

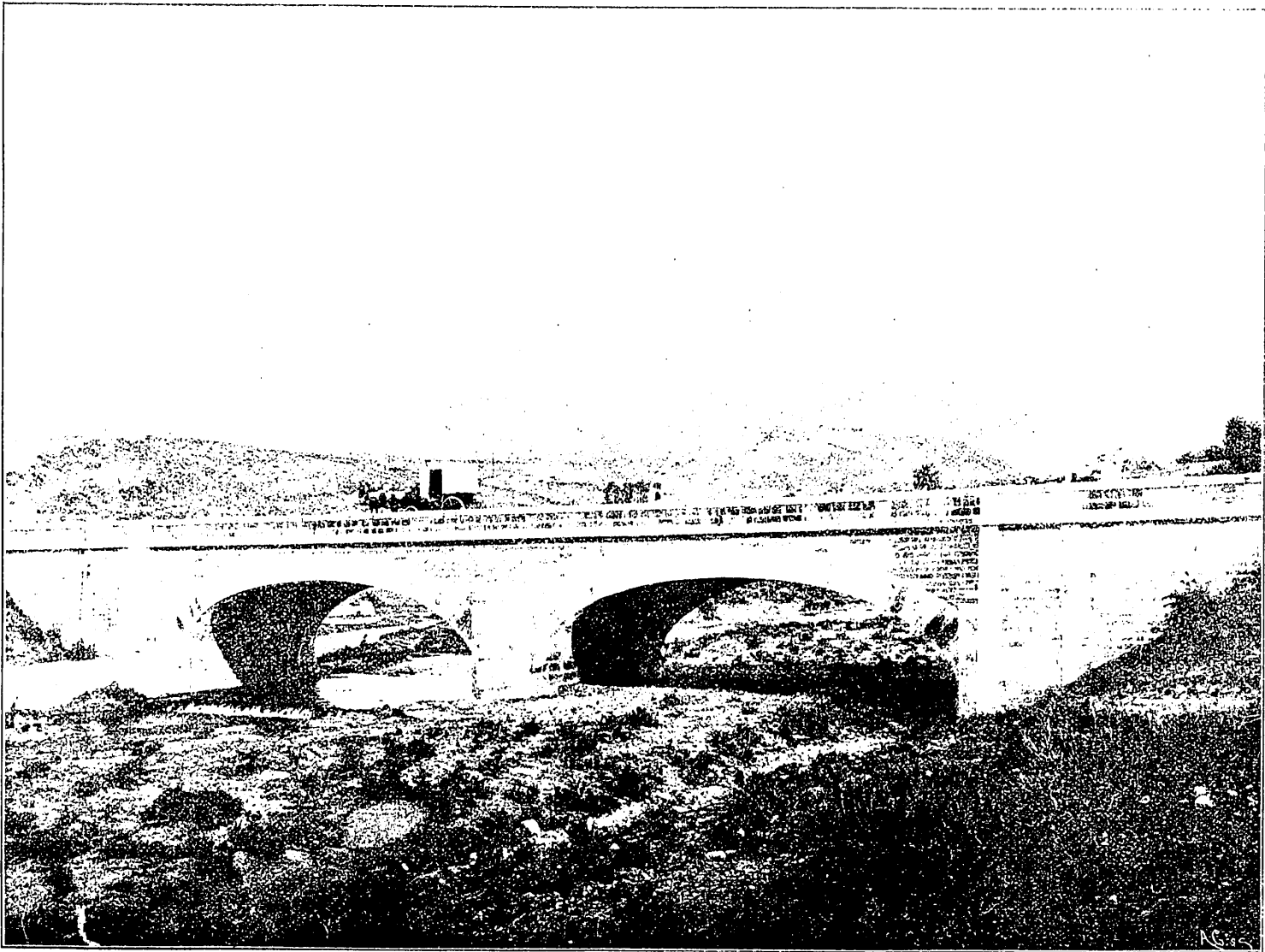
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.



Puente sobre el río Real—Carretera de Cádiz á Málaga (provincia de Málaga).

