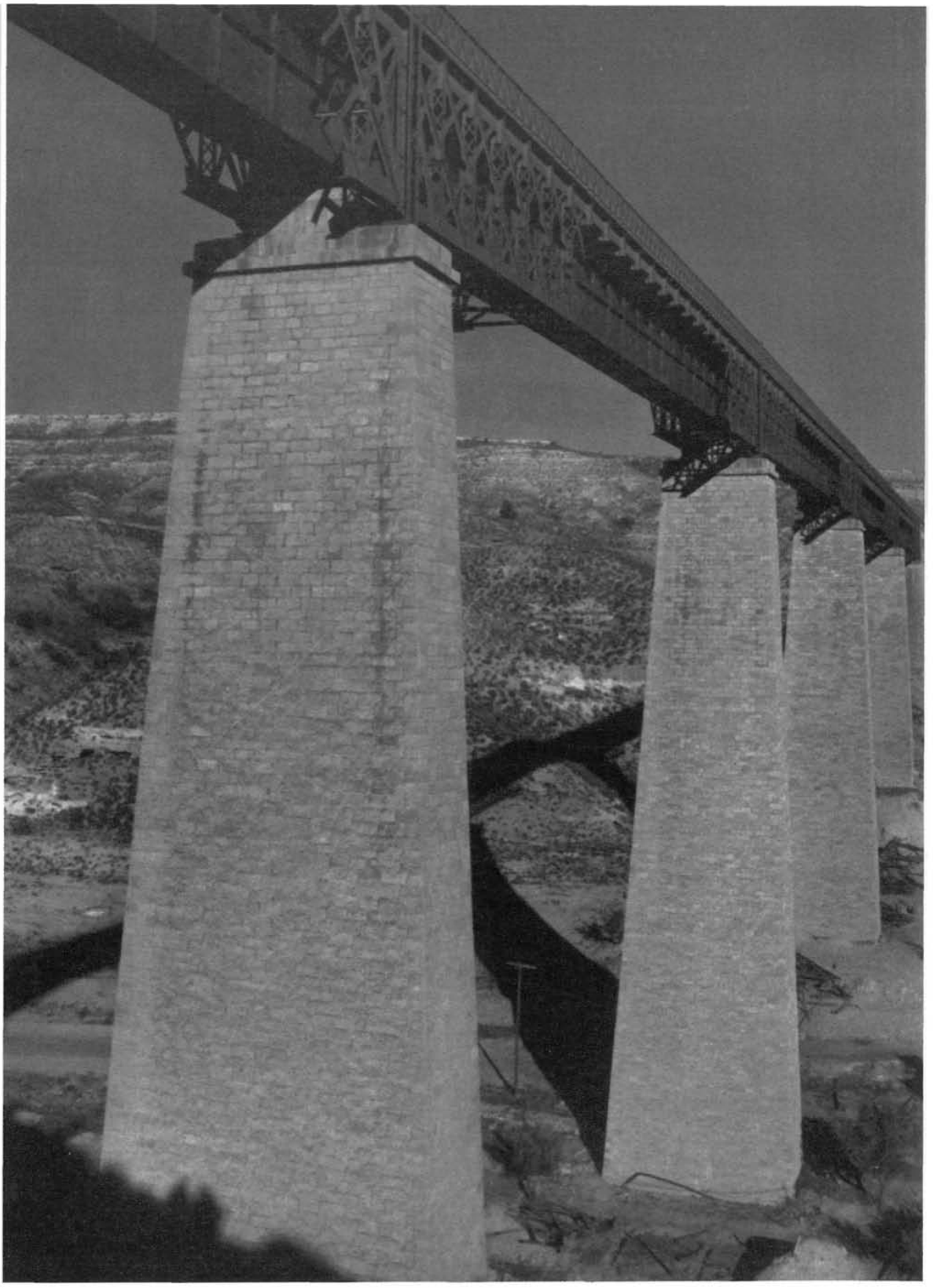
Informes de la Construcción Vol. 30, nº 291
Junio de 1977

