

MEMORIA

SOBRE LA CADENA FLOTANTE DE LAS MINAS DE HIERRO DE DÍCIDO

(PROVINCIA DE SANTANDER)

POR A. BRÜLL

(Mémoires et Compte-rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils; 2.^o semestre, 1888.)

(Continuación.)

Después de algunos tanteos, se vé que el terreno se acomoda á un arco de 500 metros de radio, tangente á la rampa en el punto $x = 200$, $y = 33,60$. En un círculo de $R = 500$ metros, para $\frac{dy}{dx} = 0,03$, la abscisa viene dada:

$$0,03 = \frac{dy}{dx} = \frac{X}{Y} = \frac{X}{\sqrt{500^2 - X^2}}$$

de donde se saca:

$$\begin{aligned} X &= 14^m,993, \\ Y &= 499^m,775, \\ R - Y &= 0^m,225. \end{aligned}$$

El punto de tang. horizontal se colocará en:

$$\begin{aligned} x &= 200 - 14,993 = 185,007, \\ y &= 33,600 + 0,225 = 33,825. \end{aligned}$$

Es fácil calcular las ordenadas de este círculo para las distintas abscisas. Así para $x = 150$, tendremos:

$$\begin{aligned} X &= 185,007 - 150 = 35,007, \\ Y^2 &= R^2 - X^2 - 500^2 - \overline{35,007^2}; \\ Y &= 498,773 \\ R - Y &= 1,227, \\ y &= 33,825 - 1,227 = 32,598. \end{aligned}$$

Se forma de esta manera el cuadro siguiente:

ABSCISAS.	Ordenadas del terreno.	Ordenadas de la vía.	Ordenadas de la plataforma.	Terraplén.	Desmante.
	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>
200	33,36	33,60	33,40	0,04	»
190	33,58	33,80	33,60	0,02	»
185,01	»	33,825	33,625	»	»
180	33,57	33,80	33,60	0,03	»
170	33,42	33,60	33,40	»	0,02
160	33,08	33,20	33,00	»	0,08
150	32,41	32,598	32,40	»	0,01

Se ve por este cuadro, y también en la lámina 119, fig. 3, que el círculo de 500 metros de radio sigue perfectamente el suelo hasta $x = 150$, ó sea en 50 metros de longitud.

Pero á continuación se elevaría mucho el arco de círculo, y para evitar el terraplén, se sustituye otro de radio menor, que por medio de tanteos se fija en $R = 340$ metros.

Hay que unir tangencialmente en $x = 150$, $y = 32,598$ estos dos arcos de círculo.

En el primero se obtiene:

$$Y = 35,007, \quad Y = 498,773;$$

de donde

$$\frac{dy}{dx} = \frac{X}{Y} = \frac{35,007}{498,773} = 0,07019.$$

En el segundo deberá verificarse:

$$0,07019 = \frac{dy}{dx} = \frac{X}{Y} = \frac{X}{\sqrt{340^2 - X^2}};$$

de donde

$$X = 23,806, \quad y \quad R - Y = 0,835.$$

El vértice (tangente horizontal) de este arco estará en:

$$x = 150 + 23,806 = 173,806,$$

$$y = 32,598 + 0,835 = 33,433.$$

Procediendo como anteriormente se forma el cuadro de abscisas y ordenadas:

ABSCISAS.	Ordenadas del terreno.	Ordenadas de la vía.	Ordenadas de la plataforma.	Terraplén.	Desmonte.
	M.	M.	M.	M.	M.
150	32,41	32,598	32,40	»	0,01
140	32,09	31,75	31,55	»	0,54
130	28,97	30,60	30,40	1,43	»
120	28,85	29,15	28,95	0,10	»
110	27,00	27,39	27,19	0,19	»
100	25,41	25,32	25,42	»	0,29
90	22,92	22,94	22,71	»	0,18
80	21,12	20,24	20,01	»	1,08
70	18,49	17,20	17,00	»	1,49

Esta curva sigue bien la configuración del terreno, y si se mete un poco en los últimos 25 metros, se ve en el perfil que esto es necesario para la unión con la parábola que debe llegar horizontal á la estación B.

