflejándose en seguida según IO , para llegar al ojo del observador, que de ésta manera verá la imagen de la burbuja tangente á la línea de retícula. Tal es lo que se verificará siempre que el rayo luminoso



que pase por B. y encuentre en I. al espejo, se re-
 flecte según la dirección del eje del tubo, esto es,
 siempre que el rayo y eje indicados formen
 en I. un ángulo de 90° ; lo que se consigue estando
 el instrumento bien construido y en posi-
 ción horizontal. - El cuarto y último de los in-
 strumentos de que se vale el Topógrafo para el le-
 vantamiento de secciones transversales, es el es-
 tadal; consiste en una regla de madera de
 cuatro metros de longitud, en la cual el ce-
 ro ó punto de partida se marca por una línea
 que dista del extremo de la regla que se apo-
 ya en el suelo, la misma cantidad que la
 vista del observador con respecto á este úl-
 timo. Para medir ésta cantidad, en un ter-
 reno sensiblemente horizontal se coloca un
 estadal graduado en frente y á corta dis-
 tancia del observador, quien sirviéndose
 del nivel de mano ve que división es in-
 terceptada por la línea de retícula, en
 el momento en que ésta y la imagen de
 la burbuja son tangentes; la altura así to-
 mada se lleva, de la manera ya indicada, so-
 bre la regla que se desea graduar, y á par-
 tir de ella se subdivide el resto de dicha

regla en metros, decímetros y medios decímetros, lo que es suficiente para el objeto. Facilmente se comprende que puede usarse en lugar del arriba descrito, un estadoal de graduación normal, solamente que entonces habrá que restar, á las lecturas que en él se hagan, la altura de la vista del observador, lo cual no pasa con los que se gradúan especialmente para el levantamiento de secciones transversales, que para el caso, y siempre que sea posible, es preferible emplear.

Enumerados y descritos ya los instrumentos de que el Topógrafo se sirve, para llevar á cabo la tarea á él confiada en el trazo de un ferrocarril, paso á ocupar me ligeramente de la manera como se ejecuta el trazo preliminar, que es como sigue: instalado el teodolito en el origen de la línea ó estaca 0, el ingeniero encargado de él traza un primer alineamiento recto, en la dirección necesaria y con una longitud más ó menos grande, según sea preciso; dicho alineamiento queda marcado por las estacas numeradas que á cada veinte mé-

tros se van clavando, valiéndose, para la medida de estos espacios, de una cadena que tiene esa longitud; por lo regular, la distancia que media entre las estacas última y penúltima de este primer alineamiento, así como de casi todos los siguientes, no es de veinte metros, por ser muy poco probable que el punto en que la persona que va trazando juzga conveniente terminar cada alineamiento, sea precisamente el que corresponde á una cadena completa. Las estacas se numeran á partir del 0, que le corresponde á la del origen, siguiendo la serie creciente de los números pares, es decir, á la que está á veinte metros de la 0 le corresponde 2, á la que está á cuarenta 4, á la que está á sesenta 6, etc.; en cuanto á aquellas que su distancia al origen no es un múltiplo exacto de veinte, sino que por ejemplo sea 413.5 ó 403.5 , se numeran así: $41+3.5$ ó $40+3.5$, según se trate del primero ó del segundo de estos dos casos. Una vez trazado el primer alineamiento se pasa el teodolito á la estaca que

lo termina, y desde allí, y formando ciertos ángulos con él, traza el ingeniero el segundo alineamiento, que á su vez le sirve de base para el tercero, éste para el que sigue, y así sucesivamente, hasta llegar al punto final de la línea. Por su parte el nivelador, colocado con su aparato en el lugar que le parece conveniente, procede inmediatamente á la nivelación de las estacas que van quedando clavadas, empleando para ello el método americano y procurando ir lo más cerca posible del que lleva el teodolito, con objeto de que dicho ingeniero se informe cada vez que lo crea necesario, de la pendiente que va teniendo la línea.