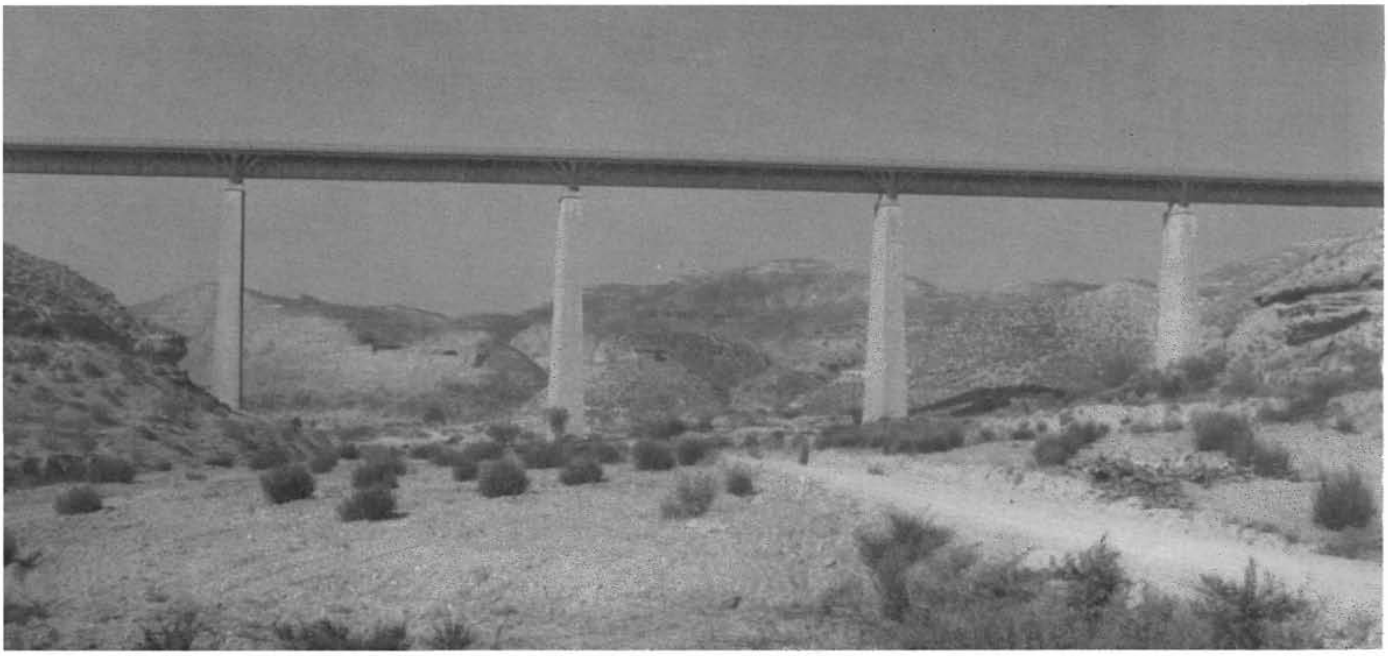


puentes Anchurón y Gergal
España

JUAN BATANERO, Dr. ingeniero de caminos
RAMIRO RODRIGUEZ-BORLADO, Dr. ingeniero de caminos
CARLOS MARTINEZ LASHERAS, Dr. ingeniero agrónomo
CARLOS MOPAS ZANCAJO, ingeniero industrial

565 - 36

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



sinopsis

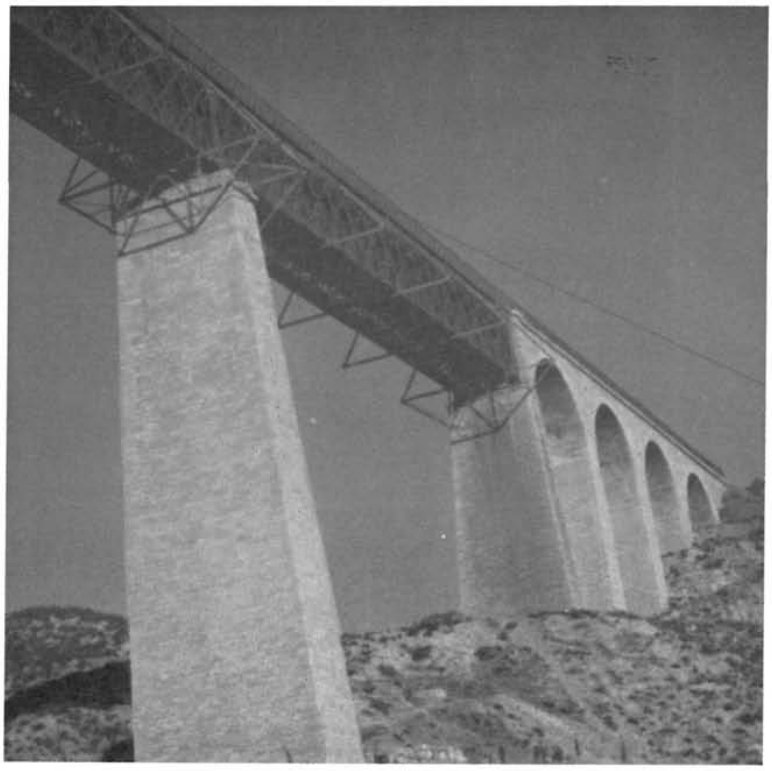
Dadas las diferencias entre las cargas y velocidades del año de construcción de los puentes y las de nuestros días se hacía preciso actualizar su resistencia, y ello debía hacerse separándolos adecuadamente y de forma que la operación se realizase sin interrumpir el tráfico.

En ambos casos se ha aprovechado la infraestructura antigua y adoptado una solución original de indudable interés, consistente en colocar un nuevo puente metálico dentro del antiguo.

Se describen en este artículo las delicadas operaciones llevadas a cabo hasta la total puesta en carga del puente nuevo y desguace del antiguo.

La línea férrea Linares-Almería fue inaugurada en el año 1895, según se muestra en la placa conmemorativa que existe en la estación de viajeros de Almería. La Compañía de los Ferrocarriles Andaluces encargó la redacción del proyecto y la construcción a la «Campagnie des Fives-Lille», de París.

La línea discurre por terrenos muy abruptos y su tendido se hizo según criterios de economía, por lo que abundan las pendientes excesivas de radio pequeñas; es decir, es una línea donde tanto la tracción como la velocidad tienen grandes limitaciones.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

anchurón

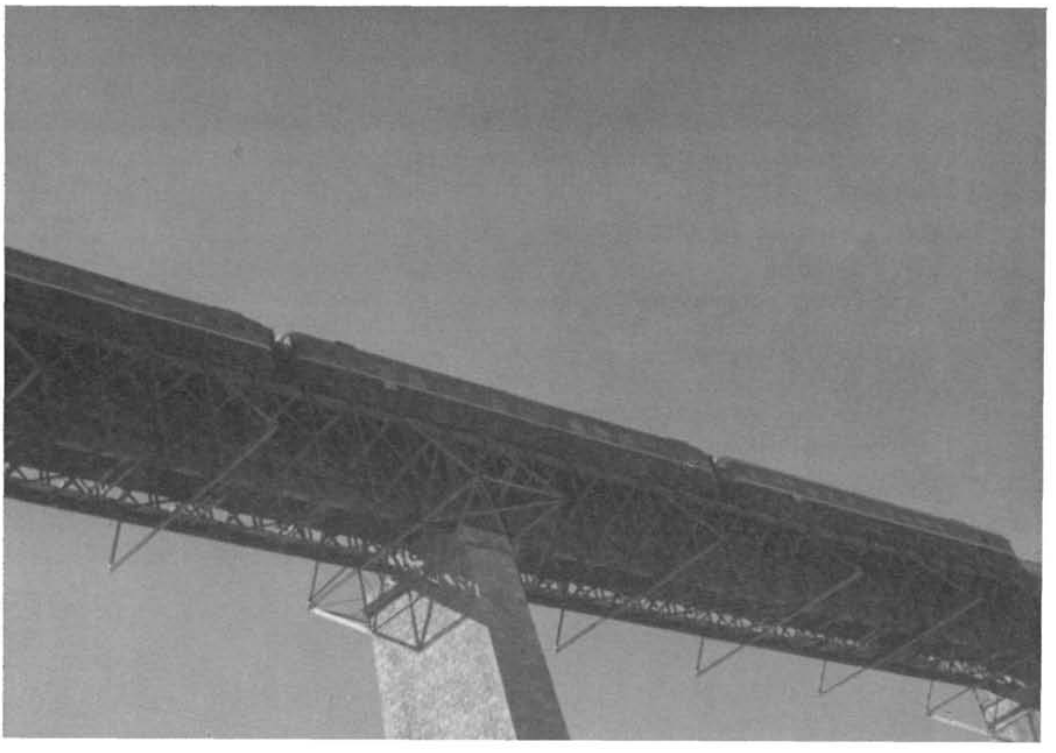
Las características del terreno obligaron en su día a la construcción de numerosas y grandes obras de fábrica, suponiendo una gran parte del volumen de inversión. La suma de las longitudes de los puentes metálicos de toda la línea es de unos 4 km para una línea de 254 km, o lo que es lo mismo, 1 m de cada 60 está tendido sobre puente metálico.

