

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

## FERROCARRILES

### Trazados en retroceso.

(Extracto de una Nota de M. Goupil, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas.)

La longitud considerable de los tipos modernos de locomotoras potentes, y también la que corresponde á sus tén-ders obliga á la construcción de puentes giratorios de una luz doble de la hasta ahora empleada, esto es, 24 metros en vez de 12. Se trata, pues, de la construcción de obras de bastante importancia y que puede ser excepcional por lo que afecta á los cimientos en algunos casos, á más de que en tales puentes la maniobra había de ejercerse por medio de motores especiales y mecanismos delicados.

Una avería, por insignificante que sea, será suficiente muchas veces para interrumpir el servicio por algunas semanas, y aun con servicio normal, el desgaste de las partes que trabajan en estos puentes es mucho más rápido que en las de tablero fijo.

La experiencia ha demostrado, y lo seguirá demostrando cada vez más, que allí donde exista espacio suficiente, es preferible á los puentes giratorios el empleo de combinacio-

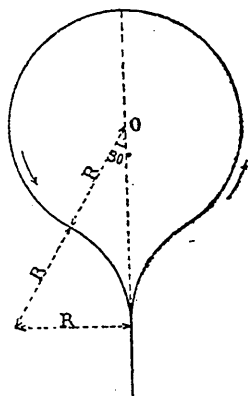


Fig. 1.ª

nes de vías en retroceso (por ejemplo, el triángulo) para efectuar el giro de las locomotoras, pues estas combinaciones tienen las ventajas de no exigir ningún cimiento y de no necesitar más que la ordinaria conservación y reparación á cargo de las brigadas corrientes de la vía, y de permitir al mecánico y al fogonero hacer por sí solos el giro de la máquina.

El estudio geométrico de las vías en retroceso que permiten el giro de las locomotoras, tiene un interés práctico por lo que afecta á la necesidad de determinar, en los distintos casos particulares, cuál es el espacio mínimo en el cual la solución puede realizarse con un cierto radio mínimo  $R$ . Estudiemos, pues, las distintas soluciones.

Ante todo recordemos que la solución completa más sencilla es la de la curva en forma de raqueta (fig. 1.ª), que, trazada en el radio mínimo  $R$ , comprende dos arcos de em-palme de  $60^\circ$  cada uno, y un arco principal de  $300^\circ$ . El espacio necesario está inscrito, por lo tanto, en un rectángulo de  $R(1 + \sqrt{3})$  de longitud, por  $2R$  de anchura y la extensión exigida en el terreno para esta solución será en general demasiado grande, pues aun admitiendo que  $R$  des-

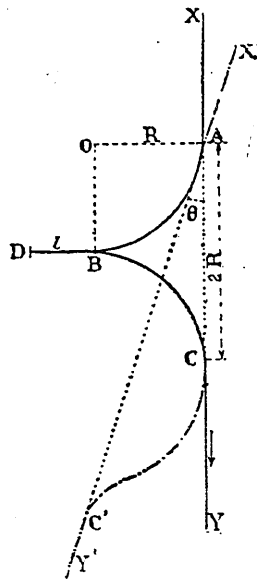


Fig. 2.ª

ciende á 120 metros, será necesaria una longitud de 318 metros y una anchura de 240.

Esta solución no podrá ser aplicada sino en casos muy particulares, por ejemplo, cuando se trate de una estación terminal de viajeros.

Después de esta disposición, que corresponde á un número de retrocesos igual á *zero*, viene la solución (fig. 2.ª) que contiene un retroceso único,  $A, B, C$ , y que comprende dos cuartos de círculo de radio  $R$  y una línea de fondo  $BD$ , cuya longitud  $l$  se determina con arreglo á la del vehículo.