Tras de esto llega su turno al Topógrafo, que con las acotaciones que de las estacas le suministra el nivelador, procede á configurar en el orden siguiente: primeramente, y en vista de la forma que el terreno afecte, tiene que elegir el punto de la línea á partir del cual sea preciso, á su juicio, hacer el primer perfil transversal; ahora bien, éste

elección de puntos que constantemente tiene
 que ir haciendo, al ir haciendo cada uno de los
 siguientes perfiles transversales, es, sin duda
 alguna, la única y grande dificultad que se
 presenta para el buen éxito del trabajo, de
 que me estoy ocupando, puesto que siendo
 la base de la operación, se necesita, para
 hacerla, atinadamente, habilidad y conoci-
 miento de las leyes generales á que están sujetos
 los accidentes del suelo, requisitos que no son
 fáciles de adquirir sino con larga práctica
 y atento estudio sobre el terreno, tienen que
 constituir, como antes he dicho, una verda-
 dera dificultad para todos los que prin-
 cipiamos, dificultad que algo se atenúa
 haciendo secciones en todos aquellos puntos
 del trazo que correspondan á thatwegs, cre-
 tas, inflexiones, etc., del terreno; así como en
 los que por su proximidad á algún acciden-
 te notable del mismo, ameriten la referida
 operación; sin impedir todo esto, el que
 muchas veces se practiquen secciones en
 lugares que no están comprendidos en nin-
 guno de los casos citados, pero que á juicio
 del Topógrafo ó por indicación del in-

geniero, que va trazando, es conveniente dar. Fijado lo cual, significa, que, sobre un vista, de la forma que el terreno afecte, según lo dije antes, es como puede elegirse el punto que más se crea que convenza, para servir de origen á cada una de las diversas secciones que hoy que practicar; así pues, suponiendo que se ha elegido ya más ó menos, acertadamente, el lugar en que se va á efectuar la primera de estas, lo que inmediatamente después hay que ver es la dirección que tiene, que seguirá tanto á uno como á otro lado de la línea. Tres son los casos que para esto pueden presentarse: 1.º, que ambas partes de la sección sean normales al tramo correspondiente de dicha línea de trazo. 2.º, que formen con ella ángulos de igual ó diferente magnitud uno de otro. 3.º, que una parte sea normal y la otra no; por lo demás, como la dirección de que se trata depende de la que á su vez tenga el thalweg, cresta, inflexión, etc. ó no general, la línea del terreno según la cual, á juicio del Topógrafo, conviene hacer cada sección, resulta que la cuestión

de dirección, esta también subordinada á la forma afectada por el terreno, y que por lo mismo, si se en presencia de él es como puede fijarse. Suponiendo pues ya colocado al Topógrafo en el punto conveniente de la línea de trazo, lo que hace allí desde luego es mandar poner una baliza en una de las estacas próximas al lugar ocupado por él; en seguida dirige una visual con la brújula, haciendo que el hilo de la plometa correspondiente coincida con la vertical marcada por la baliza, obtenido lo cual, apunta la indicación angular que señala la extremidad N. de la aguja; ejecutado esto manda que coloquen la baliza en la dirección de la línea del terreno, según la cual vaya efectuar la primera parte del perfil transversal, haciendo también esta vez la lectura respectiva de la brújula, que por diferencia con la anteriormente obtenida, permite averiguar el valor del ángulo bajo el cual dicha parte pertenece á la línea de trazo. La misma precaución que hay que tener al apuntar en el registro el valor angular indica-

do, es la de especificar con que parte de ésta
 se formó dicho ángulo, esto es, si con la que
 sigue hacia adelante, en el sentido en que
 se va haciendo el trazo, ó con la que sigue
 hacia atrás, en sentido contrario, aclaración
 que por otra parte puede evitarse, si
 siguiendo desde un principio la costum-
 bre de formarlo siempre con la misma
 parte, ya sea una u otra de las dos á que
 me he referido, lo cual es indiferente pa-
 ra el objeto propuesto. En cuanto á todos
 aquellos casos en que no haya accidente im-
 portante que seguir, la sección se hace
 á 90° con la línea de trazo, pudiendo en
 tales casos no servir de la brújula, puesto
 que no siendo preciso en ellos ni siquiera
 la relativa exactitud que en los otros ca-
 sos se procura tener, basta simplemente
 colocarse de pie en el origen de la sección,
 procurando que la proyección horizontal de
 los brazos extendidos en cruz, se acerque lo
 mas que sea posible á la dirección que
 el trazo siga en ese lugar; conseguido es-
 to, se llevan hacia adelante simultanea-
 mente y con igual velocidad, logrando

así que al encontrarse las palmas de ambas manos á la altura del pecho, indiquen la dirección que debe seguirse y que, con poca diferencia, será la que habría resultado empleando la brújula y por lo tanto un poco más de tiempo.