Ya se comprende que los puentes pensados para cargas del año 1890 no son válidos para soportar las cargas y velocidades de nuestros días. Era necesario actualizar la resistencia de los puentes. Pero esta decisión se ha alargado por la magnitud de la inversión.

Y al llegar aquí debemos hablar de la importancia de esta línea, pues es la única salida del mineral de las ricas minas de hierro de Alquife y del Marquesado. El cuello de botella en la producción de este mineral era precisamente la capacidad de la línea condicionada a la resistencia de los puentes.

El transporte del mineral se efectuaba mediante tolvas pequeñas, cuyas cargas eran soportables por los tramos metálicos. Posteriormente, al aparecer las tolvas de descarga lateral de gran tonelaje, RENFE, después de los correspondientes estudios, autorizó la circulación de trenes compuestos de tolvas pequeñas y grandes, de tal manera que las grandes estuvieran separadas por dos pequeñas. Ultimamente, por comodidad de la Compañía Andaluza de Minas, se utilizaron trenes de tolvas grandes, pero cargados sólo a la mitad, con la consiguiente pérdida de rentabilidad.

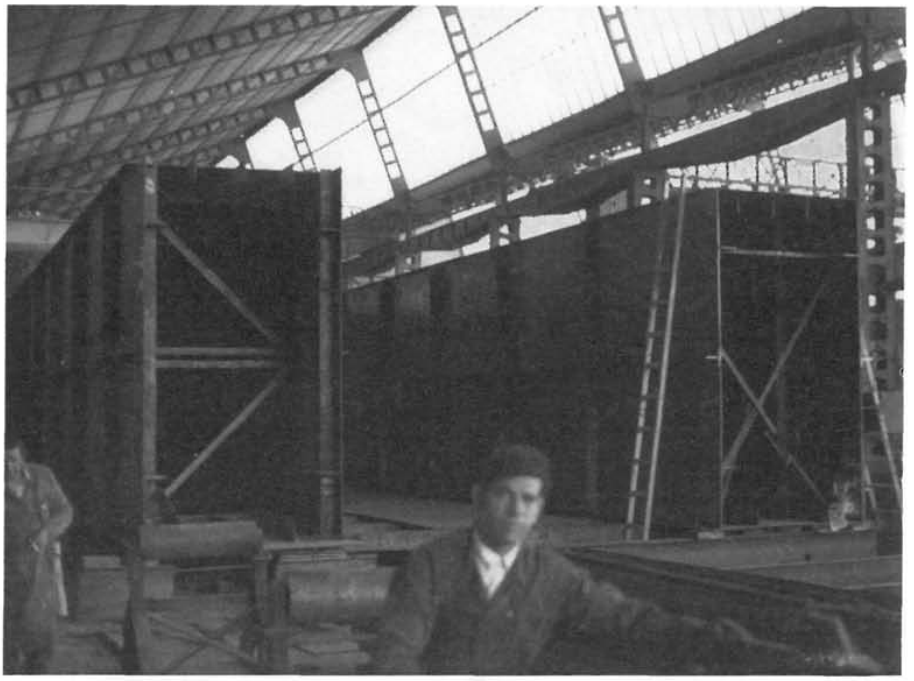
La actualización de los puentes era del todo punto necesaria. Ya hace unos años redactamos proyectos de refuerzo de los varios puentes de esta línea por encargo de RENFE. Al estar constituidos de hierro pudelado de imposible soldadura, y como este refuerzo era laborioso, RENFE optó por la sustitución de los tramos, que aunque de mayor costo es una inversión de mayor duración previsible.

