

MADRID, 15 DE ENERO DE 1877.

TOMO XXV.

NÚM. 2.º

## SUMARIO.

Carretera núm. 2 de la capital á Mayagüez (conclusion).—  
Escalafon del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales  
y Puertos.— Parte oficial.— Subastas.— Noticias varias.  
—Anuncio.

## CARRETERA NÚM. 2 DE LA CAPITAL Á MAYAGÜEZ.

(ISLA DE PUERTO-RICO.)

(Conclusion.)

Al mismo tiempo se verificaba la colocacion de los rodillos y de los tornos. En vista de la flecha extraordinaria del puente cuando uno de sus extremos se hallaba libre, resolvimos hacer la distribucion de rodillos de tal manera que se pudiera evitar que en las diversas fases del corrimiento el último tramo tuviera volada una longitud mayor de 16 metros en la parte que insistia sobre el terraplen, y que se disminuyeran todo lo posible las operaciones de cambio de rodillos.

Colocamos, pues, cuatro pares de éstos sobre el estribo, dos bajo cada cuchillo, porque siendo este punto el que habia de sufrir más peso del puente en la primera parte del corrimiento, quisimos prever el que se produjera un accidente si ocurría la rotura de alguno de ellos.

Los seis pares de rodillos restantes los distribuímos del modo siguiente: colocamos dos debajo de ambos cuchillos en la parte correspondiente á la primera pila, otros dos en medio del segundo tramo, y los dos últimos, en la parte del tramo correspondiente á la segunda pila. De esta manera se conseguia que no quedara nunca volada una longitud de puente mayor de 16 metros en la parte que insistia sobre el terraplen, y para las otras fases del corrimiento, colocando siempre cuatro rodillos en la pila que habia de sufrir mayores esfuerzos, se disminuian en lo posible las maniobras de cambio de rodillos. Estos se fijaron por medio de pernos á unos gruesos tablones colocados transversalmente al puente, los cuales se apoyaban por el intermedio de cuñas á otros tablones paralelos que descansaban directamente sobre el suelo. Todos los rodillos se hicieron invariables de posicion por medio de estacones clavados en el suelo, ó por medio de riostras convenientemente dispuestas, cuando como sucedia sobre las pilas y estribos, no era posible emplear el primer medio. De esta

manera quedaban los rodillos en posicion invariable para resistir á los esfuerzos ordinarios á que debian hallarse sometidos, excusándose algun esfuerzo extraordinario por el movimiento de las riostras, colocadas de manera que pudieran manifestar su movimiento. Con esta disposicion evitamos los desarreglos frecuentes de los rodillos en la operacion del corrimiento, previendo á la par el caso de que por la interposicion de las cuñas de hierro sobre los resaltos se produjera algun esfuerzo extraordinario que conviniera conocer. Esta precaucion es sin embargo inútil, pues el esfuerzo de los hombres en los tornos, que observábamos constantemente, da la mejor medida de las resistencias que se producen.

Los tornos se fijaron sobre los estribos de un modo análogo y por medio de tirantes que tomaban sus puntos de apoyo en los macizos de aquéllos. Preferimos emplear el medio de fijar los tornos lateralmente al puente en un ensanche que presentaban los estribos, á causa de la repugnancia que manifestaron los operarios á colocarse con los tornos sobre el puente y moverse con él: por otras razones esta solucion era tambien conveniente en nuestro caso. Los puntos fijos de los aparejos se tomaron en los macizos del primer estribo, á cuyo efecto se empotraron en ellos cuatro gruesas barras de hierro sobre las que se repartieron por igual los esfuerzos que habian de producirse. Las cuerdas mismas que venian á estos puntos fijos sostenian un revestimiento de tablones que colocamos en dichos estribos, y contrarestaban el empuje que en ellos producía la marcha del puente.

Terminados todos los preparativos, se colocaron los aparejos de traccion que daban una longitud de 6 metros; se engancharon al puente de una manera sencilla, se engrasaron los rodillos y tornos; se mojaron las cuerdas; se inspeccionaron detenidamente todos los enganches; se repartieron dos cuñas, y se colocaron dos hombres por cada par de rodillos, cuatro hombres por torno, dos para mojar constantemente las cuerdas, otros dos de los más inteligentes para revisar y acudir á cualquier caso imprevisto, y por último, otros dos en la pila opuesta, que por medio de cuerdas cruzadas sostenian

los balances que el viento imprimía al tramo volado.

