César Fuenzalida C.

# Conservación y Renovación de Vías Férreas

(*Continuación*)

*La regla de trocha.*—Se llama trocha en una línea férrea, la distancia que existe entre las caras interiores de los dos rieles paralelos que forman la vía. Esta distancia que permanece invariable, es la que se mide y obtiene mediante la regla de trocha que consta de (fig. 18) una barra redonda de fierro, a b, solidaria de un sector c a d.

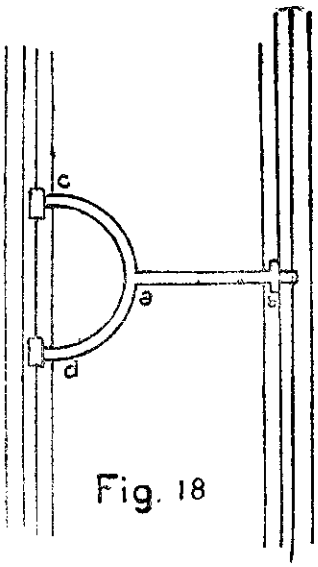


Fig. 18

Los extremos c, d y b, terminan en un apéndice que se prolonga hacia abajo rozando los cantos interiores de las cabezas de los rieles, como puede verse en la figura 18 a.

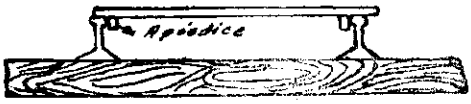


Fig. 18 a

La distancia que media entre los apéndices c y d,—que fijan la regla al riel,—y el b, es la trocha, que en nuestros ferrocarriles mide 1,676 m. en la Red Sur y un metro en la Red Norte.

Para usarla no hay más que colocar los apéndices c y d rozando la cara interior de uno de los rieles, (el I en el caso de la figura) si la línea está a la trocha, el apéndice *b* debe quedar rozando también la cara interior del riel II.

*El nivel de trocha.*—El nivel de trocha se usa para establecer si los dos rieles de la vía están en una misma altura o en un mismo plano horizontal y para dar el peralte a las curvas, de que hablaremos más adelante.

Consta de una regla A B (fig. 19) que lleva colocado, en su parte superior, un nivel «*a*» y en su inferior, dos apéndices «*b*» destinados a medir la trocha, tal como en el caso de la regla, que acabamos de ver en la figura 18 a. En una de las puntas va un tornillo que sirve para las curvas.

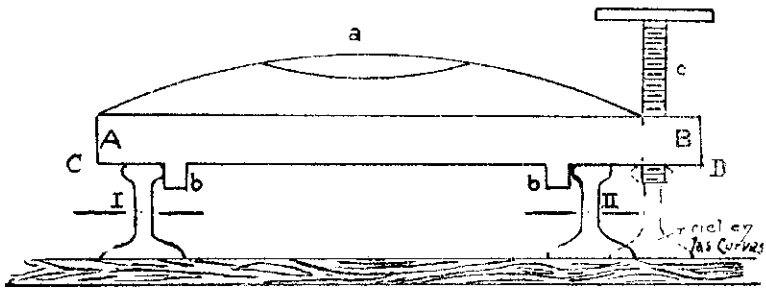



Fig 19

Colocado el nivel sobre los rieles, la burbuja de él debe quedar horizontal; si así no sucediere, debe levantarse o bajarse uno de los rieles, según el caso, hasta volver la burbuja a su posición normal.

Para las curvas se opera de la siguiente manera: como ellas deben llevar un ensanche respecto a la trocha,—lo que estudiaremos más adelante,—el riel II de la fig. 19 no estará en esa posición sino que se habrá desplazado algo hacia la derecha; el tornillo «*c*» quedará entonces topando, exactamente en la cabeza del riel. La curva, además del ensanche, deberá tener un peralte, es decir, el riel exterior estará a mayor altura que el interior. Ese peralte varía según el radio. Entonces, haciendo avanzar el tornillo se irá midiendo lo que sobresalga respecto de la cara interior de la regla y colocando los centímetros que correspondan a cada peralte, según el caso.

Fig. 20

Fig 20-b

Fig. 20 a

Una tabla, que daremos más adelante, nos indicará cuánto corresponde a cada curva.

Supongamos que se trata de una de 400 metros de radio; (1) debe peraltarse 16 centímetros. Haremos avanzar el tornillo en esa cantidad, respecto de C D y colocaremos el nivel sobre los rieles; la burbuja quedará muy inclinada. Levantando el riel II la haremos volver a la horizontal. Con esta operación quedará peraltada la curva.

El nivel debe colocarse en las maestras y en el medio de cada riel, como mínimum.

*La llave rielera.*—Es una llave corriente, de boca, para apretar tuercas.

*La rama.*—Es una herramienta que aparece dibujada esquemáticamente en las figs. 20 y 20 a, y que consta de un vástago de fierro a b, que termina en un pequeño maso tableado c. Está destinada esta herramienta a afianzar los durmientes al lastre, mediante la operación que se llama «rameo» y que explicaremos, cómo se hace, al tratar de la Renovación. La rama tiene, a menudo, la forma indicada enla figura 20 b.

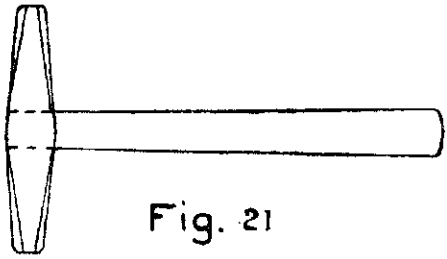


Fig. 21

*El martillo rielero.*—Dibujado esquemáticamente en la fig. 21. Está destinado a afianzar los clavos que ligan al riel con el durmiente.

*El cortafrío.*—Sirve para cortar rieles. Es una especie de martillo (figs, 22 y 22 a) que termina en una punta que tiene un filo acerado. Sosteniendo este martillo por

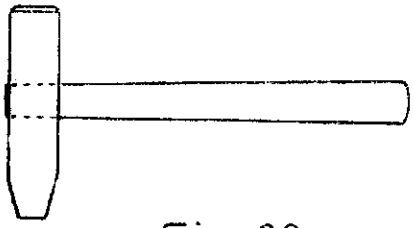


Fig. 22

Fig. 22 a

su mango, se le golpea fuertemente en la cabeza con un combo pesado; la punta acerada está en contacto con la cabeza del riel el cual después de varios golpes va presentando una incisión. Se sigue haciendo esto en el alma y en la zapata del riel, en ambas caras, conseguido lo cual, se le coloca el Santiago que completa la operación de cortarlo.

(1) La manera de medir el radio la explicaremos en otro capítulo.

*El combo o «macho» de 10, 12, 15 y 20 libras.*—Es un martillo pesado, de todos conocido.

*El diablo.*—Tiene la figura indicada en las figs. 23 y 23a y está destinado a sacar los clavos de la vía valiéndose de la semejanza que tiene el extremo inferior de esta herramienta con la uña de un martillo.

Fig. 23

Fig. 23a

*La chicharra.*—Es una herramienta destinada a abrir agujeros en los rieles, para la colocación de pernos. El diámetro de los agujeros varía según las brocas que se usen. La forma de ésta herramienta y la manera de proceder con ella en el trabajo, deben apreciarse en el terreno mismo.

## CAPITULO III

### Normas de enrieladura

1) *Enrieladura en recta.*—El Departamento de la Vía ha establecido un tipo general para la enrieladura, que se muestra en la figura 24.