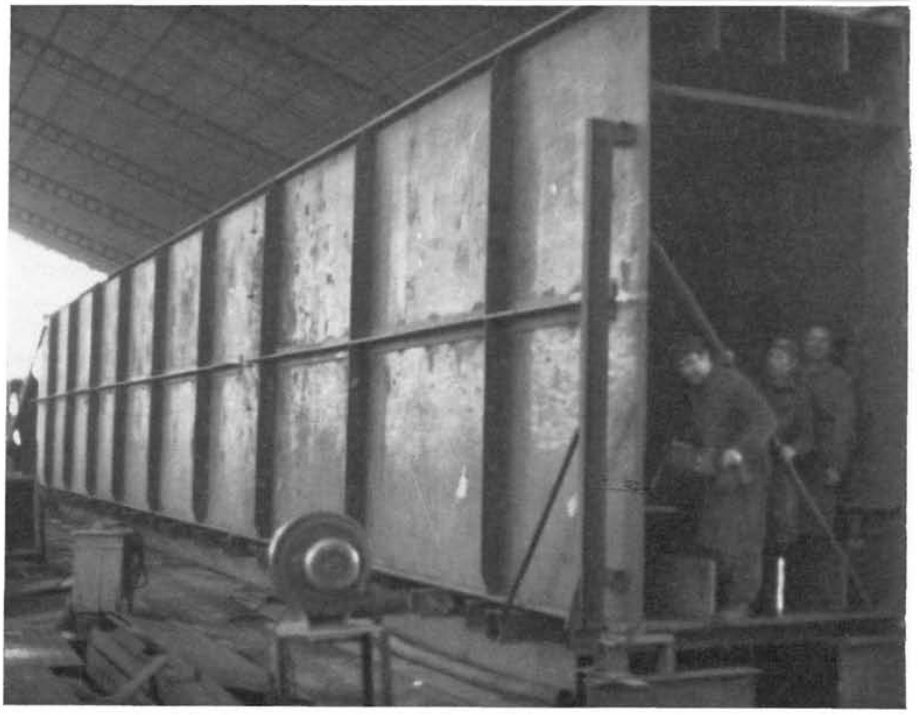


paso de un tren

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

viga cajón





RENFE convocó varios concursos de proyecto y obras para la sustitución de 28 puentes. A 18 de ellos concursaron las empresas Fabrimetal, S. A., Omes, S. A. y S. M. Duro-Felguera, con nuestros proyectos, de los que resultaron adjudicados 17.

El condicionamiento más importante común a todos ellos era la sustitución sin interrupción del tráfico en la línea que es vía única. Todas nuestras soluciones se basaron en utilizar infraestructura antigua, puesto que su estado de conservación era perfecto en la inmensa mayoría de los casos. Por ello, el estudio del montaje era la parte fundamental en la redacción de los proyectos.

Los puentes de pequeña longitud, y no excesiva altura, se sustituyeron mediante el siguiente proceso:

1. Montaje del tramo nuevo paralelo al antiguo sobre castilletes.
2. Ripado del tramo antiguo.
3. Reparación de los nuevos apoyos.
4. Ripado del puente nuevo a su posición definitiva.

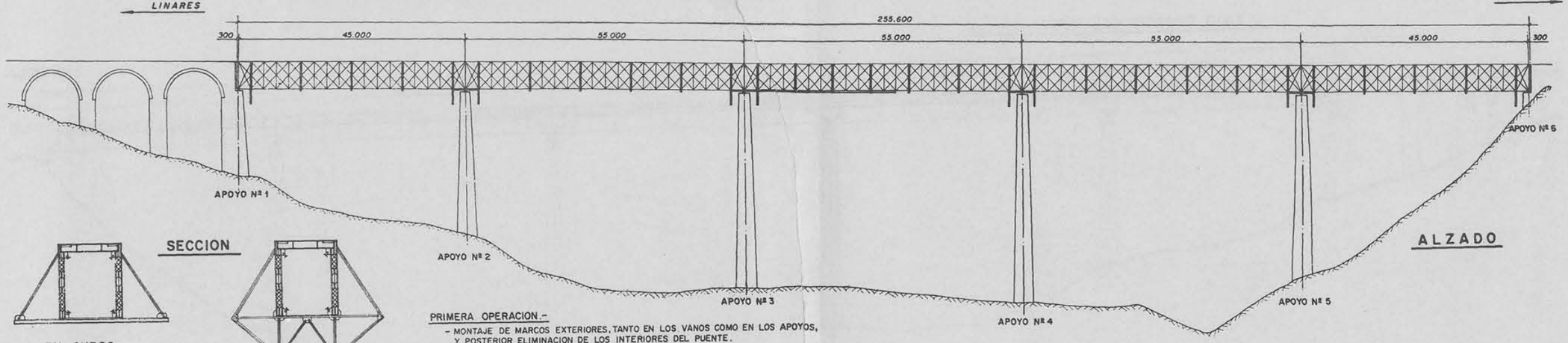
Pero los grandes tramos requirieron estudios minuciosos, de los que surgieron ideas originales y que fue la base de la adjudicación del concurso.

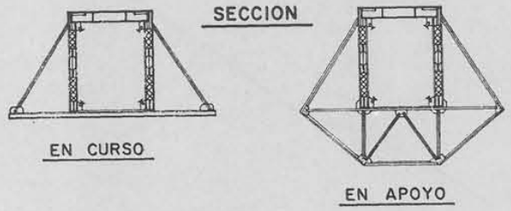
Por su singularidad, que creemos de gran interés, presentamos al Premio de la Convención Europea de la Construcción Metálica la sustitución de los puentes situados sobre el Barranco Anchurón y sobre la Rambla de Gergal, de soluciones idénticas, soluciones que, con pequeñas diferencias, se aplican a los puentes, uno sobre la Cañada Valenzuela (Laborcillos) y el otro sobre la Rambla de Huechar.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