A las siete de la mañana, estando todo preparado, se dió la señal de empezar la operación del corrimiento, que marchó perfectamente en los primeros seis metros. Mientras se hacía la extensión de los aparejos y el cambio de enganches, revisamos las cuñas, que encontramos en su mayor parte encorvadas por el laminado que sufrían entre los rodillos. Se emplearon los herreros en aplanarlas, y continuó la operación sin más detenciones que las del cambio de enganches y las producidas por la rectificación de las cuñas, algunas de las cuales empezaron á partirse. A medida que aumentaba la parte volada del primer tramo, aumentaban naturalmente las resistencias, pero sin llegar á ser extraordinarias. La interposición de las cuñas encorvadas entre los rodillos acoplados, y su rotura, produjeron frecuentes detenciones, pero ningún accidente grave; la resistencia continuaba aumentando y se hacía á veces extraordinaria por el paso de alguna cuña rota, que, á falta de otras, hubo que aprovechar.

Cuando el día tocaba á su fin, y cuando solamente faltaban dos metros para alcanzar la primera pila, ocurrió la rotura de un gancho de los aparejos, que resultó hallarse mal soldado, y por lo tanto, tal accidente no podía servir de indicio para suponer que se había producido alguna resistencia excesiva. A esta rotura siguió la del gancho de otro aparejo, que también se hallaba en el mismo estado. Habiéndonos cerciorado de que nada extraordinario ocurría que motivara esos accidentes, mandamos continuar la operación, con verdadera ansiedad, puesto que se aproximaba la noche y temíamos no poder terminar el corrimiento en vista de los accidentes ocurridos, y de los que presentíamos habían de ocurrir, viendo crecer fuertemente las resistencias, tanto por estar en los puntos en que debía alcanzar su máximo, cuanto por las condiciones de las cuñas rotas que había que aprovechar. Llegó un momento en que el puente no avanzaba, á pesar de maniobrar los tornos, como sucedía siempre durante algunos segundos cuando se presentaba algún resalto; los hombres de los tornos ejercían un esfuerzo extraordinario, todos los aparejos se hallaban sumamente tensos; se trataba de salvar el último resalto. Esperábamos con ansiedad suma el movimiento de avance del puente, cuando observamos que todos los aparejos se aflojaban. Examinamos en seguida el punto de enganche en el estribo, y vimos que

una de las gruesas barras de hierro que servían con otras tres de puntos de amarre, se había encorvado y había dejado deslizar las cuerdas. Semblante efecto acusaba la producción de una resistencia extraordinaria cuya causa era preciso investigar. Pronto la descubrimos; uno de los operarios colocado en los rodillos del estribo había dejado sobreponer una cuña á un resalto, y creyendo que podría salvarse ese obstáculo no había dado el correspondiente aviso. El accidente producido en el enganche se podía considerar como providencial, pues si la fuerza de los hombres en el torno hubiera sido suficiente á salvar el resalto, se hubiera producido después una caída del puente sobre los rodillos que probablemente los hubiera roto, y por consiguiente podía haber producido un accidente gravísimo. Hubo que levantar el puente con las prensas hidráulicas con muchísima precaución, quitar la cuña sobrepuesta, sustituirla por el único pedazo utilizable que quedaba, y continuar la operación, que se concluyó ya de noche, dejando apoyada la cabeza del tramo en la primera pila.

La práctica adquirida en esta primera parte del corrimiento; el convencimiento de que cualquier sistema de cuñas móviles era expuesto á accidentes, por encorvarse éstas, y sobre todo, por fiar á un operario, la mayor parte de las veces poco inteligente, el éxito de una operación tan delicada; el tener que reponer las cuñas rotas, que quedaron todas inservibles; el recuerdo de la ansiedad pasada y del peligro providencialmente salvado; el contar con tiempo suficiente disponible mientras se armaba la última parte del puente, todas fueron razones que nos aconsejaron volver á nuestro primitivo proyecto, el de emplear las cuñas fijas, á pesar de que ahora resultaba mucho más costoso el procedimiento, teniendo que cortar y reponer un número crecido de roblones. A pesar de todo, el exceso de gasto sobre el necesario para reponer las cuñas móviles no llegó á 400 pesetas, cantidad insignificante si se compara con el coste que puede ocasionar la producción de un accidente cualquiera, y que por otra parte casi viene á representar el valor de los jornales que se ahorran con la mayor rapidez de las operaciones del corrimiento.

Hicimos, pues, construir 64 cuñas de hierro, de 0<sup>m</sup>,20 de ancho por 0<sup>m</sup>,19 de largo y con espesores de 0<sup>m</sup>,008 en uno de sus extremos y 0.001 en el otro. A cada una de estas cuñas se le abrieron cuatro taladros en correspondencia de los que tenían las cabezas de las vigas en los sitios en que

aquellas habian de ir colocadas. Se cortaron los roblones correspondientes, se colocaron las cuñas y se volvió á roblonar, adoptando las precauciones necesarias para hacer sin peligro estas operaciones en la parte de puente ya volada. Cada cuña se hallaba, pues, sujeta con cuatro roblones, dos colocados cerca del resalto y otros dos muy cerca del extremo más delgado.