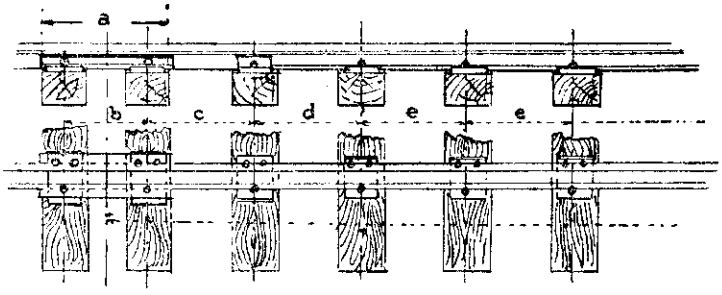



Fig. 24

Al llegar a la otra eclisa de unión, vuelven a repetirse las letas *e, d c b* y *a*, cuyos valores se dan a continuación:

| Letras | Trochas | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1,676 m. | | | 1.00 m. |
| | Tipos | | | Tipo |
| | A y B mm | C mm | F mm | P mm |
| *a* | 673 | 720 | 736,5 | 630 |
| *b* | 415 | 420 | 400 | 370 |
| *c* | 570 | 592 | 631,5 | 645,5 |
| *d* | 650 | 650 | 670 | 670 |
| *e* | 700 | 700 | 700 | 700 |

Los valores que corresponden al riel tipo J, se indicarán al tratar de la renovación de rieles.

Respecto a las sillas de asiento cuya colocación aparece en la fig. 24, con dos clavos al interior y uno al exterior del riel, conviene hacer la siguiente observación: las del tipo A, B y J, tienen inclinación hacia el eje de la vía con el objeto de hacer que el riel también la tenga, para conseguir, así, una mayor resistencia a los esfuerzos laterales del equipo que tienden a inclinar el riel hacia el exterior de la vía.

Todas ellas se colocan sobre el durmiente, *sin necesidad de labrarlo*. Las del tipo A y B traen solamente tres agujeros de manera que los clavos se colocan, en esos casos, tal cual se indica en la fig. 24. Las J y las P tienen cuatro agujeros y conviene usar los clavos poniendo uno adentro y otro afuera en el sentido de la diagonal que une los agujeros, como aparece esquemáticamente en la fig. 25, es decir los clavos irían en los puntos 1 y 4. Los 2 y 3 se dejan para cuando el estado del durmiente indique la necesidad de reclavar.

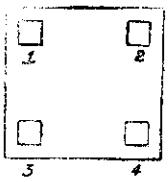


Fig. 25

Las sillas tipo C, no traen inclinación y para que el riel la tenga hay que labrar, con anterioridad, el durmiente provocando dicha inclinación.

En este caso los clavos se colocan en los tres agujeros que trae la silla de asiento, pero alternándolos, o sea una vez dos hacia el interior del riel y uno hacia el exterior y a la inversa para el durmiente que sigue, o sea uno al lado de adentro y dos al lado de afuera del riel.

*Separación entre rieles.*—Es sabido que los rieles se dilatan con el calor y se acortan con el frío.

En consecuencia, al enrielar debe tenerse muy en cuenta la temperatura que existe en el momento de apretar los pernos a las eclisas y proceder, según ella, a dejar la separación entre un riel y otro.

Damos a continuación la tabla que sirve de norma para estos casos. La que corresponde al riel J la daremos más adelante, al tratar de la renovación de rieles. (1)

SEPARACIÓN ENTRE EXTREMOS DE RIELES

| Temperatura | Tipos de rieles | | | |
|---|---|---|---|---|
| Grados centígrados | A y B | C | F | P |
| | m\|m | m\|m | m\|m | m\|m |
| 0° | 6 | 8 | 6,5 | 6,5 |
| 0° — 10° | 5 | 6 | 5,5 | 5,5 |
| 10° — 20° | 4 | 5 | 4,5 | 4,5 |
| 20° — 30° | 3 | 4 | 3,5 | 3,5 |
| 30° — 40° | 2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Sobre 40° | 1 | 1,5 | 1,0 | 1,5 |

ENRIELADURA EN CURVA

*Ancho de la vía en curva.*—Los vehículos de ferrocarriles al entrar a una curva, tratan de seguir moviéndose según la tangente en el punto de origen, o sea según la flecha, en el caso de la fig. 26.

Para facilitar la orientación del eje en la dirección del radio de la curva, orientación que es tanto más fácil mientras mayor sea la distancia entre los ejes del vehículo, se procede a aumentar el ancho de la vía en una magnitud que se expresa en función del radio de la curva.

«La experiencia ha demostrado que para conservar mejor el equipo, debe darse a la vía un ensanche de tal manera que cuando las pestañas de la rueda de-

(1) Este cuadro y los que siguen son reproducción de los que ha publicado el Departamento de Vías y Obras.

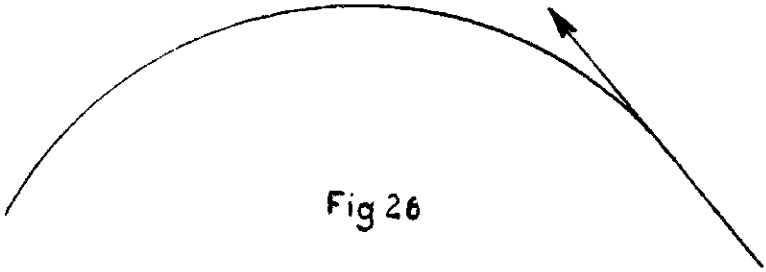


Fig 26

lantera están en contacto en A (fig. 27) las pestañas de la rueda trasera sean tangenciales en B, al riel interior» (1).

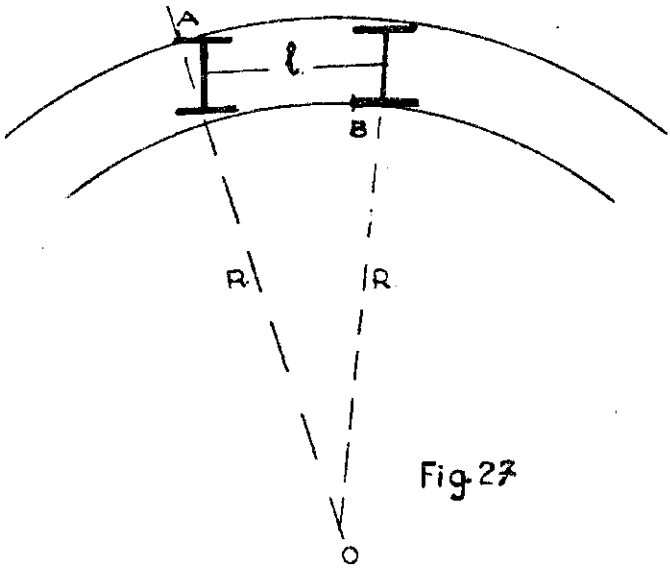



Fig 27

Para calcular el ensanche que hay que darle a la trocha se usa generalmente la fórmula:

$$e = \frac{l^2}{2R}$$

en la que *l* es la distancia entre ejes, y R el radio de la curva.

Este valor de *l* se *limita a un máximun, que es 0,03 m.*

Las Empresas de Ferrocarriles no tienen una forma fija para la magnitud de

(1) Francisco Mardones.—Curso de Ferrocarriles.

estos ensanches y hay algunas que sólo los hacen efectivos hasta los 500 m. de radio. La nuestra emplea tablas que se darán más adelante, conjuntamente con los peraltes y acordamienios, y limita los ensanches hasta los 700 m. de radio.

*Peralte del riel exterior.*—Cuando un tren va circulando por una curva tiende a descarrilarse por la acción de cierta fuerza llamada centrífuga, cuya explicación no es del caso estampar en el presente estudio.

Para contrarrestar esta acción hay necesidad de inclinar la vía por razones cuya apreciación envuelve una pequeña teoría matemática, de fácil demostración, pero cuyo estudio se alejaría un poco del objeto eminentemente práctico,—en lo posible,—a que está destinado este trabajo.

Nos contentaremos, entonces, con afirmar que es menester dar un peralte al riel exterior de la curva para evitar todo peligro de desrielo. Este peralte puede calcularse y resulta una función de la velocidad del tren y del radio de la curva.

La fórmula que se usa es la siguiente:

$$p = \frac{a\,V^2}{127\,R}$$

siendo «*p*» el peralte, «*a*» la distancia entre ejes de rieles, *V*, la velocidad en kms. por hora y *R* el radio de la curva en metros.

Esta fórmula es teórica y hay Administraciones que usan fórmulas empíricas; más adelante daremos la tabla que usan nuestros ferrocarriles.