montaje

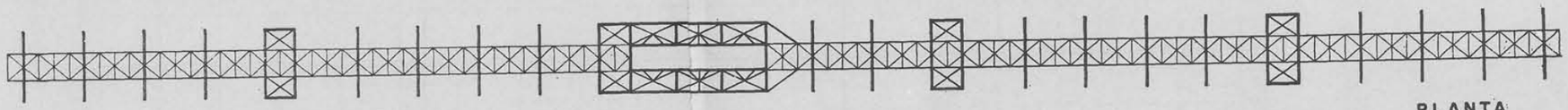
ARRIOSTRADOS PROVISIONALES DE MONTAJE





PRIMERA OPERACION.-

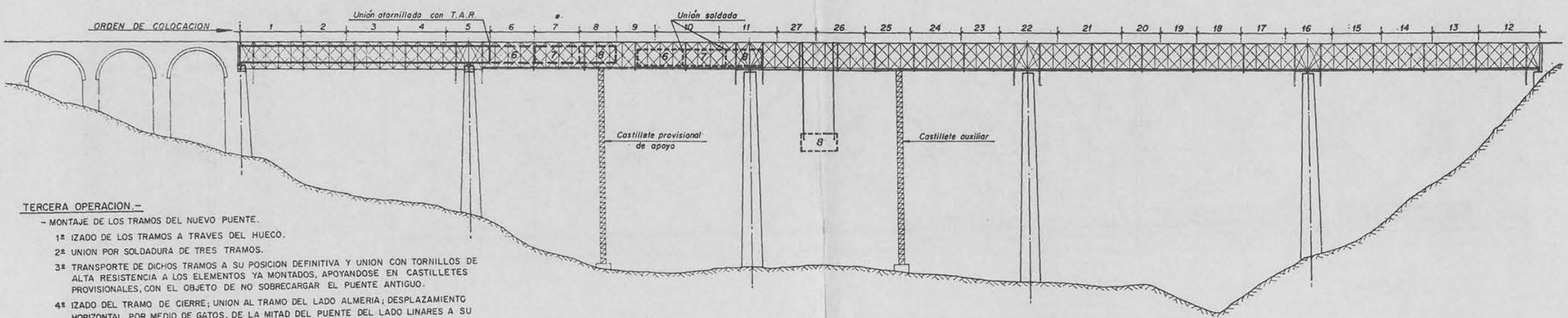
- MONTAJE DE MARCOS EXTERIORES, TANTO EN LOS VANOS COMO EN LOS APOYOS, Y POSTERIOR ELIMINACION DE LOS INTERIORES DEL PUENTE.



SEGUNDA OPERACION.-

- MONTAJE DE JACENA EXTERIOR DE ARRIOSTRADO EN LA ZONA DEL HUECO PREVISTO PARA LA ELEVACION DE LOS TRAMOS Y POSTERIOR APERTURA DEL HUECO.

PROCESO DE MONTAJE



TERCERA OPERACION.-

- MONTAJE DE LOS TRAMOS DEL NUEVO PUENTE.

1º IZADO DE LOS TRAMOS A TRAVES DEL HUECO.

2º UNION POR SOLDADURA DE TRES TRAMOS.

3º TRANSPORTE DE DICHOS TRAMOS A SU POSICION DEFINITIVA Y UNION CON TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA A LOS ELEMENTOS YA MONTADOS, APOYANDOSE EN CASTILLETES PROVISIONALES, CON EL OBJETO DE NO SOBRECARGAR EL PUENTE ANTIGUO.

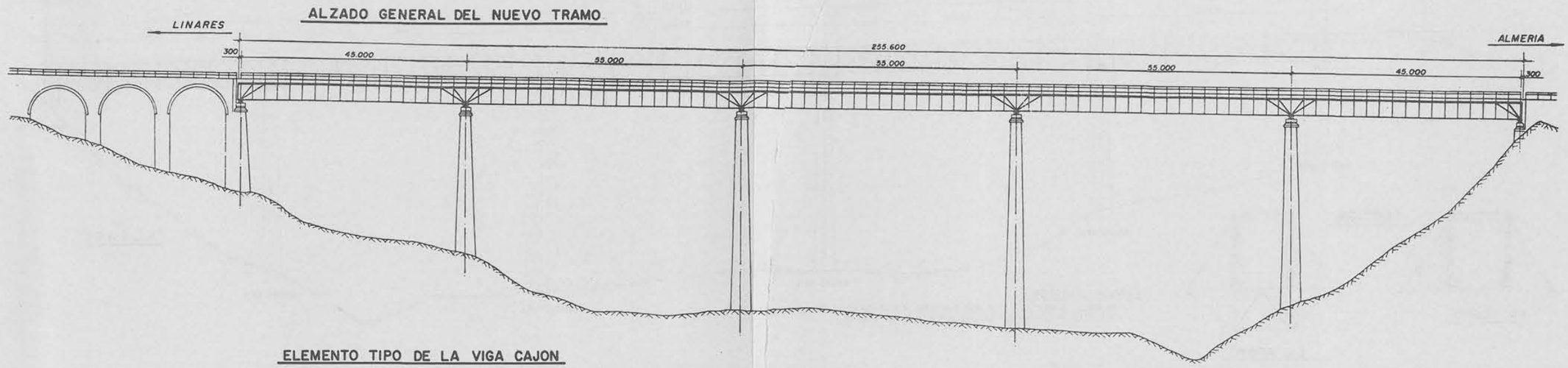
4º IZADO DEL TRAMO DE CIERRE; UNION AL TRAMO DEL LADO ALMERIA; DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL, POR MEDIO DE GATOS, DE LA MITAD DEL PUENTE DEL LADO LINARES A SU POSICION DEFINITIVA Y UNION DE LAS DOS MITADES DEL PUENTE.

