

Los desplazamientos mayores se corregirán variando la posición de los tirafondos, después de colocar estaquillas en los agujeros antiguos.

Cajeo de las traviesas.

Para la inspección de las cajas de las traviesas basta alojar algo los tirafondos, hasta que el carril pueda levantarse 2 a 3 centímetros sobre su asiento.

Debe comprobarse la profundidad de la caja para que el apriete del tirafondo se haga sobre el patín del carril y no sobre la madera.

Para comprobar el apriete de los tirafondos basta dar un pequeño golpe en la cabeza de una traviesa y ver si ésta desliza.

Cuando la caja de una traviesa se encuentre en malas condiciones, se procederá al levantado y cajeo fuera de la vía.

Fase 6.ª—Trazado y nivelación definitivos.

Sirviéndose de los mismos puntos de referencia que para las operaciones de la Fase 2.ª, se llevará a cabo, antes de colocar de nuevo el balasto, la corrección minuciosa del trazado en planta y de las rasantes de la vía, que, por otra parte, ya no exigirá sino algún insignificante ripado o recrecido.

Fase 7.ª—Reposición del balasto.

Una vez que la vía ocupa una posición correcta, se procederá a la colocación del balasto que en la Fase 3.ª fué retirado, operación que debe hacerse con una horquilla, para no volver a arrojar a la vía los materiales menudos eliminados en la depuración.

Es preciso no perder nunca de vista que el balasto comprendido entre dos traviesas debe servir de drenaje para que la vía esté bien saneada.

Fase 8.ª—Rectificación del perfil transversal.

Para facilitar esta operación es muy recomendable el uso de un gálibo de madera que reproduzca el perfil adoptado.

Normas generales.

Todas las Fases de la revisión integral deben llevarse a cabo siempre por su orden y en un solo día para el trozo elegido, de modo que la parte de la vía cuyo balasto empiece a depurarse por la mañana quede completamente terminado por la tarde.

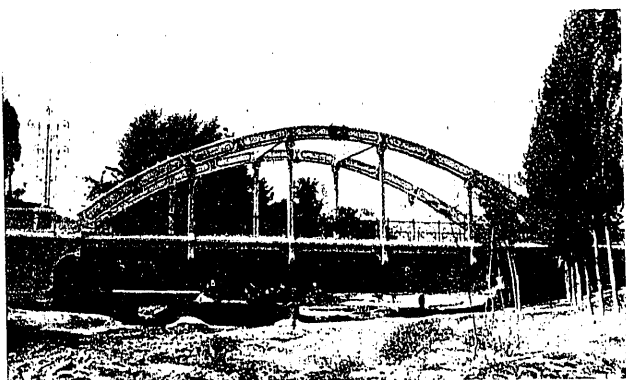
Excepto en los casos extraordinarios indicados anteriormente, las operaciones de la revisión integral no exigen el establecimiento de señales de precaución ni reducción de la velocidad de los trenes, lo cual constituye una positiva ventaja del sistema.

Domingo MENDIZÁBAL
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

Puentes con arcos articulados de fábrica u hormigón armado

En España, que yo sepa, sólo existen tres puentes con arcos o bóvedas articuladas, todos ellos para carretera.

El primero, construido por nuestro compañero don Gabriel Rebollo, fué el de arco parabólico superior representado por la fotografía.



Carretera de Huesca a Sabinánigo. Puente sobre el río Isueba.

Se encuentra en la carretera de Huesca a Sabinánigo, en su cruce con el río Isueba.

Las articulaciones de los arranques están a 26,50 m de distancia y lleva, además, cada arco otra articulación en la clave.

El segundo puente construido con articulaciones es el de Gradefes (León): once arcos de hormigón en

masa de 20 m de luz con tres articulaciones de chapa de plomo (1).

El tercero es el arco de 31,80 m de luz del puente de San Juan de las Abadesas (Gerona) (2), con bóveda de hormigón armado y dos articulaciones sistema Mesnager.

Algunos autores extranjeros han citado, además, como construido un puente en Las Segadas (Oviedo) (3), con una bóveda de hormigón en masa de 50 m de luz y tres rótulas de acero fundido; pero este puente fué adjudicado en subasta a un contratista timorato que, ante el supuesto peligro de las articulaciones, consiguió de la Superioridad la... (llamémosla extraña) resolución de sustituir dicho puente de fábrica por un horrible tramo metálico en celosía. Veamos lo que se ha hecho en el extranjero.

A pesar de que la primera idea de la articulación de las bóvedas fué debida al gran ingeniero Dupuit (4), sólo se han realizado en Francia muy contadas aplicaciones en bóvedas de fábrica.

Sejourné, en su hermoso libro *Grandes voûtes*, en cuyo tomo IV se ocupa exclusivamente de los puen-

(1) Proyecto de D. Bienvenido Oliver.—REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 15 de marzo de 1924.

(2) Proyecto de D. Federico Moreno.—REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 1.º de junio de 1924.

(3) Proyecto de D. J. Eugenio Ribera.—REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 18 y 25 de abril de 1901.

(4) *Traité de l'équilibre des voûtes et de la construction des ponts en maçonnerie*, por J. Dupuit, Inspector general de Puentes y Calzadas.—París, Dunod, 1870; pág. 195

tes articulados, sólo cita (pág. 278) dos arcos de 25 m en Lyon y tres puentes de 29 m en Argelia.