*Acordamientos* —El peralte no puede hacerse bruscamente en el punto preciso en que comienza la curva, ni terminarse inmediatamente en el final de ella; es necesario disimularlo en ambos extremos utilizando un trozo de recta, antes del comienzo y fin de curva, trozo que lleva un pequeño peralte que se va elevando paulatinamente hasta llegar al valor fijado previamente en la tabla, para el radio de la curva con que se esté operando.

Este disimulo en recta del peralte es lo que se llama el «acordamiento».

Su valor *mínimo* está dado por la expresión:

$$a = 250\,p$$

siendo *a* el acordamiento y *p* el peralte dado a la curva.

Las Administraciones ferroviarias usan tablas que sirven de norma para aplicar los valores que corresponden a cada caso, tablas que daremos más adelante y que están en uso en nuestra Empresa.

Conviene dejar bien establecido que en el principio y en el fin de la curva debe existir el peralte indicado en la tabla para ese radio.—*El acordamiento hay que hacerlo en recta.* Los cabos tienen la tendencia a hacer el acordamiento dentro de la curva, al comienzo y final de ella; lo que debe impedirse.

### CÓMO SE MIDE EL RADIO DE UNA CURVA

*Teoría.*—Se toman 20 metros de arco, en cualquier punto de la curva; se traza la cuerda de ese arco y se mide la flecha f de la fig. 28.

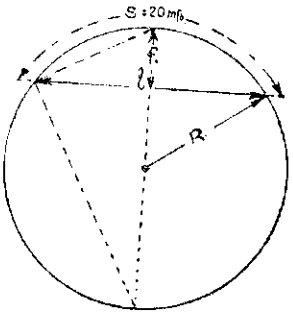



Fig. 28.

Sean:

R = radio de la curva

s = 20 m. de acero

f = flecha

l = cuerda correspondiente al arco.

Aplicando, entonces, un conocido teorema de Geometría, se tiene:

$$\left(\frac{l}{2}\right)^2 = (2\,R - f)\ f$$

$$\frac{l^2}{4} = 2\,R\,f - f^2$$

de donde:

$$R = \frac{l^2}{8f} + \frac{f^2}{2f}$$

El último término se desprecia por ser muy pequeño comparado con $\frac{l^2}{8f}$ y queda:

$$R = \frac{l^2}{8f}$$

Siendo $l = 20$, resulta, finalmente: $R = \frac{50}{f}$ que da la medida del radio con bastante aproximación.

*Manera de proceder en el terreno.*—Se hace una raya con una tiza o un lápiz de color en un punto cualquiera de la cabeza del riel; se miden desde allí 20 metros con una huincha,—en lo posible de acero,—siguiendo la cara interior del riel. Se estira, entonces, una lienza por la cara interior del riel desde el punto de origen de la medida hasta el final de ella, o sea hasta donde llegaron los 20 metros. Para obtener lo flecha,—que es lo que andamos buscando para aplicar la fórmula,—se mide a los 10 metros del punto de origen que habíamos marcado con tiza, la *distancia que queda entre la lienza, bien tirante, y el canto interior del riel; esa distancia es la flecha* que se lee en milímetros, o sea es el valor f de la fig. 28.

Conocida ésta no hay más que reemplazar las letras por números y se tendrá el valor del radio de la curva.

*Ejemplo.*—Supongamos que para un arco de 20 metros, se ha obtenido una flecha de 77 milímetros. Aplicando la fórmula se tiene:

$$R = \frac{50}{f} = \frac{50}{0{,}077} = 649{,}3 \text{ m.} = 650 \text{ m.}$$

*Modo de hacer el peralte.*—El peralte puede hacerse de dos maneras; bajando el riel interior y subiendo el exterior de manera que entre los dos quede la diferencia o peralte que indica la tabla, o bien levantando el nivel del riel exterior, sin mover el interior en la cantidad fijada en la tabla para el peralte, según el radio de la curva.

Si se adopta el primer procedimiento, no debe levantarse el eje de la vía en ese trozo, siendo por lo tanto, necesario bajar el riel interior en la mitad del peralte y subir el exterior en la otra mitad.

El Departamento de la Vía recomienda este procedimiento. indicándolo mediante el gráfico que se da a continuación.

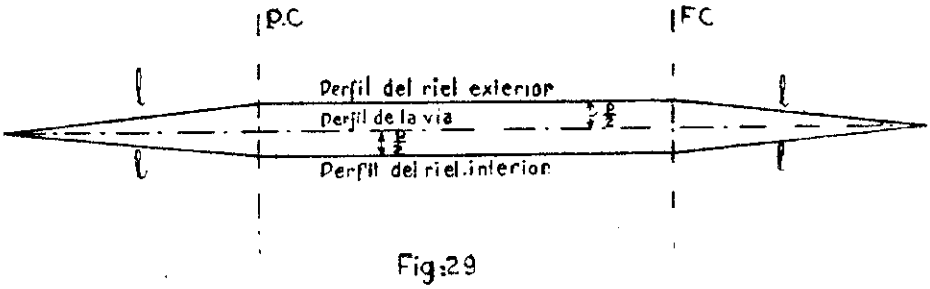



Fig.29

En este gráfico:

P C = principio de curva.
F C = fin de curva.
l = acordamiento en metros.
$\frac{p}{2}$ = mitad del peralte.

Como puede verse, mientras el riel exterior es levantado en una cantidad igual a la mitad del peralte, el riel interior es descendido en igual cifra.

Damos a continuación los cuadros que indican los peraltes, ensanches y acordamientos para las diversas curvas y para las trochas de 1,676 m. y 1 m. respectivamente.

CURVAS TROCHA 1.676 METROS

| Flecha 20 Mts. de arco Mlt. | Radio Metros. | Peraltes | | Ensanche Milímetros | Acordamiento | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Vía princip. Milímetros | Desvíos Milímetros | | Vía princip. Metros | Desvios Metros |
| 333 | 150 | 200 | 180 | 15 | 50 | 50 |
| 250 | 200 | 180 | 160 | 15 | 50 | 50 |
| 200 | 250 | 150 | 150 | 15 | 50 | 50 |
| 167 | 300 | 150 | 132 | 10 | 50 | 50 |
| 143 | 350 | 140 | 120 | 10 | 50 | 45 |
| 125 | 400 | 130 | 110 | 10 | 50 | 45 |
| 111 | 450 | 124 | 102 | 5 | 50 | 45 |
| 100 | 500 | 118 | 96 | 5 | 50 | 45 |
| 90 | 550 | 114 | 81 | 5 | 50 | 40 |
| 83 | 600 | 110 | 86 | 5 | 50 | 40 |
| 77 | 650 | 106 | 83 | 5 | 50 | 40 |
| 71 | 700 | 104 | 80 | 5 | 50 | 40 |
| 66 | 750 | 100 | 77 | 0 | 40 | 40 |
| 62 | 800 | 100 | 74 | 0 | 40 | 30 |
| 59 | 850 | 96 | 70 | 0 | 40 | 30 |
| 55 | 900 | 90 | 66 | 0 | 40 | 30 |
| 52 | 950 | 86 | 63 | 0 | 40 | 30 |
| 50 | 1.000 | 80 | 60 | 0 | 40 | 30 |
| 48 | 1.050 | 78 | 57 | 0 | 40 | 30 |
| 45 | 1.100 | 76 | 53 | 0 | 40 | 30 |
| 43 | 1.150 | 70 | 53 | 0 | 40 | 30 |
| 42 | 1.200 | 66 | 50 | 0 | 40 | 30 |
| 40 | 1.250 | 62 | 48 | 0 | 40 | 30 |
| 33 | 1.500 | 54 | 40 | 0 | 30 | 20 |
| 25 | 2.000 | 40 | 30 | 0 | 30 | 20 |
| 17 | 3.000 | 26 | 20 | 0 | 20 | 20 |