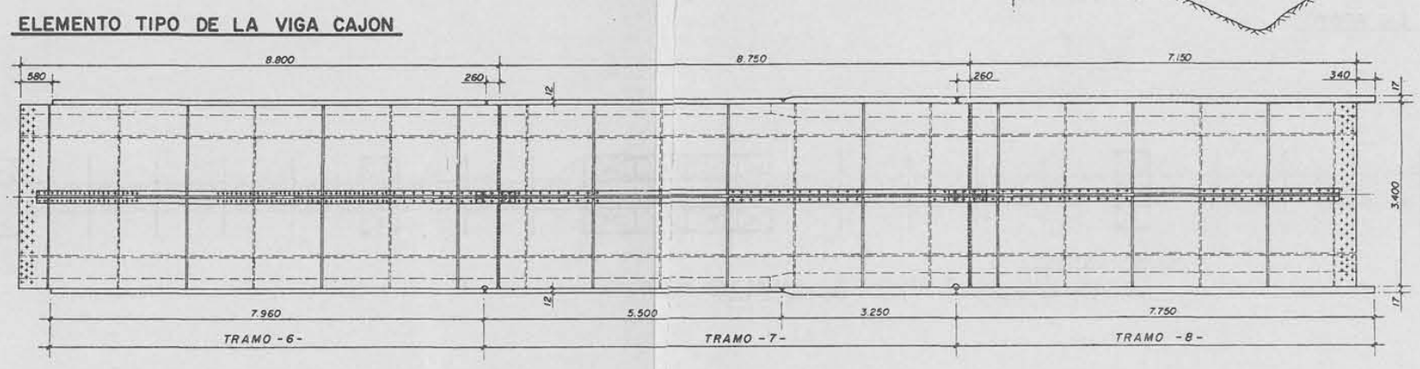
NOTA.-

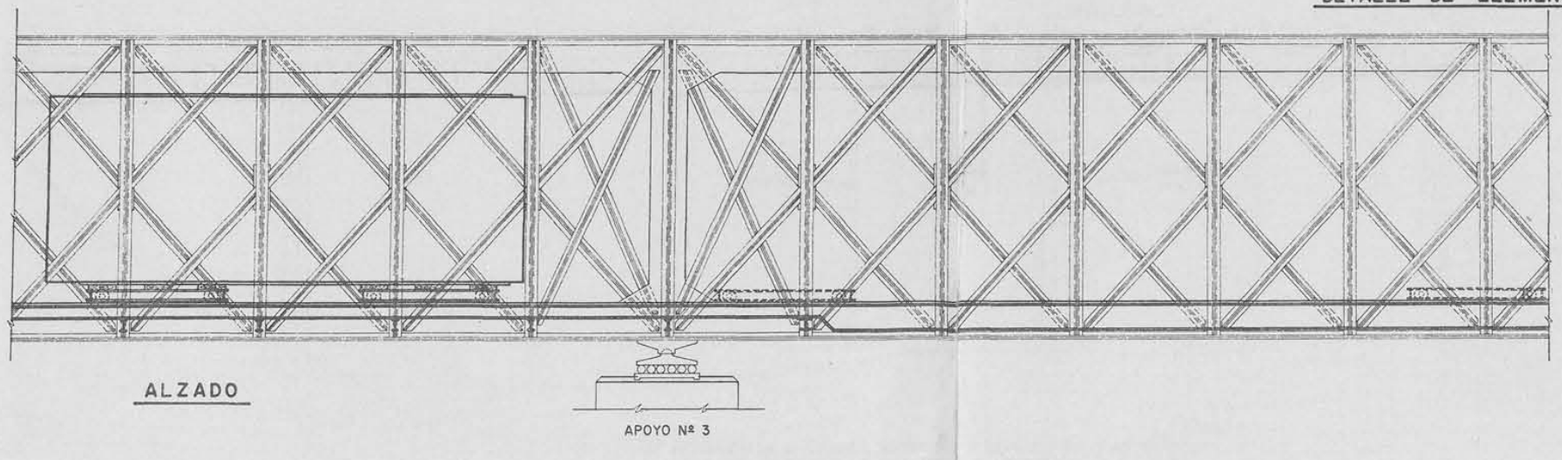
- UNICAMENTE SE LIMITO EL PASO DE LOS TRENES, DURANTE LAS OPERACIONES DE IZADO DE CADA TRAMO (TRES HORAS) Y DE MONTAJE DEL TRAMO DE CIERRE (CINCO HORAS)

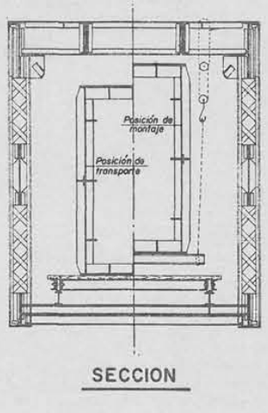
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