CAMINO DE HIERRO FUNICULAR

DE LA PUERTA DE SEGOVIA Á LAS VISTILLAS (1)

Carretones transbordadores.—Sabemos que una de las condiciones que ha de reunir el transporte que estudia-

mos es que no exija falsas maniobras de carga y descarga, ó lo que es lo mismo, hay que subir las mercancías en los mismos vehículos en que llegan á la estación de partida del plano. Pero como los vagones y carros no reúnen condiciones para ello, se hace indispensable un vehículo que llevando por carga el vagón, carro ó carreta que se trate de subir, reúna las condiciones de seguridad y comodidad que el caso requiere.

(1) Véase el número 1.195.

Al efecto dicho se proyecta emplear la disposición de la lámina.

En ella se ve una plataforma montada sobre un bastidor que á su vez descansa sobre ocho ruedas. El montaje de la plataforma está hecho de modo que el ángulo diedro formado por ella y el bastidor es igual al de la esplanación con un plano horizontal; así es que la plataforma (figura 1.^a), (1) que no es más que un carretón transbordador de forma especial, lleva una vía que sirve para que se coloque sobre ella el vagón que se ha de subir.

El plano horizontal determinado por la plataforma quedará á nivel con la vía del ferrocarril de circunvalación en la estación de la Puerta de Segovia y también con el tramo horizontal de las Vistillas; por lo tanto, los vagones que haya que subir ó bajar podrán entrar y salir fácilmente en el carretón. Dada esta disposición, si colocamos sobre él un vehículo y lo unimos invariablemente y se amarra á él la punta del cable, cuando éste tire subirá aquél, y con él la carga. Esta manera de evitar la carga y descarga apenas lleva consigo aumento de potencia de tracción, pues siendo el plano inclinado del cable alternativo, lleva constantemente atados en sus dos puntas los carretones, que siendo iguales en forma y peso y descendiendo uno mientras sube otro, se equilibra, de modo que lo único que aumenta son los rozamientos. Este carretón podrá aprovecharse al mismo tiempo de coche para viajeros adoptando la disposición que indican las figuras.

Frenos.—Otra razón que hace indispensable el carretón transbordador es la colocación de los frenos, que siendo para estos caminos mucho más potentes que los que llevan los caminos ordinarios, de no usar este medio habría que colocar nuevos frenos á todos los vagones que subieran por el plano, mientras que colocados en el carretón no se necesitan más que dos, uno por tren.

Siendo indispensable en los planos inclinados ofrecer al público grandes garantías de que seguramente no ha de ocurrir ningún incidente, la elección de frenos es uno de los puntos más importantes en ellos.

Dos papeles distintos tienen que desempeñar los frenos: 1.º servir como en los caminos ordinarios de reguladores de velocidad, sea durante el trayecto entre dos estaciones, bien en las paradas al llegar á ellas. 2.º como medio de seguridad para que queden los trenes sujetos á las vías en caso de rotura del cable ó de los medios de unión de éste con el tren.

Para desempeñar la primera condición elegimos el freno de cinta que se presenta en diagrama en la figura y que consisten, como es sabido, en una polea acunada invariablemente al eje en que van montadas las ruedas y rodeada en su superficie por una cinta de hierro flexible que está guarnecida de piezas de madera dura en la parte que se apoya sobre la polea.

Si por un mecanismo cualquiera manejado desde la plataforma se tira de la cadena ó cable *a b*, las palancas *c d e* aplicarán la cinta de hierro contra la polea, con fuerza suficiente, si fuera necesario, para parar la rotación del eje, y por lo tanto, de las ruedas.

Estos frenos de cinta, además de moderadores de velocidad, servirán en las estaciones para ayudar al motor fijo en las paradas. Su acción es indispensable para evitar sacudidas molestas y peligrosas.

El freno de seguridad que pensamos emplear es debido al ingeniero inglés M. G. Craydon Marks, usados en los planos inclinados de Lynton, Bridg-novth y Clifton, cuyas pendientes respectivas son de 0,55 — 0,59 y 0,44.

Este freno va montado sobre dos traviesas de acero perfectamente unidas al bastidor del carretón y se compone, como se ve en la planta y alzado respectivo, de unas cajas AA de hierro que deslizan libremente sobre los carriles y unas cuñas BB. En caso de rotura del cable C la cuña cambia de posición por el juego de palancas D y el resorte E, y penetra entre la caja y su carril correspondiente, apretando tanto más aquélla contra éste, cuanto más tienda á bajar el tren. La palanca segunda maniobrada desde la plataforma sirve para ayudar la acción de los resortes si se quiere, aunque no es necesario.