La longitud necesaria no es más que de  $2R$ , en vez de  $R(1 + \sqrt{3})$  y la anchura de  $R + l$  en vez de  $2R$ ; pero esta anchura tiene que tomarse toda ella del mismo lado de la vía  $AB$ , y podrán ocurrir casos en que no haya bastante espacio por este lado, y entonces habrá que reducir la distancia de  $D$  á  $AC$  inclinando la línea de fondo  $BD$  sobre la línea  $XY$ , lo que equivale como movimiento relativo á suponer que la línea  $XY$  ha girado sobre el arco de círculo  $AB$  hasta tomar la posición  $X'Y'$ , y que á continuación de  $C$  se hace el empalme mediante la curva  $C' C''$ . Según sea el valor dado al ángulo  $\theta$  de  $XY$  con  $X'Y'$ , así se compensarán más ó menos los espacios necesarios á la derecha y á la izquierda de la alineación, estableciendo para este objeto sobre un papel de calco un dibujo sencillo que utilice siempre los mismos arcos de circunferencia y aplicándolo sobre el plano del trazado definitivo de las vías.

Con el empleo de dos retrocesos se llega á la solución del triángulo curvilíneo (fig. 3.<sup>a</sup>) que ya se ha empleado en algunas estaciones importantes y que en su forma más regular queda inscrita en un triángulo equilátero que tiene por lado  $2(R + \frac{l}{\sqrt{3}})$  y cuya altura es de  $R(\sqrt{3} + l)$ . Los dos retrocesos y la entrada de este trazado comprende tres cambios de vía simétricos iguales con radio  $R$ . Será siempre fácil encontrar en los tipos de las grandes redes aparatos de cambio que se aproximen mucho á este radio.

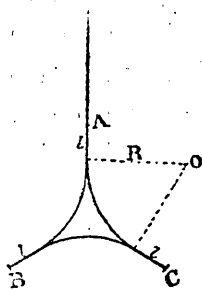


Fig. 3.<sup>a</sup>

El espacio ocupado correspondiente á esta solución, suponiendo la figura equilátera como anteriormente sus líneas de fondo de longitud  $l$  para los retrocesos, estará representado por una circunferencia de radio  $\frac{R}{\sqrt{3}} + l$ , y la distancia entre los dos toques  $B$  y  $C$  se medirá por el lado del triángulo equilátero inscrito, ó sea  $R + l\sqrt{3}$ . Se ve, pues, que en la práctica con los mínimos ordinarios  $R = 120$  metros y  $l = 24$  metros, es necesario disponer para  $BC$  de una longitud de 161,56 metros, y no es sino en casos muy raros que se puede disponer de esta longitud, por lo que las aplicaciones del triángulo regular, llamado también triángulo americano ó ruso, para el giro de las locomotoras es poco empleado.

En los trazados que hemos descrito hasta aquí, las vías recorridas no se cortan, y es de suponer que admitiendo estos nuevos encuentros ó cruzamientos, es decir, construyendo figuras estrelladas, se llegue á disminuir el espacio ocupado, si bien es cierto que á costa de una ligera complicación en el aparato, puesto que no se trata más que de introducir cruzamientos de vía sencilla.

En la práctica hay siempre una dimensión para la cual no hay obstáculos; la dificultad no existe más que para la dimensión perpendicular. Pero ésta puede reducirse sensiblemente en el caso del triángulo curvilíneo adoptando la

forma de florón (fig. 4.<sup>a</sup>). Teóricamente la disposición más favorable á la reducción de anchura será la que dé al espacio  $MN$  una longitud igual á la distancia de los dos toques  $a$  y  $b$  de las líneas de fondo, es decir, una longitud tal que las

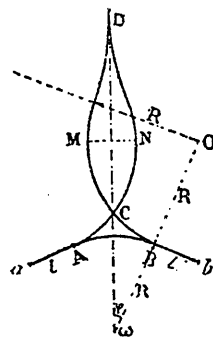


Fig. 4.<sup>a</sup>

tangentes paralelas al eje de simetría en los puntos  $M$  y  $N$  pasen respectivamente por  $a$  y  $b$ . Designando por  $2\varphi$  el ángulo en el centro del arco  $AB$ , esta condición se expresa por la igualdad:

$$l \cos \varphi + B \sin \varphi = R(1 - 2 \sin \varphi)$$

ó poniendo:

$$\frac{l}{3R} = \operatorname{tg} \lambda$$

$$\sin(\varphi + \lambda) = \frac{\cos \lambda}{8}$$

lo que permite calcular simplemente el ángulo  $\varphi$  y la longitud  $a$  ó  $b$  que es igual á  $2(l \cos \varphi + R \sin \varphi)$ .