nuevo tramo



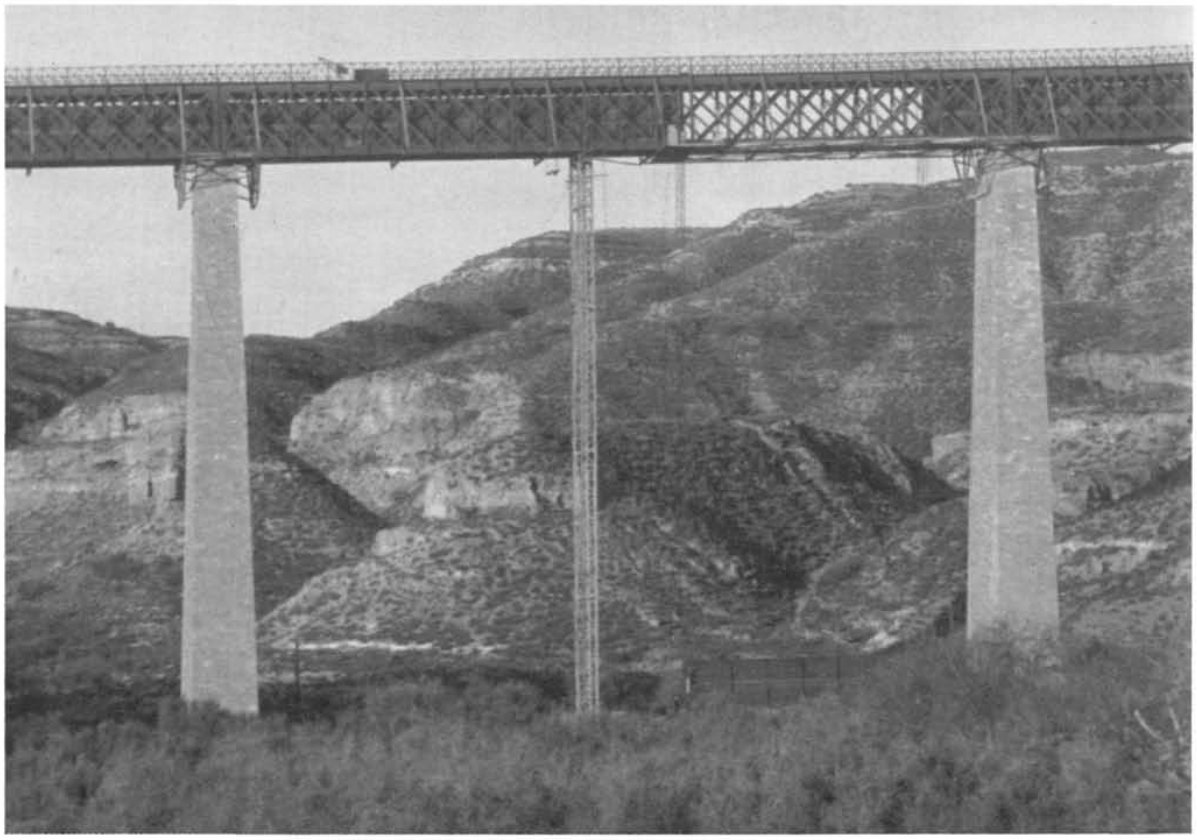






© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



tramo de cierre
preparado
para ser izado

DESCRIPCION DE LOS PUENTES ANTIGUOS

El puente sobre el Barranco Anchurón consta de una obra de fábrica de 3 arcos de 15 m de diámetro en el centro, al que le sigue un puente metálico de cinco vanos continuos (45 + 3 × × 55 + 45 m) con pilas de más de 40 m de altura. Las sillerías están perfectamente conservadas y realmente son una gran obra de ingeniería que nos alegramos haber conservado.

El puente sobre la Rambla Gergal es de tres tramos (49,50 + 49,50 + 55) sobre pilas de unos 28 m de altura, al que le sigue una obra de fábrica de dos arcos de 12 m de diámetro.

Las características de las obras metálicas eran iguales para los dos casos. La estructura básica está compuesta por vigas principales con triangulación de celosía múltiple (tipo Linville), sobre las que cargan las viguetas armadas de sección doble T con chapas y angulares y similares a los largueros que recogiendo la carga de la vía se apoyan en aquéllas. Todos ellos convenientemente arriostrados por jácenas contravientos, marcos, jácenas de frenado y arriostrados contra choques laterales. El esquema estructural es típico de los proyectos de Eiffel, ya que fueron proyectados por su empresa.

ELECCION DE LA SOLUCION CONSTRUCTIVA

En un principio se pensó en un solución a base de vigas principales exteriores al puente, tal como ya se había ensayado con éxito en el Puente del Salado de la misma línea. Esta solución exigía ensanchamiento de la cabeza de la pila, de ejecución muy complicada y en proyecto con muchas indeterminaciones por desconocimiento de la estructura de la pila. Por otra parte, se obligaba a una gran separación de las vigas principales y, por tanto, el costo del tablero sería muy grande.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

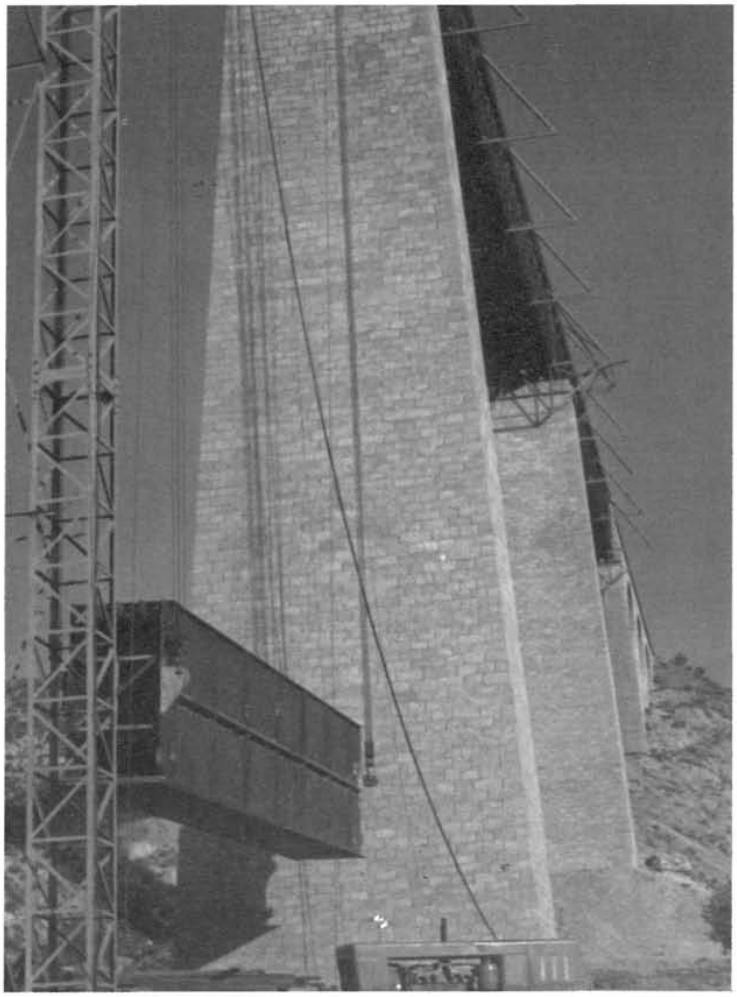
Surgió entonces la idea de montar un puente dentro del antiguo. Era posible si el nuevo se estudiaba con vigas principales de alma llena, de dimensiones más pequeñas que la solución en celosía. Claro está que ello originaba un aumento de peso en la comparación con la celosía; pero si se tiene en cuenta que siendo de vigas larguero se elimina el tablero, el aumento de peso parcial se convertía al final en una disminución.