En el punto $x = 70$, el círculo de $R = 340$ da:

$$X = 173,806 - 70 = 103,806;$$

de donde

$$Y = \sqrt{340^2 - 103,806^2} = 323,766;$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{X}{Y} = 0,3206.$$

Aceptamos esta pendiente algo fuerte para no aumentar el desmorte que exige el establecimiento de la parábola.

En B la tensión es de 500 kilogramos; aumentando otros 500 para tener en cuenta las sobrecargas accidentales, resultan 1.000, y la cadena toma la figura de una parábola, cuya ecuación es:

$$y = \frac{\pi}{2f} x^2 = \frac{12,65}{2 \times 1000} x^2 = 0,006325 x^2.$$

Pero como se puede disminuir un poco el parámetro, adoptamos la curva $y = 0,00617 x^2$.

En esta parábola, para $\frac{dy}{dx} = 0,3206$, se tiene:

$$0,03206 = 2 \times 0,00617 X ;$$

de donde

$$X = 25,980,$$

$$Y = 0,00617 \times 25,980^2 = 4,164$$

$$y = 4,164 + 1,500 = 5,664.$$

Es fácil concluir la unión.

En el punto extremo del círculo de $340 : x = 70, y = 17,20$ unimos una pendiente de $0^m,3206$ por metro, que llega al extremo de la parábola $y = 5,664$

$$\text{en una longitud; } X = \frac{17,20 - 5,664}{0,3206} = 35,986,$$

esto es, en el punto $x = 70 - 35,986 = 34^m,018$.

El vértice de la parábola queda en:

$$x = 34,018 - 25,980 = 8,038.$$

Longitud que queda disponible en B para establecer las vías de envío y recepción.

Los perfiles de la vía, plataforma y terreno, desde el punto $x = 70$ á B, están indicados en el cuadro:

ABSCISAS.	Ordenadas del terreno.	Ordenadas de la vía.	Ordenadas de la plataforma.	Terraplén.	Desmonte.
	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>
70	18,49	17,20	17,00	»	1,49
60	15,93	13,99	13,79	»	2,14
50	13,15	10,79	10,59	»	2,56
40	9,97	7,58	7,38	»	2,59
34,02	»	5,66	5,46	»	2,00
30	7,08	4,48	4,28	»	2,80
20	4,46	2,38	2,18	»	2,28
10	1,98	1,52	1,32	»	0,66
8,038	»	1,50	1,30	»	»
0	0,00	1,50	1,30	1,30	»

En resumen: se ve que con terraplenes y desmontes de poca importancia se ha dado á la vía un perfil que satisface á las condiciones de una explotación normal del camino de hierro.

§ 2. *Trazado y perfil en las estaciones.*—Cerca de las estaciones, el perfil de cada una de las vías tiene que llenar condiciones especiales.

Consideremos la estación B, término del perfil que se acaba de calcular, y en el cual se ha dejado un tramo horizontal de $8^m,038$ de longitud.

Esta estación B da servicio á las dos alineaciones de la sección segunda y, además, á una cantera próxima.

Se ha establecido un piso horizontal de fundición de 3 metros de longitud en el sentido de la línea (fig. 2, lámina 120).

El perfil de B hacia A' empieza para ambas vías por una horizontal de 1^m,50, cuyo extremo se encuentra en:

$$x = 1,500, y = 1,500$$

En la vía descendente, que está á la derecha mirando al punto A', es necesaria una pendiente para recibir las vagonetas que se separan de la cadena. Esta pendiente debe ser bastante larga para que la separación se efectúe cuando el vagón esté ya en la pendiente; la inclinación debe de ser suficiente para que éste no se pare, y no debe de ser tan considerable que el vagón llegue á la placa con excesiva velocidad.

La tensión de la cadena descendente en B es solo de 500 kilogramos, y la separación se hace muy cerca de la polea; de suerte que basta una longitud de 3 metros.