Una vez hechas las operaciones anteriores, véase el número de la estaca que sirve de origen á esta primera sección, y con él busca en la lista de acotaciones que el nivelador le ha suministrado, la que corresponde á la estaca en cuestión y que raras veces estará expresada por un número entero. De esta cota partirá para obtener las curvas de nivel que desea, ya sean de orden par ó impar, suponiendo que sean las primeras las que se le haya encomendado que obtenga, como sucedió en el trazo en que como Topógrafo trabajé, y que, por ejemplo, la estaca 80 tenga de acotación 75.40, subiendo el terreno á la izquierda de la línea y bajando á la derecha, es claro que la curva 76 estará situada 0.60 más arriba que la estaca, por lo que, para encontrarla, se procederá así: un peon mantendrá el estadal fijo y en posición sensiblemente vertical junto á la estaca, teniendo

de además la extremidad cero de la cinta; otro de los peones llevará la parte enrollada de ésta y marchará en dirección de la baltiza, junto con el observador que en el presente caso irá ascendiendo, hasta obtener de lectura en el nivel la cantidad 0.^m60, que corresponde al punto por donde pasa la curva buscada; despues de esto, y teniendo cuidado de que la cinta esté tendida sensiblemente horizontal, anota la distancia que ella acusa haber entre el estadal y el punto encontrado. Obtenida así la primera curva de nivel, el peon encargado de tener la extremidad cero de la cinta y el estadal, se pasa al lugar ocupado poco antes por el observador, que acompañado por el otro peon, sigue subiendo siempre en la dirección de la baltiza, hasta tener un desnivel de 2.^m00 con respecto al nuevo punto ocupado por el estadal. Tomada la distancia con el mismo cuidado que en el caso anterior, queda á su vez encontrada la curva 78. De una manera análoga se irían obteniendo las curvas 80, 82, 84, etc., hasta llegar á aquella cuya distancia al origen de la sección sea igual

i pocos diferentes, del límite fijado para la topografía, tanto á la derecha como á la izquierda, de la línea de trazo, límite que depende tanto de lo accidentado del terreno como de la mayor i menor importancia que tenga el proyecto de que se trate. Respecto á la equidistancia de las curvas, solo añadiré que si la he considerado de 2.^m00, ha sido por referirme al trabajo que tuve, pues por lo demás puede tener un valor más i menos grande que éste.

Terminado el levantamiento que acabo de describir, hecho á la izquierda de la línea yendo en el sentido de ella, que es como siempre debe hacerse la distinción de lados, se procede á efectuar el de la derecha, que se para donde he dicho antes que el terreno baja; la única diferencia que este caso presenta con el anterior, es la de que en vez del observador es el peon que lleva el estadal el que va adelante, quien por lo tanto va bajando en la dirección fijada hasta que el primero, colocado en la estaca ya mencionada, obtiene con el nivel una lectura de 1.40, que correspondería al punto por donde pasa la curva si se mide la distancia, se pasa el observador al

sitis que ocupaba el pie con el estado, este si-
que bajando y de nuevo se le ordena detenerse
al encontrar la curva 72, i sea 2.^o de desni-
vel; así se continúa haciendo hasta concluir
este segundo levantamiento, correspondiente,
según supuse al primer pit, á la primera
sección transversal.

En el registro que de las operaciones an-
teriores se lleva, y del cual más adelante me
ocupé, se anotan también las distancias á que
se hayan del trazo, todos aquellos detalles im-
portantes que, comprendidos en la zona de ter-
reno que se va levantando, se mencionen en
la dirección en que se haga la sección, tales
como thalwegos, crestas, caminos, casas, ríos,
etc., etc.

He procurado hacer tan minuciosa
y detalladamente la descripción que ante-
ceda, por formar las operaciones que la con-
stituyen el principal objeto de este insigni-
ficante estudio, y además por que son ellas
las que constantemente tienen que repetirse
con cada nueva sección que se traze y le-
vante; bien es cierto, que según sean las cir-
cunstancias del terreno, así será el orden que se

siga en la ejecución, pero en cambio, en cuanto á ésta, se hará continuamente de la manera que antes he indicado, siempre que para el trazo de la vía se siga el procedimiento americano.