Este freno, que obra como el de mandíbulas del funicular de Lyon á la Croix Rouge es, sin embargo, menos complicado.

El medio de tracción es también muy importante en un plano inclinado funicular por servir su bondad de garantía á la ausencia de accidentes.

Cable.—El empleo de los cables es mucho más general que el de las cadenas, porque aunque éstas son más flexibles, lo cual hace que se puedan emplear poleas y tambores de pequeño diámetro, son más pesadas que aquéllos á igualdad de resistencia y se rompen súbitamente sin dar señales de peligro.

El cable que proponemos para el plano inclinado que estudiamos será de acero fabricado con hilos de 2 á 3 milímetros de diámetro que resistan de 140 á 170 mm² de sección, exigiendo que después de fabricado el cable no pierda por la torsión de los hilos la suma de su resistencia más de $\frac{1}{8}$.

Como el cable disminuye en resistencia por el desgaste que sufre con el uso, hay que darle un coeficiente práctico de seguridad, que suele estar comprendido entre $\frac{1}{9}$ y $\frac{1}{11}$ de su carga de rotura.

Partiendo de estas bases vamos á calcular la sección metálica del cable. Depende: 1.º de la resistencia de los hilos empleados en su fabricación disminuida en la pérdida por torsión; 2.º del coeficiente de seguridad que se adopte; 3.º de la tensión máxima á que el cable ha de estar sometido en la explotación.

Los dos primeros factores los hemos ya limitado: veamos el valor del tercero, que está formado:

1.º De la componente paralela al plano del tren de máxima carga, que en nuestro caso se puede valorar en $(10.000 + 10.000 + 8.000) \times 0,1736 = 4.860,8$ kilogramos.

2.º Id. id. del peso del cable, que es igual á

$$3,20 \times 297,50 \times 0,1763 = 166,6 \text{ kilogramos.}$$

3.º Del rozamiento del cable sobre las poleas que viene dado en su posición más desfavorable por

$$\frac{32}{200} \cdot 203,5 = 4,85.$$

4.º Del esfuerzo suplementario para vencer las demás resistencias pasivas, que valuamos en 300 kilogramos, que sumados, dan 5.416,25 kilogramos.

De modo que el cable de nuestro plano ha de resistir

(1) Las figuras que se citan las daremos en el número próximo.

teóricamente 5.416,25 kilogramos; y si suponemos que resista 140 kilogramos por milímetro cuadrado después de fabricado y tomamos $\frac{1}{10}$ como coeficiente práctico de

seguridad, tendremos por sección metálica 386,80 milímetros cuadrados, y dándole á cada hilo la sección 3,14 se necesitarán 124 hilos, que podrán repartirse añadiendo dos hilos más en seis cabos de 24 hilos cada uno.

En resumen, el cable estará formado por seis cabos de 21 hilos cada uno, siendo cada hilo de dos milímetros de diámetro.

Los amarres del cable á los carretones los haremos por el sistema americano empleado para puentes colgantes.

Las figuras dan idea clara de ello.

Motor.—La potencia que debe desarrollar el motor es igual á la diferencia entre la componente de la gravedad que actúa sobre el coche descendente y el esfuerzo de tracción necesario para subir el coche ascendente y el cable por la rampa. Esta potencia complementaria puede determinarse en caballos, y en el caso más desfavorable (que es aquel en que el coche ascendente va cargado al máximo y el descendente vacío), por medio de la fórmula siguiente:

$$\frac{(P + p - P') \cdot (b + c) V}{75}$$

siendo P el peso del tren ascendente, p el del cable y P' el del tren descendente expresado en toneladas, b la pendiente media en metros por kilómetros y c la suma de los coeficientes de tracción y rozamiento, y V la velocidad en metros por segundo.

Aplicada la fórmula al caso que estudiamos, tendremos:

$$\frac{(28 + 0,917 - 10) (174,78 + 2 + 3)}{75} \times 2 = \frac{6820,84}{75} = 90,9$$

caballos.