Por otra parte, se obtiene un movimiento conveniente de los vagones con una inclinación de 20 milímetros por metro.

La pendiente tiene su vértice en

$$\begin{aligned} x &= 1,500 + 3,00 = 4^m,500 \\ y &= 1,500 + 0,02 \times 3,00 = 1^m,560. \end{aligned}$$

A partir de este punto el perfil continúa en una circunferencia de 50 metros de radio, tangente á la pendiente, y que tiene su vértice en

$$x = 5,500; \quad y = 1,570.$$

Para unir esta circunferencia á la parábola $y = 0,00617 x^2$ que forma el perfil corriente, es preciso admitir otra parábola de mayor parámetro, sea $y = 0,007 x^2$. Esto no ofrece inconveniente de ningún género, por la pequeña longitud de la curva de unión, y porque en la proximidad de una estación, el abandono accidental de una vagoneta por la cadena no presenta peligro. Además, la parábola $y = 0,007 x^2$ corresponde á una tensión de 403 kilogramos.

Según el punto de la circunferencia, en que empieza la parábola del parámetro 0,007, se unirá mejor ó peor con la otra. Estos problemas se resuelven por tanteos.

Resulta que conviene unir la parábola de 0,007 á la circunferencia bajo la inclinación de 0,027.

Para esta inclinación, la circunferencia da:

$$X = 1,350, \quad R - Y = 0,018,$$

es decir, que su extremo estará en

$$\begin{aligned} x &= 5,500 + 1,350 = 6,850, \\ y &= 1,570 - 0,018 = 1,552. \end{aligned}$$

Para esta misma inclinación de 0,027, se encuentra en la parábola de 0,007

$$X = \frac{0,027}{2 \times 0,007} = 1,929$$

$$Y = 0,007 x^2 = 0,026.$$

El vértice de la parábola resultará en el punto:

$$x = 6,850 + 1,929 = 8,779,$$

$$y = 1,552 - 0,026 = 1,526.$$

Se puede comprobar fácilmente que en la abscisa:

$$x = 14,779$$

las dos parábolas (de 0,007 y 0,00617) pasan por la altura

$$y = 1,779$$

con una separación de 1 milímetro, y que la primera tiene una inclinación de 0,084, y la segunda de 0,0831.

Esta unión, en la práctica, puede considerarse como exacta.

El perfil de la vía ascendente empieza en B hacia A', por una rampa de 3 metros de longitud y 0,020 de inclinación, que tiene su extremo en

$$x = 4,500, \quad y = 1,440.$$

Coloquemos en este punto la parábola $y = 0,00617 x^2$ que corresponde a la tensión de la cadena; su vértice estará en

$$x = 6,120, \quad y = 1,424.$$

Se encuentra por medio del cálculo, que se puede trazar una tangente común a esta parábola, y a la de 0,007, que se acaba de elegir para la otra vía. Esta tangente común toca a la parábola de 0,00617 en

$$x = 9,381, \quad y = 1,490,$$

y a la de 0,007 en

$$x = 11,658, \quad y = 1,584,$$

y tiene una inclinación de 0,0403.

Se puede ver en la fig. 1, lám. 120, los perfiles de B hacia C'. Empiezan por un tramo horizontal de 1^m,500, que corresponde al piso de la estación;

después la vía descendente lleva una pendiente de salida, y la vía ascendente una rampa de llegada á 0,020. Como las tensiones son fuertes, esta rampa y la pendiente tienen 6 metros de longitud. Están unidas una á otra por curvas apropiadas á la pendiente de 0,25 del perfil general.

Se ve que en las inmediaciones de esta estación B, las dos vías se colocan á niveles diferentes en una distancia de 32^m,118, y que el desnivel no pasa de 0^m,300.

Diremos ahora algunas palabras sobre el trazado en plano y perfil de las estaciones de ángulo F y G, en que las dos alineaciones se unen por curvas de pequeños radios (fig. 3, lám. 120).