Para llevar el registro se usan libros de papel cuadrado, que tienen cada hoja dividida verticalmente en dos partes iguales por medio de una línea más gruesa que las demás y que se supone representar la línea del trazo; es que se comienza por la parte inferior de cada hoja, escribiendo las secciones de uno ú otro lado de la línea de referencia, según les corresponda en el terreno. Primeramente se escribe un quebrado en el punto que de ella se tome como origen de la sección, siendo el numerador la acotación de la estaca y el denominador el número correspondiente á la misma, que expresa su distancia á la estaca 0; á los lados de dicho quebrado, y entre paréntesis, se apunta el valor de los ángulos que la sección forme con el trazo, suprimiendo estas anotaciones cuando el valor angular de que se trate sea de 90° ; después de los paréntesis sigue una serie

de quebrados en que los numeradores representan el número de la curva, i nombre del detalle que se encuentre, y los denominadores las distancias a la estaca.

Como aclaración a lo que acabo de explicar ponga en seguida un fragmento de registro, estando marcada por la flecha la dirección de la línea de trazo, procediendo de abajo para arriba:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|
| N. | ↑ | | | | | | | | | | | | D. | | |
| vía | 76 | vía | 78 | 80 | 82 | (135°) | 82.65 | 84 | 86 | 88 | camino | 90 | 92 | | |
| 105.50 | 83.30 | 67.85 | 62.45 | 35.10 | 15.00 | 18.79 | 12.15 | 31.15 | 45.85 | 48.10 | 68.35 | 77.40 | 77.40 | | |
| | 22.20 | 13.45 | 7.70 | 27.05 | 20.10 | | 19.00 | 14.70 | 2.25 | 20.25 | 11.70 | | | | |
| vía | 68 | vía | 70 | 72 | 74 | 76 | (98°) | 76.30 | (83°) | 78 | 80 | 82 | 84 | camino | 88 |
| 86.11 | 68.77 | 54.92 | 49.42 | 33.32 | 23.35 | 17.20 | 72.73 | 4.10 | 18.60 | 20.40 | 35.78 | 39.53 | 50.88 | 50.88 | 50.88 |
| | 17.85 | 14.05 | 5.50 | 16.70 | 7.77 | 12.15 | | 6.50 | 7.80 | 15.38 | 3.75 | 11.00 | | | |
| 70 | 72 | 74 | vía | 76 | 78 | 80 | 80.20 | 82 | 84 | 86 | 88 | 90 | camino | 92 | |
| 82.62 | 64.77 | 46.80 | 43.65 | 34.75 | 20.60 | 9.10 | 8.5 | 7.52 | 12.72 | 21.82 | 31.97 | 47.78 | 50.88 | 61.15 | |
| | 18.45 | 17.37 | 3.15 | 8.70 | 14.15 | 11.50 | | 5.20 | 7.10 | 10.15 | 16.81 | 3.70 | 17.15 | | |

Las iniciales N. y D. escritas en la parte superior, indican izquierda y derecha respectivamente, es decir, que si la sección de que se trata se hace en el terreno a la izquierda del trazo, el registro se apunta en la columna marcada con la N., y si por el contrario, se hace a la derecha, entonces se apunta en la marcada con la D. Por lo demás, habiendo ya explicado la significación que tienen las an-

taciones que en el registro se llevan, sobe añadi-
 dí, que para obtener con más facilidad las
 distancias de las diversas curvas á la esta-
 ca de partida, se coloca la lectura hecha
 en la cinta, al encontrar la segunda cur-
 va, abajo del denominador correspondien-
 te á la primera; la suma de estas dos can-
 tidades dará la distancia de la segunda
 curva á la estaca en cuestión. De una
 manera análoga se procede con todas las
 demás, como puede verse en el fragmento
 de registro que antecede.

Para construir en el plano la
 topografía del terreno, se comienza por tra-
 zar sobre la directriz el ángulo α y ángulo β
 que ésta forme con la dirección de la sec-
 ción; sobre esa dirección, y á partir de la
 directriz ó línea de trazo, se van tomán-
 do las distancias correspondientes, con el
 doble decímetro y sujetándose á la esca-
 la elegida; hecho esto, tanto á uno como
 á otro lado de la línea, así como anota-
 dos con los números de las curvas los diversos
 puntos obtenidos, se pasa á la siguiente
 sección que dá lugar á operaciones idén-

ticas para pasar á la otra y así sucesivamente. Ahora bien, como el perfil longitudinal, del trazo suministra los diferentes puntos en que las curvas de nivel lo interceptan ó tocan, no queda más que unir después todos aquellos que estén marcados con el número de la misma curva ó que correspondan al mismo camino, río, superficie, etc., etc., para obtener en el plano la representación del terreno, más ó menos fiel y exacta, según la práctica y aptitudes del encargado de tomar los datos necesarios en el campo.