CURVAS TROCHA 1.00 METRO

| Flecha para 20 Mts. arco Milímetros | Radio Metros | Peralte Milímetros | Ensanche Milímetros | Acordamiento Metros |
|---|---|---|---|---|
| 625 | 80 | 72 | 15 | 30 |
| 555 | 90 | 72 | 15 | 30 |
| 500 | 100 | 72 | 15 | 30 |
| 416 | 120 | 72 | 10 | 30 |
| 333 | 150 | 72 | 5 | 30 |
| 277 | 180 | 72 | 5 | 30 |
| 250 | 200 | 72 | 0 | 30 |
| 200 | 250 | 64 | 0 | 25 |
| 166 | 300 | 53 | 0 | 25 |
| 143 | 350 | 46 | 0 | 20 |
| 125 | 400 | 40 | 0 | 20 |
| 111 | 450 | 36 | 0 | 15 |
| 100 | 500 | 32 | 0 | 15 |
| 90 | 500 | 32 | 0 | 15 |
| 83 | 600 | 26 | 0 | 15 |
| 77 | 650 | 24 | 0 | 15 |
| 71 | 700 | 22 | 0 | 10 |
| 66 | 750 | 20 | 0 | 10 |
| 62 | 800 | 19 | 0 | 10 |
| 59 | 850 | 18 | 0 | 10 |
| 55 | 900 | 17 | 0 | 10 |
| 52 | 950 | 16 | 0 | 10 |
| 50 | 1.000 | 16 | 0 | 10 |
| 42 | 1.200 | 14 | 0 | 10 |
| 33 | 1.500 | 12 | 0 | 10 |
| 25 | 2.000 | 8 | 0 | 10 |

*Cómo se usan las tablas transcritas en las dos páginas anteriores.*—Supongamos que una flecha medida en el terreno, para una vía de trocha ancha, o sea de 1,676 m. marque 78 milímetros. Este número no se encuentra en la tabla; se tomará entonces el que más se le aproxime, que es 77 y querrá decir que la curva tiene 650 metros de radio, 130 milímetros de peralte y 5 milímetros en ensanche.

El acordamiento se hará a los 50 metros.

VARIACIONES EN LOS VALORES DE LA TABLA PARA LA 1.ª ZONA (1)

| Radio de la curva | Velocidad máxima en Rm. por hora | Peralte en centímetros |
|---|---|---|
| 150 | 48 | 20 |
| 200 | 51 | 18 |
| 250 | 57 | 18 |
| 300 | 65 | 18 |
| 350 | 65 | 16 |
| 400 | 70 | 16 |
| 450 | 72 | 15 |
| 500 | 75 | 14 |
| 550 | 80 | 14 |
| 600 | 80 | 14 |
| 800 | 80 | 10 |
| 1 000 | 90 | 10 |

(1) La ex-Administración de la 1.ª Zona, considerando el uso de locomotoras eléctricas elaboró la tabla que se transcribe, para las velocidades máximas por ella aceptadas.

*Rectificación de una curva.*—Para constatar si una curva ha conservado su radio, se usa un procedimiento práctico, con el auxilio de tres jalones y una huincha, procedimiento que el Departamento de la Vía ha adoptado en sus publicaciones oficiales.

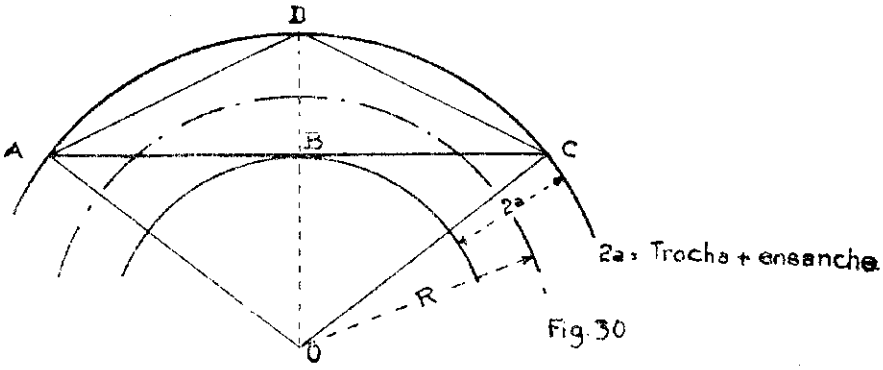


Fig. 30

En un punto tal como B (fig. 30) y al borde del riel interior se coloca un jalón.

Frente a B, en el punto correspondiente D del riel exterior se toman las distancias D A y D C que aparecen en las tablas que se dan a continuación. Si la

curva no ha perdido su radio, los puntos A. B y C deben quedar en línea recta; en caso negativo hay que tirar la línea hasta que el punto B quede en la alineación A B C.

Los valores de A D = D C están dados por la fórmula:

$$A\,D = \sqrt{4\,a\,R + 2\,a^2}$$

TABLA PARA TROCHA DE 1.676 M.

| R | AD=DC | R | AD=DC | R | AD=DC |
|---|---|---|---|---|---|
| 150 | 22,65 | 350 | 34,50 | 550 | 43,16 |
| 160 | 23,39 | 360 | 34,99 | 560 | 43,55 |
| 170 | 24,11 | 370 | 35,47 | 570 | 43,94 |
| 180 | 24,81 | 380 | 35,94 | 580 | 44,32 |
| 190 | 25,48 | 390 | 36,41 | 590 | 44,70 |
| 200 | 26,14 | 400 | 36,82 | 600 | 44,98 |
| 210 | 26,78 | 410 | 37,28 | 610 | 45,35 |
| 220 | 27,41 | 420 | 37,73 | 620 | 45,72 |
| 230 | 28,02 | 430 | 38,17 | 630 | 46,09 |
| 240 | 28,62 | 440 | 38,61 | 640 | 46,46 |
| 250 | 29,17 | 450 | 39,05 | 650 | 46,82 |
| 260 | 29,75 | 460 | 39,48 | 660 | 47,17 |
| 270 | 30,31 | 470 | 39,90 | 670 | 47,53 |
| 280 | 30,86 | 480 | 40,32 | 680 | 47,88 |
| 290 | 31,41 | 490 | 40,73 | 690 | 48,23 |
| 300 | 31,94 | 500 | 41,16 | 700 | 48,58 |
| 310 | 32,47 | 510 | 41 57 | 710 | 48,93 |
| 320 | 32,99 | 520 | 41,97 | 720 | 49,27 |
| 330 | 33,50 | 530 | 42,37 | 730 | 49,61 |
| 340 | 34,00 | 540 | 42,77 | 740 | 49,96 |

TABLA PARA TROCHA DE 1 METRO

| R | AD = DC | R | AD = DC | R | AD = DC | R | AD = DC | R | AD = DC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70 | 12,05 | 180 | 19,19 | 320 | 25,45 | 460 | 30,44 | 600 | 34,66 |
| 75 | 12,47 | 190 | 19,71 | 330 | 25,84 | 470 | 30,77 | 610 | 34,94 |
| 80 | 12,88 | 200 | 20,22 | 340 | 26,23 | 480 | 31,10 | 620 | 35,23 |
| 85 | 13,27 | 210 | 20,72 | 350 | 26,61 | 490 | 31,41 | 630 | 35,51 |
| 90 | 13,65 | 220 | 21,17 | 360 | 26,99 | 500 | 31,64 | 640 | 35,79 |
| 95 | 14,00 | 230 | 21,64 | 370 | 27,36 | 510 | 31,95 | 650 | 36,07 |
| 100 | 14,36 | 240 | 22,11 | 380 | 27,73 | 520 | 32,26 | 660 | 36,35 |
| 110 | 15,06 | 250 | 22,56 | 390 | 28,09 | 530 | 32,57 | 670 | 36,62 |
| 120 | 15,75 | 260 | 23,00 | 400 | 28,45 | 540 | 32,88 | 680 | 36,89 |
| 130 | 16,36 | 270 | 23,44 | 410 | 28,74 | 550 | 33,18 | 690 | 37,16 |
| 140 | 16,99 | 280 | 23,87 | 420 | 29,09 | 560 | 33,48 | 700 | 37,43 |
| 150 | 17,53 | 290 | 24,29 | 430 | 29,43 | 570 | 33,78 | 710 | 37,70 |
| 160 | 18,10 | 300 | 24,64 | 440 | 29,77 | 580 | 34,07 | 720 | 37,96 |
| 170 | 18,65 | 310 | 25,04 | 450 | 30,11 | 590 | 34,87 | 730 | 38,22 |

*Distribución de los rieles en curva.*—En una curva, las filas interiores y las exteriores tienen un desarrollo diferente, tanto mayor cuanto menor es el radio de la curva.