Las dos líneas que llegan al punto G forman un ángulo de 137°30', y como no hay movimiento local, en lugar de establecer un piso de placas, no se interrumpen las vías, y se disponen para la transmisión automática de los vagones.

En plano, se han hecho las uniones con curvas circulares de 5 metros de radio; la vía exterior lleva tres curvas para separarse del punto G, donde hay un árbol vertical de poleas.

Para que se muevan bien los vagones, se ha adoptado una inclinación de 0^m,040, que resulta en la práctica algo pequeña.

Estas inclinaciones se unen, en perfil, con las rectas por medio de círculos convexos ó parábolas cóncavas que se determinan por cálculos semejantes á los anteriores.

El enganche y separación de los vagones debe verificarse fuera de las curvas, porque si no el esfuerzo transversal de la cadena haría descarrilar los vagones. Y como hemos fijado la inclinación de 0,020 para el movimiento de las vagonetas libres en las rectas, se deben elegir los círculos y parábolas de unión de manera que el punto en que la inclinación es de 0,020 esté bastante distante, á fin de que el enganche y separación se efectúen con seguridad en el trayecto comprendido entre las inclinaciones de 0,040 y 0,020.

Las dos vías tienen diferente nivel en una longitud de 42^m,20, y el mayor desnivel es de 47 centímetros.

Cuando las dos alineaciones que concurren á una estación forman un ángulo muy agudo, como en DE (fig. 2, lám. 119), si se uniesen las dos vías por medio de arcos de círculo de 5 metros de radio, los puntos de tangencia quedarían muy lejos del vértice, como los arcos serían largos, y la inclinación de las vías tiene que ser de 0,040 para que se muevan las vagonetas, en los puntos de tangencia el desnivel sería muy grande. Sería preciso construir túneles ó trincheras en la parte superior de la estación, y grandes terraplenes ó muros en la inferior. Se evitan estos gastos por medio de disposiciones especiales.

La fig. 4, lám. 120, indica las disposiciones de la estación D, que es una especie de retroceso. Las dos líneas CD y DE se cortan en D, bajo un ángulo de 54° . Pero las dos vías de CD, unos metros antes de D, se encorvan en $D_{C'}$, en donde está colocada la polea de DC' y se ponen paralelas á DE.

Las cuatro vías siguen unos metros hasta D_E , en donde se encuentra la polea de DE. Las vías de vagones llenos terminan en una pequeña plataforma giratoria, que permite volver los vagones que vienen de C' y enviarlos á E. Las vías de vagones vacíos tienen un piso de maniobra, que permite que los vagones que vienen de E, tomen la dirección CD. Cada vía de servicio tiene una pendiente favorable al movimiento.

Se concibe que poniendo en D_E el punto de partida del perfil ascendente en DC' y del descendente de DE, se facilita mucho el establecimiento de estos perfiles sin obras difíciles. La figura 5, lám. 120, muestra las ventajas de esta disposición. Se ve que en D hay un desnivel importante entre las vías de las dos alineaciones.

La estación E, en donde se encuentra el pozo, está representada en la figura 1, lám. 121. Las dos alineaciones DE, EF se cruzan en E, y en este punto está colocado el árbol de las poleas. La cadena de EF está á su nivel y la polea de DE en la parte superior, $3^m,26$ más arriba; los dos ramales de la cadena DE están sostenidos en E_D al nivel de la alineación superior por medio de ruedecillas, y bajan á arrollarse sobre la polea superior del árbol E.

En E_D , 20 metros antes del punto E, las vías de DE se inclinan hacia la izquierda y llegan al borde del pozo vertical. En el fondo de este pozo y en la cara opuesta vías en curva conducen á placas de maniobra colocadas en las vías ascendente y descendente de la alineación EF, un poco antes de la polea E. Todas estas vías de servicio tienen las pendientes necesarias para que las vagonetas circulen automáticamente en la dirección deseada.

(Se continuará.)

MADRID: 1891.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro. número 15, bajo