Respecto á escala, para el plano general se toma la de $\frac{1}{10000}$, siendo entonces de 5.00 la equidistancia de las curvas de nivel; para los de estudio comúnmente se escoge la de $\frac{1}{2000}$ y la equidistancia de 2.00.

Al hacer el levantamiento de secciones transversales no es indispensable buscar de terminada curva, pero basta, partiendo de la estaca y á distancias variables cualesquiera que sean, hacer las lecturas de nivel y anotarlas con sus respectivas distancias en el registro, bajo la forma y orden ya indicados. La ventaja de proceder así es que

se puede trabajar sin el conocimiento previo de las acotaciones de las estacas, y que, por lo tanto, las operaciones de campo se ejecutan con mayor rapidez y comodidad; en cambio, la construcción de la topografía en el plano se hace más lenta e inexactamente, pues hay que deducir cada uno de los puntos por donde deben pasar las diversas curvas de nivel. Así, suponiendo que á los 4.^m 50 de la estaca el desnivel sea de 0.80, y á los 15.00 de 2.30 al hacer la construcción en el plano, se sumará, á cada una de estas alturas, la correspondiente acotación de la estaca para así referirlas á este valor que al efecto supondré de 94.^m 70; haciendo las sumas resulta que á los 4.^m 50 se tiene 95.^m 50, y á los 15.00, 97.00, por lo que, para saber á qué distancia de la curva 95.50 pasa la 96, se establece la siguiente proporción:

$$\frac{1.5}{15} = \frac{0.5}{x}, \text{ es decir, la diferencia de nivel entre los dos puntos que comprenden al que se busca, es con la distancia del segundo de ellos á la estaca, como la cantidad que falta á la otra del primero p}$$

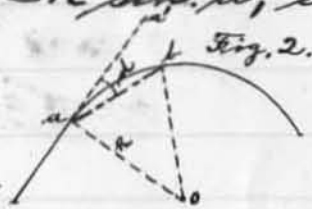
ra ser igual al número de la curva, es con la distancia incógnita. Despejando, queda: $x = 5.00$, lo que quiere decir que la curva 96 pasa á 5 metros de la 95.50, ó sea á 9.50 de la estaca. Tal es la manera de deducir los puntos por donde deben pasar las curvas de nivel que se necesitan.

De los dos procedimientos descritos para hacer el levantamiento de secciones transversales, el primero es, sin duda, alguna, el que mas exactitud proporciona siendo, por lo tanto, de preferirse para el objeto.

En los sitios de difícil configuración, el topógrafo hace por lo regular, un pequeño croquis del terreno, con objeto de que al dibujar en el plano esas partes, se tropieze con menos dificultades y se marquen más acertadamente los puntos que correspondan á la misma curva.

Una vez dibujada la topografía, ó al menos los lados de la preliminar, el ingeniero encargado de hacer la localización tiene que ir proyectando diariamente sobre los planos, vista de dicha topografía, la serie de tangentes y curvas que llenen mejor los re-

quisitos del caso y que al día siguiente se tra-
gan en el terreno, haciéndoles todas aquellas mo-
dificaciones que el mencionado ingeniero juzgue
útiles y necesarias para el mejor éxito de su
proyecto. Como ni por un momento preten-
do detallar cuestiones que no son del dominio
de la profesión á que humildemente aspiro,
solo añadiré, para concluir, que las curvas
se trazan por el método de deflexiones y que
la fórmula que se aplica para calcular el
radio en función de la deflexión, ó ésta en
función de aquél, es: $C = 2R \sin \frac{d}{2}$, en la
que C , fig. 2, es la cuerda ab ,
ó sea la cadena empleada, que
por lo general tiene una longi-
tud de 20 metros; así es que al usar la fórmula,
á C se le asigna el valor que representa di-
cha longitud.



He terminado, señores
señores ferrados, réstame ahora suplicaros me
concedais toda vuestra indulgencia,
por los innumerables defectos de que in-
dudablemente adolece éste insignifi-
cante y humilde trabajo. Aceptadlo
con la benevolencia que caracteriza siem-

pre el talento y la ilustración, teniendo presente que es obra de un principiante, que no siendo capaz de escribir algo digno de vosotros, se ha atrevido á presentaros los asuntos y observaciones relativos á su primer trabajo.

México, el Mayo de 1901.

Fidencio Regas.