La aplicación de estas fórmulas para el caso ordinario de  $R = 120$  metros y  $l = 24$  metros da  $\varphi = 15^{\circ}, 36', 11''$ , y  $a$  ó  $b = 110^m, 85$ ; se ve que se han ganado 50 metros, próximamente, con relación á la solución del triángulo equilátero.

El autor de esta nota ha estudiado una aplicación de esta solución y de la siguiente para el giro de las máquinas en un depósito que debía ser ejecutado en la Grande Ceinture, deformando solamente un poco la figura para poderla mejor adaptar al espacio disponible que no era exactamente rectangular.

Es evidente que introduciendo figuras aisladas que tengan un mayor número de vértices, se podrá reducir más y más la extensión ocupada, siendo el límite para un número infinito de lados la circunferencia de radio  $l$ , igual á la longitud de las líneas de fondo; pero para permanecer dentro del dominio de la práctica no hay necesidad de pasar del pentágono estrellado. (Los polígonos cuyo número de lados es par no realizan el retroceso del vehículo que los recorre.)

El pentágono estrellado parece susceptible de dar una solución práctica muy aceptable si se le puede intercalar en una vía de circulación para máquinas, donde no introducirá más que tres retrocesos (fig. 5.<sup>a</sup>).

Designado el radio de las curvas y la longitud de las líneas de fondo, como en el caso anterior, por  $R$  y  $l$ , las fórmulas conocidas para el pentágono estrellado darán:

$$OG = \frac{4R}{\sqrt{10 + 2\sqrt{3}}}$$

$$y \quad OB = \frac{R(3 - \sqrt{5}) \frac{1}{2}}{(5 + \sqrt{5}) \frac{1}{2}}$$

El radio  $OG$  del círculo correspondiente al espacio ocupado será finalmente:

$$l + R \sqrt{\frac{3 - \sqrt{5}}{5 + \sqrt{5}}}$$

ó sea, próximamente,

$$l + 0,32 R.$$

Con los valores precedentes de  $R = 120$  metros y  $l = 24$  metros, la figura estará comprendida en un círculo de 62,50 metros de radio, próximamente.

Es fácil, además, prolongando un poco el arco  $AC$  por delante de  $A$  y el arco  $BD$  por detrás de  $B$ , colocar las alineaciones  $XA$  y  $DY$  en prolongación una de otra.

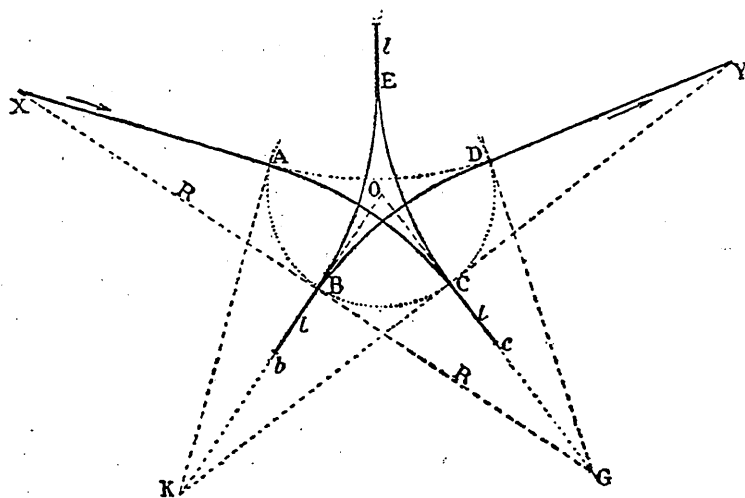


Fig. 5.ª

Las modificaciones de esta figura son, por otra parte, definidas por la deformación de un cuadrilátero articulado de tres lados iguales.

Si se asigna á las máquinas un sentido invariable para recorrer el circuito, se podrían colocar las agujas  $DCE$  en el sentido de este movimiento y funcionar sin necesidad de maniobra. Está igualmente indicado para facilitar el retroceso dar á las líneas de fondo una ligera contrapendiente.

El tiempo necesario para la maniobra sobre los diversos trazados puede evaluarse á razón de cuarenta segundos por retroceso, según las observaciones hechas en el triángulo del depósito de Mantes. Se necesitan, por lo tanto, menos de tres minutos por el pentágono estrellado completo. —  $O$ .