Se comprenderá, entonces, que no pueden usarse rieles de una sola longitud, porque las junturas de los rieles de la fila interior irían avanzando constantemente con respecto a las de la exterior, lo que traduciría, en el rodado, vibraciones no simultáneas en las dos filas de rieles, aparte de la necesidad que habría de oblicuar los durmientes de las junturas, en forma que, en la práctica, no podría aceptarse.

Para salvar estas dificultades, se ha adoptado el sistema de enrielar en curva; haciendo *una combinación de rieles cortos y largos.*

Claro está que la concordancia de las junturas no queda, tampoco, asegurada, puesto que habría que tener rieles cortos para cada radio de curva, pero en la práctica se adopta un riel único, que limita en ciertas cifras aceptables, el avance de una juntura con respecto a la otra.

Prescindiendo del cálculo, que por lo demás es muy sencillo, anotaremos que para una enrieladura, cuya longitud normal de riel es de 12 m., se adoptan rieles de 11,915 m. para una de 9,15 m. se usan de 9,08 m. y para una de 10 m. de 9,920. esto en lo que se refiere a trocha ancha, que en cuanto a la de un metro los rieles cortos queden limitados a 9,915 m.

Para fijar estas longitudes se ha considerado como radio mínimo de la curva el de 250 metros en trocha ancha y el de 70 m. en trocha angosta.

*Números de rieles cortos que deben emplearse en una curva de radio dado.*—Ya hemos dicho que hay que combinar, en la fila interior, los rieles cortos con los largos. Para conocer el número de los primeros, que hay que usar en cada curva, podemos servirnos de una expresión sencilla que se obtiene después de un corto cálculo y que dice:

$$n = \frac{\triangle l}{a\text{-}c} \quad (1)$$

en la cual «$\triangle$ l» es la diferencia de los desarrollos entre ambas filas de rieles y «a-c» la diferencia entre el riel largo y el corto.

Si aplicamos esta fórmula a un kilómetro de vía, y damos al radio de la curva diversos valores se puede formar un cuadro que indique el número de rieles cortos y largos que se necesitan para aquella longitud de línea.

Damos a continuación el cuadro publicado por el Departamento de Vía y Obras.

---

(1) El desarrollo de esta fórmula puede encontrarse en la mayoría de los textos de ferrocariles.

| Radio de la curva | Enrieladura en curva 1,676 de trocha — Distribución de los rieles: Tipos A y B rieles de | | Tipos C rieles de | | Tipo F rieles de | | Radio de la curva | de 1,00 de trocha — Distribución de los rieles. Rieles de | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9.150 | 9.08 | 12.000 | 11.915 | 10.000 | 9.920 | | 10.000 | 9.915 | 9.870 |
| 250 | 120 | 100 | 86 | 82 | 114 | 88 | 80 | 101 | 101 | 101 |
| 300 | 136 | 99 | 99 | 69 | 129 | 73 | 90 | 101 | 31 | 70 |
| 350 | 150 | 70 | 109 | 59 | 139 | 63 | 100 | 101 | 57 | 44 |
| 400 | 158 | 62 | 117 | 51 | 147 | 55 | 120 | 101 | 96 | 25 |
| 450 | 164 | 56 | 122 | 46 | 153 | 49 | 150 | 109 | 83 | 0 |
| 500 | 170 | 50 | 127 | 41 | 158 | 44 | 180 | 133 | 69 | 0 |
| 600 | 178 | 42 | 134 | 30 | 165 | 37 | 200 | 144 | 62 | 0 |
| 700 | 184 | 36 | 138 | 30 | 171 | 31 | 250 | 152 | 80 | 0 |
| 800 | 188 | 32 | 142 | 26 | 175 | 27 | 300 | 160 | 42 | 0 |
| 900 | 192 | 28 | 145 | 23 | 178 | 24 | 350 | 162 | 36 | 0 |
| 1 000 | 195 | 25 | 147 | 21 | 180 | 22 | 400 | 171 | 31 | 0 |
| 1 200 | 198 | 22 | 151 | 17 | 184 | 18 | 450 | 174 | 28 | 0 |
| 1 500 | 203 | 17 | 154 | 14 | 187 | 15 | 500 | 177 | 25 | 0 |
| 2 000 | 208 | 12 | 158 | 10 | 191 | 11 | 600 | 181 | 21 | 0 |
| 2 500 | 210 | 10 | 160 | 8 | 193 | 9 | 700 | 184 | 18 | 0 |
| 3 000 | 212 | 8 | 161 | 7 | 195 | 7 | 800 | 186 | 16 | 0 |
| 4 000 | 214 | 6 | 163 | 5 | 197 | 5 | 1 000 | 190 | 12 | 0 |
| 5 000 | 215 | 5 | 164 | 4 | 198 | 4 | 2 000 | 196 | 6 | 0 |

*Encorvadura de los rieles.*—La práctica ha fijado el límite hasta el cual es necesario encorvar los rieles, operación que se ejecuta mediante «el Santiago», herramienta que ya hemos descrito en otro capítulo. El encorvamiento debe hacerse *en curvas de radio igual o inferior a 400 metros* y en las cabezas del riel. *En curvas de 250 m. de radio o menores, debe santiagarse todo el riel.*

*Guarda riel.*—A fin de evitar desrielos debe colocarse contra la fila interior de la curva, un guarda riel, en aquellas en que el radio es igual o menor a 200 metros. También debe colocarse guarda riel en los puentes.

*Disposición de los durmientes en las curvas.*—Deben colocarse perpendiculares o a escuadra con la vía, pero los de las junturas deberán ir paralelos entre sí, formando un mismo ángulo con los radios de la curva que pasan por sus centros respectivos.

*Lastramiento en curva.*—En curvas iguales o inferiores a 500 m. de radio, debe aumentarse el ancho de la banqueta del lastre del lado exterior de la curva. Esto tiene por objeto oponerse al desplazamiento lateral de la vía y se lleva ese ancho al máximo que permita la plataforma de ella. Puede limitarse ese ancho a un metro desde el riel exterior.

## CAPITULO IV

### Cambios y cruzamietos

1) *Su uso.*—Cuando se desea empalmar un desvío con la línea prineipal o con otro desvío, se necesita de un cruzamiento y de un cambio (enlace). Si se trata de comunicar dos vías entre sí, se usa lo que se llama un «traspaso», que explicaremos oportunamente y que consta de dos cruzamientos y de dos cambios.

2) *El cruzamiento.*—Tiene la forma que se ve en la fig. 31 y sólo describiremos sus partes esenciales, porque los detalles de construcción, tales como los diversos «tacos» apernados que lleva no interesan al objeto del presente estudio.

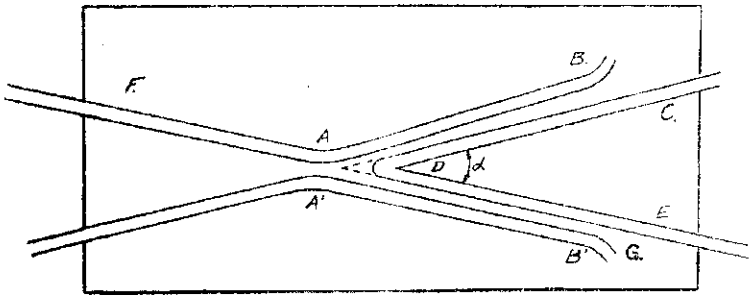



Fig. 31

Consta de lo siguiente:

*a*) De la pieza C D E, llamada «punta de corazón» o «punta de diamante» entre los ferroviarios.