Es decir, que en el caso más desfavorable se necesitará una potencia, aplicada en la amarra del cable, de 91 caballos de vapor.

Poleas de apoyo del cable.—Con objeto de que el pandeo del cable no haga que roce éste con la explanación y para dirigirlo en las alineaciones curvas, se colocarán á lo largo de la vía soportes terminados por poleas sobre cuya garganta descansa aquél. Las figuras indican dos de estas poleas, aplicándose uno ú otro modelo según que el trozo de vía donde se haya de colocar esté en recta ó en curva.

La distancia á que debe colocarse unos soportes de otros hay que fijarla por medio de cálculo, porque si los colocamos muy próximos aumenta el rozamiento y con él el desgaste del cable, y si los ponemos muy distantes, el cable arrastrará por la vía, sobre todo si el carretón va sin carga ninguna por la poca tensión á que estará sometido.

De un estudio hecho por el Ingeniero francés Vautier, tomamos la fórmula que nos da la distancia que buscamos

$$l = \frac{\sqrt{8f \cdot T}}{p}$$

siendo f la altura del punto de apoyo del cable sobre la explanación, T la tensión del cable y p el peso por metro del cable.

La garganta de estas poleas será de caucho ó de una

aleación de cobre, antimonio y estaño, pues si se hacen de hierro fundido se desgasta la polea rápida ó irregularmente, como sucedió en Lausanne Oushy; por último, no deben pesar mucho: unos 20 kilogramos por polea es lo que suele dárseles.

Tambor.—El cable se apoya, como sabemos, en el tambor, que puesto en movimiento determina el ascenso y descenso de los carretones que lleva aquél amarrados á sus puntas. La solidez de la instalación y lo adecuado de ella son, pues, condiciones esenciales por ser el tambor el punto de apoyo de todo el sistema.

Siendo fijo el motor, el tambor, al girar, ha de arrastrar al cable en su movimiento, y como tensión T del ramal ascendente ha de ser mayor, por regla general, que la f del descendente, no se podrá verificar la condición dicha si $\frac{T}{f} > e f \frac{s}{r}$ (1) en la que e es la base de los logaritmos neperianos = 2,718, f es el coeficiente de rozamiento entre el cable y el tambor, s la longitud del arco abrazado por el arco y r el radio del tambor; f varía con la clase de sustancias que recubran el cable y el tambor; pero para nuestro caso (cable embreado) puede tomarse por valor 0,06.

La desigualdad anterior enseña que para que el tambor arrastre al cable con $\frac{3}{4}$ de vuelta, se necesita que $T < 1,33 f$; para tensiones mayores hay que aumentar el rozamiento, lo que se consigue dando al cable un cierto número de vueltas que, naturalmente, crece con la desigualdad anterior. Para determinar este número basta sustituir en la fórmula (1) s por su valor $2\pi r n$, lo que da $n = 6,091 \text{ longitud } \frac{T}{f}$, de modo que sustituyendo en esta igualdad f el valor máximo de T y el mínimo de f, el valor de n es el que nos dice las vueltas que hay que dar.

En cuanto á la disposición del tambor, creemos debe emplearse la que indican las figuras, con las que basta para comprender que el tambor es de eje horizontal y cada ramal pasa, además, por una polea de cambio de dirección, que sirve de guía.

(Se continuará.)

ENRIQUE SANCHIS TARAZONA.

PROYECTO DE ENSANCHE DE LA CIUDAD DE LEÓN (1)

Por D. Manuel Diz Bercedoniz, D. Pedro Diz Tirado,

D. José M. Rodríguez Valbuena y D. Manuel Hernández.

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LEÓN Y SU ZONA DE ENSANCHE

Las piedras utilizadas hasta la época presente han sido asperones, pórfidos y cantos rodados. Cálculos estadísticos demuestran que los pavimentos de asperón duran de veinte á sesenta años, exigiendo cada ocho una reparación en calles de gran circulación, cada quince ó veinte en las de mediana circulación y cada veinte ó treinta en las de menor.

Las ciudades situadas en las inmediaciones de los ríos utilizan, por lo general, para empedrado de las calles, los cantos rodados. Este sistema es tan malo para los carruajes como para los que caminan á pie. Precisa haber naci-

(1) Véase el número anterior.