## LA REGIÓN ÁRIDA DE LOS ESTADOS UNIDOS <sup>(1)</sup>

### Colonización.

En los Estados Unidos, con la excepción de Tejas, se consideran de dominio nacional las tierras vacantes no reservadas para los indios ó para bosques y que no han sido objeto de apropiación. Ésta ha tenido lugar de un modo relativamente rápido, por compra directa al Gobierno en los Estados del Este,

(1) De *Las obras de riego de los Estados Unidos de América*, por don José Nicolau y D. Narciso Puig de la B-llaca-a.

donde la abundancia de lluvias permite sin dificultad el cultivo remunerativo de la tierra, y donde los bosques y los prados se desarrollan fácilmente, haciendo ventajosa la explotación de la madera y la cría del ganado. Mas agotadas las tierras de la región húmeda y de algunas zonas de la vertiente del Pacífico, los colonos dirigiéronse á las dilatadas planicies centrales, preferentemente á la parte alta del valle del Misisipí y á la cuenca del Ohío, su principal tributario, donde, por punto general, las lluvias son bastante seguras y abundantes para permitir el cultivo sin necesidad de recurrir al riego artificial. La ley concede á toda persona cabeza de familia ó de más de veintiún años de edad, que sea ciudadano de la Unión ó que haya solicitado naturalizarse, el derecho á colonizar una extensión de tierra vacante de menos de 65 hectáreas, y á perfeccionar el derecho de propiedad, obteniendo el título correspondiente, mediante la residencia en la finca y su cultivo durante un plazo de cinco años; el colono, además de abonar por cada hectárea ocupada de 12,50 á 6,25 pesetas (1), según que la tierra se halle ó no comprendida dentro de los límites asignados á las concesiones otorgadas por el Gobierno á algunas Empresas ferroviarias, ha de pagar ciertos derechos, variable entre 0,30 y 1,25 pesetas por hectárea, según la extensión de la finca y según los Estados en que esté enclavada.

Este medio de apropiación de las tierras de dominio nacional, conocido con el nombre de «homestead entry», es el que ordinariamente se ha seguido en los últimos tiempos para la colonización de las inmensas superficies vacantes en los distintos Estados de la Confederación, con excepción tan sólo del Estado de Tejas, que al entrar en aquélla como República independiente se reservó el derecho exclusivo de administrar sus tierras de dominio público. Pero aparte de este medio, han sido concedidas, por vía de subvención, fajas considerables de terrenos á las Compañías que han construido algunas de las más importantes vías férreas que atraviesan el Continente, así como se han hecho otras concesiones y ventas para las explotaciones mineras y forestales, para edificación de poblaciones y establecimiento de escuelas, para saneamiento de terrenos pantanosos ó áridos, para establecimiento de ferrocarriles, pantanos, canales, caminos, etc.

Como se comprenderá por los anteriores detalles, las leyes de colonización, más bien que á dar rápidamente valor á las inmensas extensiones de terrenos incultos generalmente improductivos en su estado natural, que existían en casi todos los Estados y territorios, tenían por objeto directo é inmediato proporcionar medios de subsistencia á las clases trabajadoras más aptas para soportar con éxito la ruda lucha que requería el hacerlos laborables y productivos, creando de esta suerte una especie de ciudadanía rural, si vale emplear esta frase, formada por pequeños propietarios agrícolas, no dependientes, como los obreros de los grandes centros, de la industria fabril y manufacturera, y no sometidos, por lo tanto, á las graves crisis y á la vida dura y harto estrecha, á que aquéllos se hallan sujetos muchas veces. Mientras han existido terrenos vacantes en la región húmeda y

(1) Á fin de poder prescindir del variable estado de los cambios, referiremos los valores en todo el curso de esta Memoria á la peseta oro, que, para mayor sencillez, supondremos equivalente á un quinto de dólar. En realidad, con los cambios vigentes en 1907 y 1908, un dólar vale aproximadamente 5,80 pesetas de nuestra moneda, y para obtener los valores con relación á ésta deberán aumentarse los que figuran en el texto en un 16 por 100.