*b*) De los contra rieles A B y A′ B′ o «patas de liebre»; y

*c*) De la plancha de fierro F G, que une entre sí los elementos *a*) y *b*) que están convenientemente remachados a ella. Hay algunos cruzamientos, sin embargo, que no llevan planchas, como los J, efectuándose la unión de los diversos elementos, mediante pernos y tacos (1).

Un cruzamiento tiene también, como accesorios, dos guarda rieles cuya posición va indicada en la fig. 32 y cuyo detalle de unión con los rieles daremos más adelante.

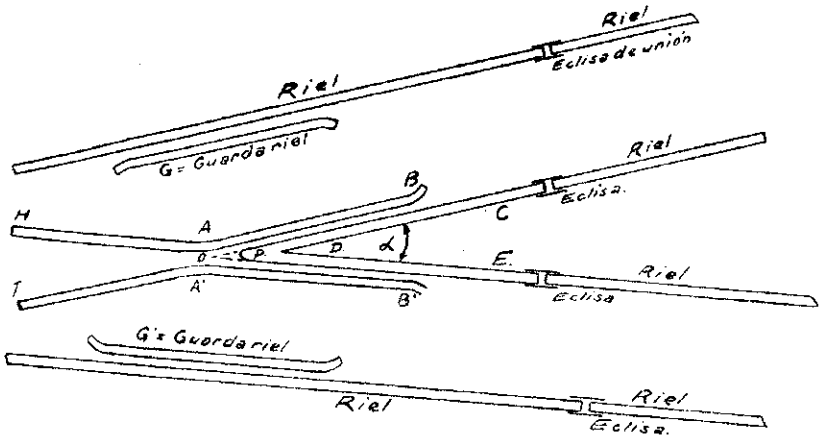



Fig. 32

Mediante la fig. 32 se puede obtener una idea cabal de cómo va ubicado un cruzamiento y del objeto de sus diversos elementos.

Las patas de liebre A B y A′ B′ sirven de guarda rieles paralelos a los lados I C y H E respectivamente, en una extensión que basta para guiar las ruedas del equipo. Por eso es que las puntas de ambas patas de liebre, están encorvadas hacia afuera, para que si los vehículos se encuentran cargados hacia un lado, por cualquier motivo, puedan, mediante esa encorvadura, recibir las pestañas de las ruedas y guiarlas a su verdadera posición. Este es en realidad el papel de los guarda rieles y por eso dijimos que las patas de liebre servían como tales.

Los guarda rieles G y G′, paralelos a las caras p C y p E del sapo, están destinados a guiar las ruedas gemelas cuando las otras están atravesando el espacio vacío o p, impidiendo, así, tomar posiciones falsas al equipo que va circulando por el cruzamiento.

3) *Distancia a que deben ir los guarda rieles.*—La Empresa de FF. CC. ha adoptado como distancia entre riel y guarda riel la de cuarenta y cinco milímetros, pudiéndose admitir hasta 50.

4) *Diversos tipos de cruzamientos.*—Los cruzamientos se clasificarán según sea la tangente del ángulo formado en el sapo (figs. 31 y 32) y hay de numerosos tipos;

(1) Los ferroviarios denominan «sapo» al cruzamiento.

pero nuestra Empresa de FF. CC. sólo usa los de tg. 1/6,5, tg. 1/8 y tg. 1/10. Algunas veces, en casos especiales, los de tg. 1/12.

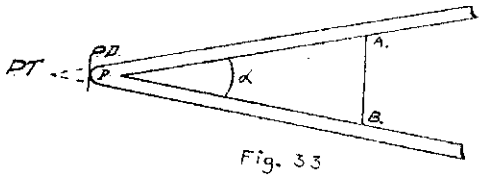



Fig. 33

5) *Cómo conocer en el terreno, qué tipo de cruzamiento está colocado en la vía.*— Para esto con una huincha, o con un metro, se miden *noventa centímetros* desde la punta de diámetro P D (la P T. es la punta teórica) hacia cualquiera de los brazos que forman el ángulo del sapo. Supongamos que hemos tomado los noventa centímetros desde *p* hasta *B* (fig. 33). Hecho esto medimos, entonces, la distancia B A que debe tener los siguientes valores, según el tipo del cruzamiento:

| | | |
|---|---|---|
| Para los de tg. 1/12 | A B=8,33 | centímetros |
| » » » » 1/10 | O B=10 | » |
| » » » » 1/8 | A B=12,5 | » |
| » » » » 1/6,5 | A B=15,3 | » |

*Como proceder si no se tiene metro ni huincha de medir.*—En un punto cualquiera A del cruzamiento, se hace una raya con tiza o lápiz y se mide con un palito o alambre la distancia A B entre los cantos exteriores de los rieles del cruzamiento.

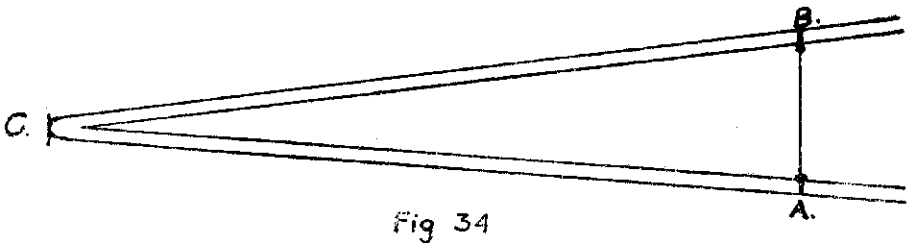



Fig 34

Una vez medida esa distancia con el palito, se comienza a aplicarla desde A hasta la punta de corazón C (fig. 34).

Según las veces que la medida quepa en A C, ese será el número del cruzamiento, es decir si A B cabe 8 veces en A C, quiere decir que el cruzamiento es de tg 1|8, si cabe 10 veces es de tg 1|10 etc. Más práctico que usar un palito resulta valerse del pie (zapato) como unidad de medida.

7) *Caso en que se usa cada tipo de cruzamiento.*—Los casos en que debe usarse uno u otro tipo de cruzamiento, los fija más bien la práctica, pero puede establecerse una norma que ha estado siguiendo la Comisión de Transformación de Estaciones y que es la siguiente:

*Se usaran cruzamientos de tg 1|10:*

*a*) Al pasar de doble a simple vía.

*b*) Al empalmar la vía principal con un desvio por el cual circulan trenes a gran velocidad (expresos).

*c*) Al enlazar dos vías principales mediante un traspaso (caso de trozo con doble vía).

*Se usaran cruzamientos de tg 18:*

*a*) Al empalmar con la línea principal, un desvio en el que *no* circulen trenes a gran velocidad.

*b*) Al empalmar dos desvios secundarios.

Los cruzamientos de 1|6,5 están cayendo en desuso, en nuestra Empresa y deben emplearse sólo a falta de cruzamientos de 1|8 y en desvios de tercer orden; también se usan en las travesías, casos de triángulos de inversión y casos de curvas divergentes. Los cruzamientos de 1|12 suelen usarse cuando habiéndose colocado alguno de 1|10 se nota que el equipo no se inscribe bien en la curva que tienen los cambios.

Reemplazándolo, entonces, por uno cuya tangente es de 1|12 mejora el radio de la curva y el equipo penetra suavemente a ella.

8) *Cómo va unido el guarda riel al riel.*—El guarda riel va unido al riel por medio de sillas especiales de detención, que sólo se diferencian de la que ya conocemos, en que la base de asiento de las primeras se prolonga mucho más que las de las corrientes, debido a que tiene que tomar tanto el riel como el guarda riel.

Estas sillas especiales de detención van apernadas y el espacio que queda entre el riel y el guarda riel. en los puntos en que va el perno, se llena con unas piezas de fundición llamadas «tacos« o »dados» que dan firmeza a la unión.

La fig, 35 muestra en planta, como van los guarda rieles y la 36 nos da un detalle completo de la unión. En la fig. 35 los espacios indicados con la letra «a» están destinados a los clavos, los con letra «b« representan los tacos y los «cd» las sillas especiales.