En bóvedas de hormigón armado se han establecido articulaciones sistema Mesnager, análogas a las citadas del puente de San Juan de las Abadesas, en el puente d'Amelie-les Bains, arco de 44 m (*Génie civil*, 29 agosto 1910); un puente sobre el canal San Martín (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1910, tomo IV pág. 176), y otro puente sobre el Tarn y canal de Lissac, con dos articulaciones a 36 m de distancia (*Génie Civil*, primer semestre 1916).

En cambio, en Alemania, como ha ocurrido con frecuencia, se acogió con gran interés la idea francesa, construyéndose con articulaciones un gran número de bóvedas, unas veces de sillería, pero, más generalmente, de hormigón en masa.

Sejourné, en su ya citado libro *Grandes voûtes*, describe, en el tomo IV, y con todo detalle, los veintinueve puentes articulados, de más de 40 m de luz, construídos hasta 1914.

De estos veintinueve puentes, veintisiete se han construído en Alemania; uno sólo en Suiza (el de Coulouvreniere (Ginebra), en 1896), y otro en Italia (el de Morbegno, construído en 1903), para un ferrocarril de ancho normal, y con 70 m de luz, que es la mayor construída hasta la fecha.

¿Por qué no se ha desarrollado más el sistema de articulación?

Recordemos sus ventajas.

Para los puentes metálicos, las demostré en mi proyecto de viaducto de Pino, sobre el Duero (1).

Para las bóvedas de hormigón en masa, en mi proyecto de puente de Las Segadas, ya citado (REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 18 y 25 de abril de 1901), y, en resumen, son las siguientes:

1.^a *Facilita y asegura* el cálculo de la bóveda.

Las curvas de presiones pasan forzosamente por las rótulas; se suprime, pues, la incertidumbre de los movimientos de esta curva, movédiza con exceso en las bóvedas inarticuladas. Esta ventaja parece que debía permitir un mayor aprovechamiento del material y, en definitiva, una reducción de los espesores de bóvedas; en la práctica, no es muy sensible esta economía.

2.^a Permite un asiento de los apoyos sin peligro para la bóveda, ventaja muy apreciable cuando el terreno en que se cimienta es compresible.

Veamos ahora los inconvenientes de las articulaciones:

1.^o Constituyen *soluciones de continuidad* en la bóveda de fábrica en que se intercalan.

2.^o *Estéticamente*, parece anómalo que una obra robusta, maciza, de aspecto rígido, esté sometida a la movilidad que suponen las articulaciones.

3.^o Son elementos delicados, que exigen un *montaje cuidadoso y preciso*.

(1) Véase mi libro *Estudio sobre los grandes viaductos*, página 307.

4.^o Las articulaciones de acero son *oxidables, difíciles de conservar, casi imposible de sustituir*.

Se pierde, pues, la ventaja de la casi indefinida duración del puente de fábrica, confiando su estabilidad a las *precarias articulaciones*.

Las articulaciones con chapas o rótulas de piedra dura en salmeres y clave evitan este peligro, pero no localizan tanto la curva de presiones.

Con chapas de plomo se han articulado bóvedas de 40 m de luz (1); con articulaciones de granito, se han alcanzado luces de 60 m (2).

¿A qué, pues, emplear rótulas de acero?

Por estas mismas razones, opino ahora que no conviene articular las bóvedas de hormigón armado y no lo propuse en los modelos de puentes en arco para carretera que me encargó la Dirección general de Obras públicas (3).

Tampoco parece que en estos puentes produzca ninguna economía el empleo de tales articulaciones.

Comparemos los materiales empleados en el puente de 31,80 m de luz de San Juan de las Abadesas y nuestro modelo de puente de 32 m rebajado al 1/2, que tiene algo más altura y está calculado para sobrecargas un poco mayores; tenemos:

	Hormigón M. cúbicos	Acero Kilogramos
Puente de San Juan de las Abadesas..	169	35.535
Modelo de 32 m rebajado al 1/2. . . .	181	22.770

Las articulaciones no economizan hierro.

Téngase, además, presente que nuestros modelos ahorran la cimbra, que representa para esta bóveda un gasto que no será inferior a 25 000 pesetas.

Si no hay economía ni facilidad de construcción, ¿a qué, pues, articular los puentes de hormigón armado?

Cuando haya que construir puentes sobre terrenos compresibles, que es únicamente donde pudieran justificarse las articulaciones, preferible es a todas luces, y yo por lo menos así lo he hecho siempre, prescindir de puentes en arco, con empujes oblicuos y variables en intensidad y dirección.

Para esos casos recorro a los tramos rectos, que sólo me dan presiones reducidas y *verticales*, y, si no dispongo de altura de rasante para los tramos rectos corrientes de tablero superior, proyecto arcos superiores con tablero inferior que los atirante, para evitar a todo trance los empujes oblicuos sobre los apoyos, que son los que, en terrenos compresibles, más contribuyen a su asiento.

J. EUGENIO RIBERA

Profesor de la Escuela de C., C. y P.

(1) Puente de Garching (Baviera). Sejourné, *Grandes voûtes*, tomo III, pág. 95.

(2) Puente de Gohren (Sajonia). Sejourné, tomo III, página 139.

(3) Descritos en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 1.^o de diciembre de 1923.