Los demas medios auxiliares, excepto los rodillos, quedaron dispuestos de la misma manera que en la primera parte de la operacion del corrimiento, puesto que el resultado obtenido con su disposicion fué satisfactorio.

Preparado ya todo, se dió principio al corrimiento del segundo tramo, que se llevó á efecto con completo buen éxito en ménos de tres horas, de las cuales, una por lo ménos, fué empleada en cambiar los enganches y estirar los aparejos, cuando por unirse las poleas era necesario efectuarlo. En esta parte de la operacion no ocurrió accidente importante de ningun género, los tornos funcionaban con suma facilidad, por ser mucho menores las resistencias que hubo que vencer, la marcha del puente fué más regular y continuada, y por último, no se observó el más ligero indicio de rotura ni descomposicion en las cuñas fijas, á pesar de que la calidad del hierro de que estaban hechas era de clase muy inferior y á pesar de hallarse trabajadas con muy poco esmero.

Para correr el tercer tramo hubo que hacer el cambio de rodillos, aprovechando este tiempo para agregar á la parte posterior del puente una tosca y fuerte armadura de madera que permitiera verificar la traccion en la última parte de su corrimiento.

Este tercer tramo se corrió con la misma facilidad que el segundo, sin que tampoco se notara alteracion ninguna en las cuñas fijas.

Nada de particular ocurrió tampoco en la ejecucion de las demas operaciones necesarias para bajar el puente y dejarlo horizontalmente sentado sobre las placas de deslizamiento, cuya parte fija se empotró en la coronacion de los apoyos. Todas estas operaciones, lo mismo que otras que hemos dejado de indicar, se llevaron á cabo empleando procedimientos análogos á los seguidos más generalmente.

Se deduce, por consiguiente, de lo expuesto, la conveniencia prácticamente acreditada, tratándose de puentes de hierro de poco peso, de sustituir el empleo de cuñas móviles por el de cuñas fijas, de hacer invariables de posicion hasta un cierto limi-

te de esfuerzos los rodillos que sostienen el puente, y por último, de emplear para la traccion tornos que tengan solamente la potencia necesaria para vencer las resistencias normales, pues si fueran aquéllos susceptibles de excederlas en demasia no sería fácil conocer cuándo se producen las resistencias anormales, y no podría quizás preverse la produccion de un accidente. Seria indudablemente posible hacerlo, dejando más débil que las demas alguna de las partes que se hallan sometidas al esfuerzo de traccion, pero este sistema ofreceria tal vez inconvenientes de otra indole. Tales son, por ejemplo, los que se producen dejando sin fijar los rodillos, que se desarreglan con facilidad suma y obligan á hacer frecuentes interrupciones.

Ciertamente, tratándose de un puente de importancia y de gran peso, deberán modificarse estas conclusiones, pues aparte de la dificultad de apreciar aproximadamente el valor de las resistencias normales que habrá que vencer, existe tambien mayor facilidad para la produccion de las extraordinarias, que en muchos casos pueden ser vencidas sin necesidad de suspender las operaciones, y sin que el hacerlo así ofrezca un gran peligro. De todos modos, en estos casos es necesaria una continua vigilancia para prever los accidentes que puedan producirse. El empleo de las cuñas fijas creemos, sin embargo, que es aplicable á toda clase de puentes, ya sea proyectando los palastros de las cabezas inferiores de los cuchillos con un pequeño exceso de longitud que permita adelgazarlos gradualmente en una cierta extension sin alterar la resistencia del puente, medio practicable y que consideramos el más conveniente y económico, ya sea empleando cuñas sueltas de la longitud y ancho que en cada caso pueda convenir y fijándolas al tiempo de armar el puente, pudiendo quitarlas al tiempo de sentarlo, ó lo que es preferible, dejándolas formar parte de aquél, lo cual no ofrece inconveniente de ningun género, pues colocadas en la parte inferior de los cuchillos, apenas son perceptibles.

No sabiendo si alguna de las dos soluciones indicadas ha encontrado su aplicacion en alguna otra parte, ó si se hallan generalizadas, hemos creido deber hacer la ligera descripcion que precede consignando algunos de los detalles de construccion cuya aplicacion se ha hecho con buen resultado, por si, á pesar de su insignificancia, pueden ser de alguna utilidad en casos análogos. — Puerto-Rico, 4 de Abril de 1876. — MANUEL LOPEZ BAYO.