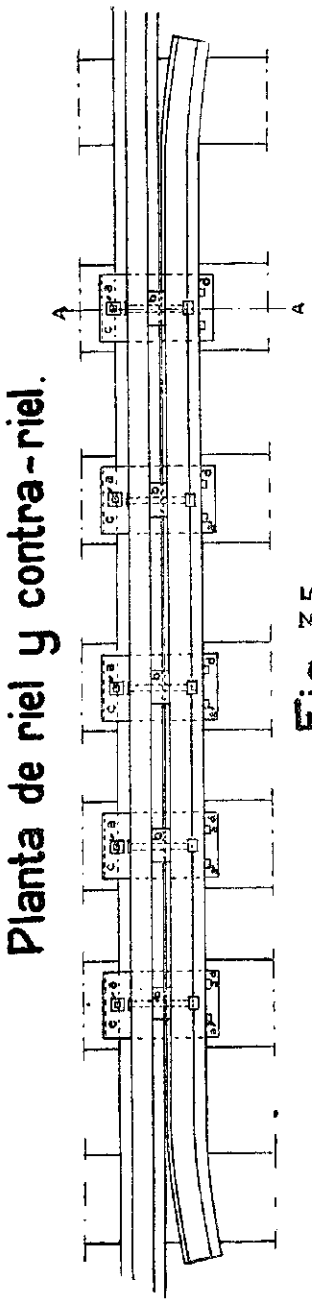
Igual denominación se ha dado a las piezas indicadas en la fig. 36, en la cual la silla de detención especial, que también suele denominarse, «espaldón para guarda riel», se ha colocado achurada.

9) *Cambios.*—Son aparatos que permiten el paso de los vehículos, de una vía a otra ligándolas entre sí. Pueden ser sencillos y dobles.

Los primeros se dividen en derechos e izquierdos según se trate el caso *a*) o del *b*) de la fig. 37 (1).

---

(1) Mardones.—Curso de FF. CC.




**Planta de riel y contra-riel.**

**Fig. 35**

En ambas figuras:
a = espacio para los clavos.
b = tacos.
c d = silla de detención especial

**Silla especial.**
Corte A. A

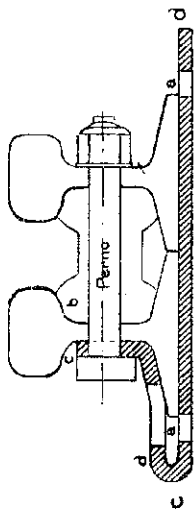



**Fig. 36**

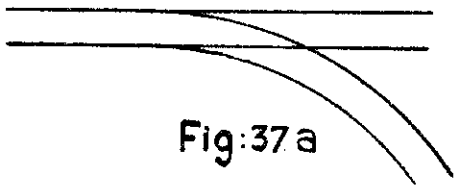


Fig:37 a

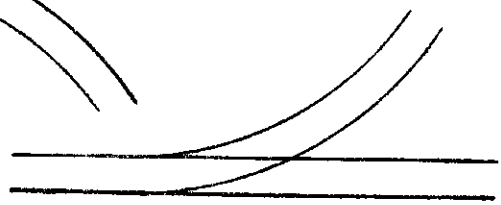


Fig:37 b

Los segundos presentan como al detalle en las figuras 38, 38 a y 38 b.

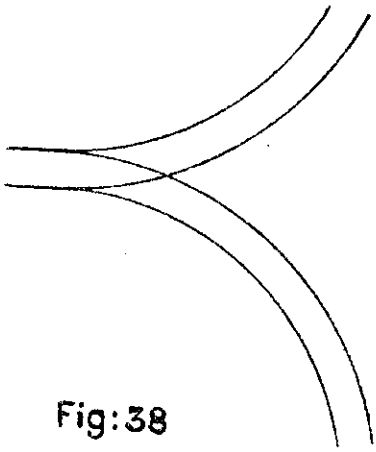


Fig:38

Fig:38a

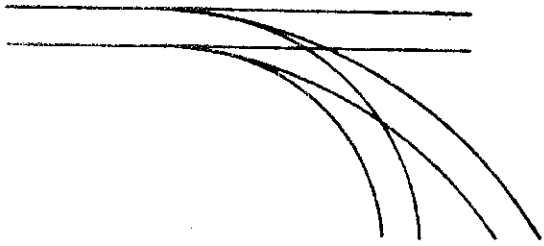
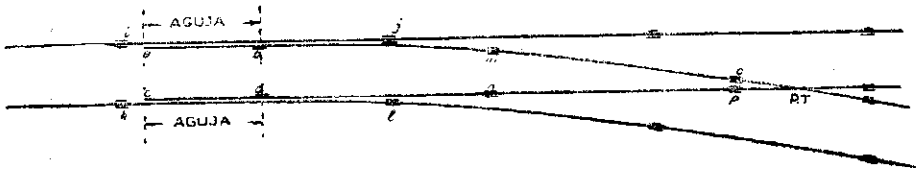


Fig:38b

10) *Partes principales de que se compone un cambio.*—En la fig. 39 se presenta un esquema que indica la posesión y forma de un cambio.

Sus partes esenciales la componen: las *agujas* ab y cd, los *rieles guarda agujas* *i*, *j* y *kl*, los rieles contra agujas bm, dn y los intermedios m o y n p.




P.T. Punta teórica

Fig. 39

(*Continuará*).

## NUMERO DE PIEZAS POR RIEL

ANEXO 1

| DESIGNACION DE LAS PIEZAS | TROCHA DE 1.676 | | | | | | | | | | | | | | TROCHA DE 1.00 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO A | | TIPO B | | | | TIPO C | | | | TIPO F | | | | TIPO P | | | |
| | VÍAS | | VÍAS | | | | VÍAS | | | | VÍAS | | | | VÍAS | | | |
| | Principales | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | |
| | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 | Recta | Curva R<400 |
| | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º |
| Durmientes | 14 | 15 | 14 | 15 | 12 | 13 | 18 | 19 | 16 | 17 | 15 | 16 | 13 | 14 | 15 | 16 | 13 | 14 |
| Rieles | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Eclisas | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pernos de eclisas | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Escarpias | 42 | 53 | 42 | 53 | 36 | 47 | 54 | 67 | 48 | 59 | 45 | 56 | 59 | 50 | 45 | 56 | 39 | 50 |
| Sillas de asiento | 42 | 9 | 42 | 9 | 9 | 7 | 15 | 12 | 13 | 11 | 12 | 10 | 10 | 8 | 12 | 10 | 10 | 8 |
| Sillas de juntura | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sillas de detención | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. |
| Sillas de curvas | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 5 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 |
| Pernos sillas detención | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. | 1 | .. |
| Pernos sillas de curvas | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 5 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 | .. | 4 |

# PESO DE PIEZAS POR RIEL

Anexo 2

| DESIGNACION DE LAS PIEZAS | TROCHA DE 1.676 | | | | | | | | | | | | | | TROCHA DE 1.00 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO A | | TIPO B | | | | TIPO C | | | | TIPO F | | | | TIPO P | | | |
| | vías | | vías | | | | vías | | | | vías | | | | vías | | | |
| | Principales | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | |
| | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 |
| | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K | K |
| Durmientes | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... |
| Rieles | 401 685 | 401 685 | 364 170 | 364 170 | 364 170 | 364 170 | 463 200 | 463.200 | 463.200 | 463.200 | 300.000 | 300.000 | 300.000 | 300.000 | 255.000 | 255.000 | 255.000 | 255.000 |
| Eclisas | 24 586 | 24 585 | 23 562 | 23 562 | 23 562 | 23 562 | 25 088 | 25.088 | 25.088 | 25.088 | 22 158 | 22.158 | 22.158 | 22.158 | 16.066 | 16.066 | 16.066 | 16.066 |
| Pernos de eclisas | 4 218 | 4 218 | 4 218 | 4 218 | 4 218 | 4 218 | 4 122 | 4.122 | 2.122 | 4.122 | 2.718 | 2.718 | 2.718 | 1.718 | 1.998 | 1.988 | 1 998 | 1.988 |
| Escarpias | 14 406 | 18 179 | 14 406 | 18 179 | 12 348 | 16 121 | 18 522 | 22.981 | 16.464 | 20.237 | 13.365 | 16.632 | 11.583 | 14.850 | 6.255 | 7.784 | 5.421 | 6.950 |
| Sillas de asiento | 49 170 | 40 230 | 47 971 | 39 249 | 39 249 | 30 527 | 58 275 | 46.620 | 50.505 | 42.735 | 43.740 | 36.450 | 36.450 | 29.160 | 27.840 | 23.200 | 23.200 | 18.560 |
| Sillas de juntura | 9 132 | 9 132 | 9 018 | 9 018 | 9 018 | 9 018 | 8 780 | 8.780 | 8.780 | 8.780 | 8.228 | 8.228 | 8.228 | 8.228 | 4.858 | 4.458 | 4 858 | 4.858 |
| Sillas de detención | 5 115 | .... | 4 997 | .... | 4 997 | .... | 4 899 | .... | 4.899 | .... | 4.619 | .... | 4.619 | .... | 2.693 | .... | 2.693 | .... |
| Sillas de curva | .... | 31 992 | .... | 32 064 | .... | 32 064 | .... | 50.840 | .... | 40.672 | .... | 29.268 | .... | 29.268 | .... | 24.702 | .... | 24.768 |
| Pernos sillas detención | 0 625 | .... | 0.647 | .... | 0 647 | .... | 0 645 | .... | 0.645 | .... | 0.520 | .... | 0.520 | .... | 0.288 | .... | 0.288 | .... |
| Pernos sillas de curva | .... | 2 444 | .... | 2 444 | .... | 2 444 | | 3055 | .... | 2.444 | .... | 1.816 | .... | 1.816 | .... | 1.280 | .... | 1.280 |

FAC. DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS · UNIV. DE CHILE · BIBLIOTECA CENTRAL · DEPTO. DE PERIODICOS

NUMERO APROXIMADO (1) DE PIEZAS POR KILOMETRO DE VIA

ANEXO 3

| DESIGNACION DE LAS PIEZAS | TROCHA DE 1.676 | | | | | | | | | | | | | | TROCHA DE 1.00 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO A | | TIPO B | | | | TIPO C | | | | TIPO F | | | | TIPO P | | | |
| | VÍAS | | VÍAS | | | | VÍAS | | | | VÍAS | | | | VÍAS | | | |
| | Principales | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | |
| | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 |
| | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º | N.º |
| Durmientes | 1 531 | 1 640 | 1 531 | 1 640 | 1 312 | 1 421 | 1 602 | 1 585 | 1 335 | 1 418 | 1 500 | 1 600 | 1 300 | 1 400 | 1 500 | 1 600 | 1 300 | 1 400 |
| Rieles | 218.6 | 218.6 | 218.6 | 218.6 | 218.6 | 218.6 | 166.8 | 166.8 | 166.8 | 166.8 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Eclisas | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 333.6 | 333.6 | 333.6 | 333.6 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Pernos de eclisas | 1 311.6 | 1 311.6 | 1 311.6 | 1 311.6 | 1 311.6 | 1 311.6 | 1 000.8 | 1 000.8 | 1 000.8 | 1 000.8 | 1 200 | 1 200 | 1200 | 1 200 | 1 200 | 1 200 | 120 0 | 1 200 |
| Escarpias | 9 181.2 | 11 585.8 | 9 181.2 | 11 585.8 | 7 869.6 | 10 274.2 | 9 007.2 | 11 175.6 | 8 000.4 | 9 841.2 | 9 000 | 11 200 | 7 800 | 10 000 | 9 000 | 11 200 | 7 800 | 10 000 |
| Sillas de asiento | 2 404.6 | 1 967.4 | 2 404.6 | 1 967.4 | 1 967.4 | 1 530.2 | 2 502 | 2 001.6 | 2 168.4 | 1 834.8 | 2 400 | 2 000 | 2 000 | 1 600 | 2 400 | 2 000 | 2 000 | 1 600 |
| Sillas de juntura | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 437.2 | 333.6 | 333.6 | 333.6 | 3336 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Sillas de detención | 218.6 | .... | 218.6 | .... | 218.6 | .... | 166.8 | .... | 166.8 | .... | 200 | .... | 200 | .... | 200 | .... | 200 | .... |
| Sillas de curva | .... | 874.4 | .... | 874.4 | .... | 874.4 | .... | 834 | .... | 667.2 | .... | 800 | .... | 800 | .... | 800 | .... | 800 |
| Pernos silla detención | 218.6 | .... | 218.6 | .... | 218.6 | .... | 166.8 | .... | 166.8 | .... | 200 | .... | 200 | .... | 200 | .... | 200 | .... |
| Pernos silla de curva | .... | 874.4 | .... | 874.4 | .... | 874.4 | .... | 834 | .... | 667.2 | .... | 800 | .... | 800 | .... | 800 | .... | 800 |

(1) NOTA: El número de piezas está aproximado al décimo par superior u excepción de los durmientes.

# PESO EN TONELADAS POR KILOMETRO DE VIA

ANEXO 4

| DESIGNACION DE LAS PIEZAS | TROCHA DE 1.676 | | | | | | | | | | | | | | TROCHA DE 1.00 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO A | | TIPO B | | | | TIPO C | | | | TIPO F | | | | TIPO P | | | |
| | VÍAS | | VÍAS | | | | VÍAS | | | | VÍAS | | | | VÍAS | | | |
| | Principales | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | | Principales | | Secundarias | |
| | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 | Recta | Curva R < 400 |
| | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. | Tn. |
| Durmientes | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... |
| Rieles | 87.808 | 87.808 | 79.608 | 79.608 | 79.608 | 79.608 | 77.262 | 77.262 | 77.262 | 77.262 | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 51.000 | 51.000 | 51.000 | 51.000 |
| Eclisas | 5.374 | 5.374 | 5.151 | 5.151 | 5.151 | 5.151 | 4.185 | 4.185 | 4.185 | 4.185 | 4.432 | 4.432 | 4.432 | 4.432 | 3.213 | 3.213 | 3.213 | 3.213 |
| Pernos de eclisas | 0.922 | 0.922 | 0.922 | 0.922 | 0.922 | 0.922 | 0.688 | 0.688 | 0.688 | 0.688 | 0.544 | 0.544 | 0.544 | 0.544 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 |
| Escarpias | 3.149 | 3.974 | 3.149 | 3.974 | 2.699 | 3.524 | 3.089 | 3.833 | 2.746 | 3.376 | 2.673 | 3.326 | 2.317 | 2.970 | 1.251 | 1.557 | 1.084 | 1.390 |
| Sillas de asiento | 10.749 | 8.794 | 10.486 | 8.580 | 8.580 | 6.673 | 9.720 | 7.776 | 8.424 | 7.128 | 8.748 | 7.290 | 7.290 | 5.832 | 5.568 | 4.640 | 4.640 | 3.712 |
| Sillas de juntura | 1.996 | 1.996 | 1.971 | 1.971 | 1.971 | 1.971 | 1.465 | 1.465 | 1.465 | 1.465 | 1.646 | 1.646 | 1.646 | 1.646 | 0.972 | 0.972 | 0.972 | 0.972 |
| Sillas de detención | 1.118 | .... | 1.092 | .... | 1.092 | .... | 0.817 | .... | 0.817 | .... | 0.924 | .... | 0.924 | .... | 0.539 | .... | 0.539 | .... |
| Sillas de curva | .... | 6.993 | .... | 7.009 | .... | 7.009 | .... | 8.480 | .... | 6.784 | .... | 5.854 | .... | 5.854 | .... | 4.954 | .... | 4.954 |
| Pernos sillas detención | 0.137 | .... | 0.141 | .... | 0.141 | .... | 0.109 | .... | 0.108 | .... | 0.104 | .... | 0.104 | .... | 0.058 | .... | 0.058 | .... |
| Pernos sillas curva | .... | 0.534 | .... | 0.534 | .... | 0.534 | .... | 0.510 | .... | 0.408 | .... | 0.363 | .... | 0.363 | .... | 0.256 | .... | 0.256 |