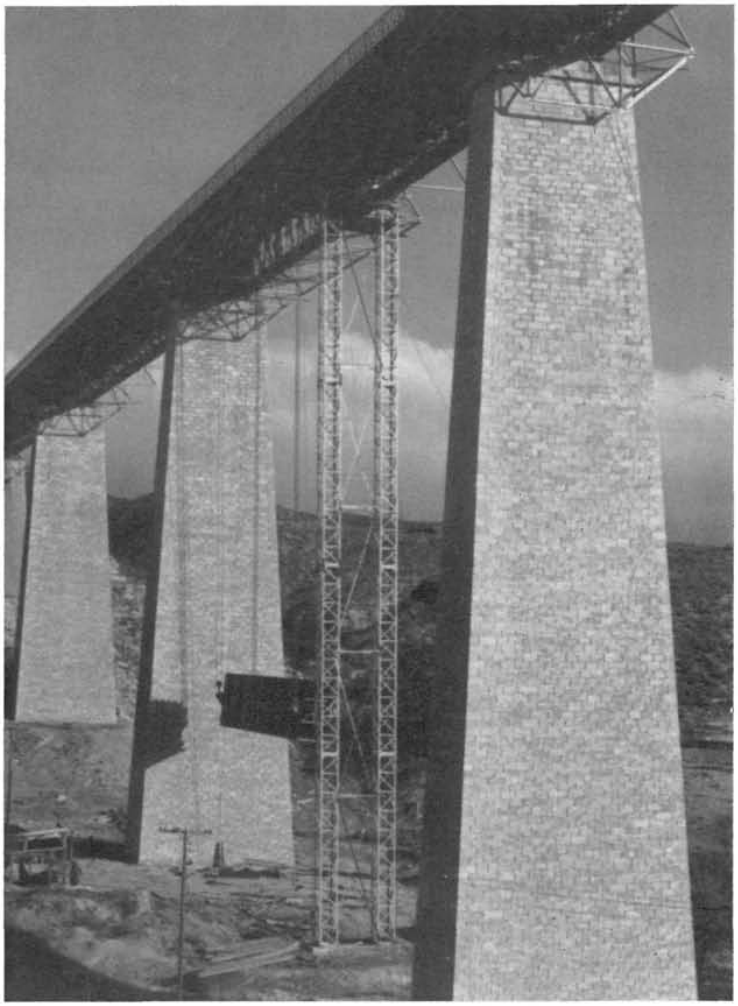
A causa de esta economía de peso, nuestros pasos se dirigieron a conseguir el método de montaje para colocar el puente nuevo dentro del antiguo.

La primera operación consistía en liberar el interior del puente de todos los marcos que obstruían el montaje interior. Se proyectaron unos marcos exteriores, tanto en el tramo como en los apoyos, que permitieron desmontar los marcos interiores.

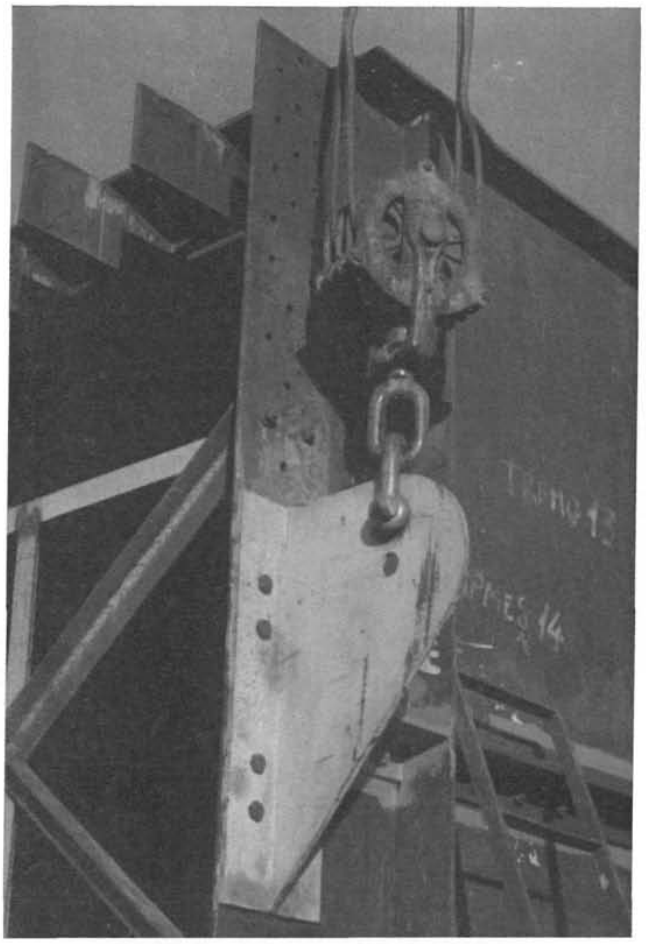
A continuación se abrió un hueco en el plano inferior del puente por donde se introducían los distintos tramos en que estaba dividido el puente nuevo. Necesariamente hubo que establecer un arriostrado provisional exterior antes de desmontar la jácena inferior que liberaba el hueco al que nos hemos referido.

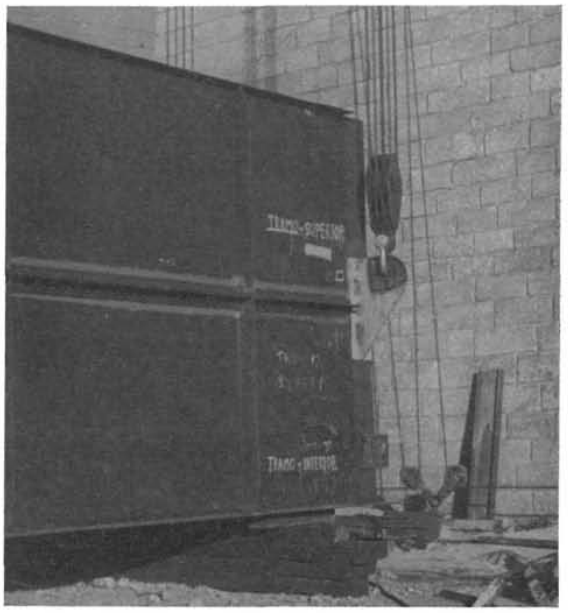
La sección transversal del nuevo puente es en cajón de 3,40 m de altura de almas, separados éstos 1,74 metros igual a la separación entre ejes de la vía renovada. A obra, este cajón se llevaba en dos mitades y se unían mediante un cubrejuntas con sección en simple T para que hiciera, asimismo, funciones como rigidizador longitudinal. La

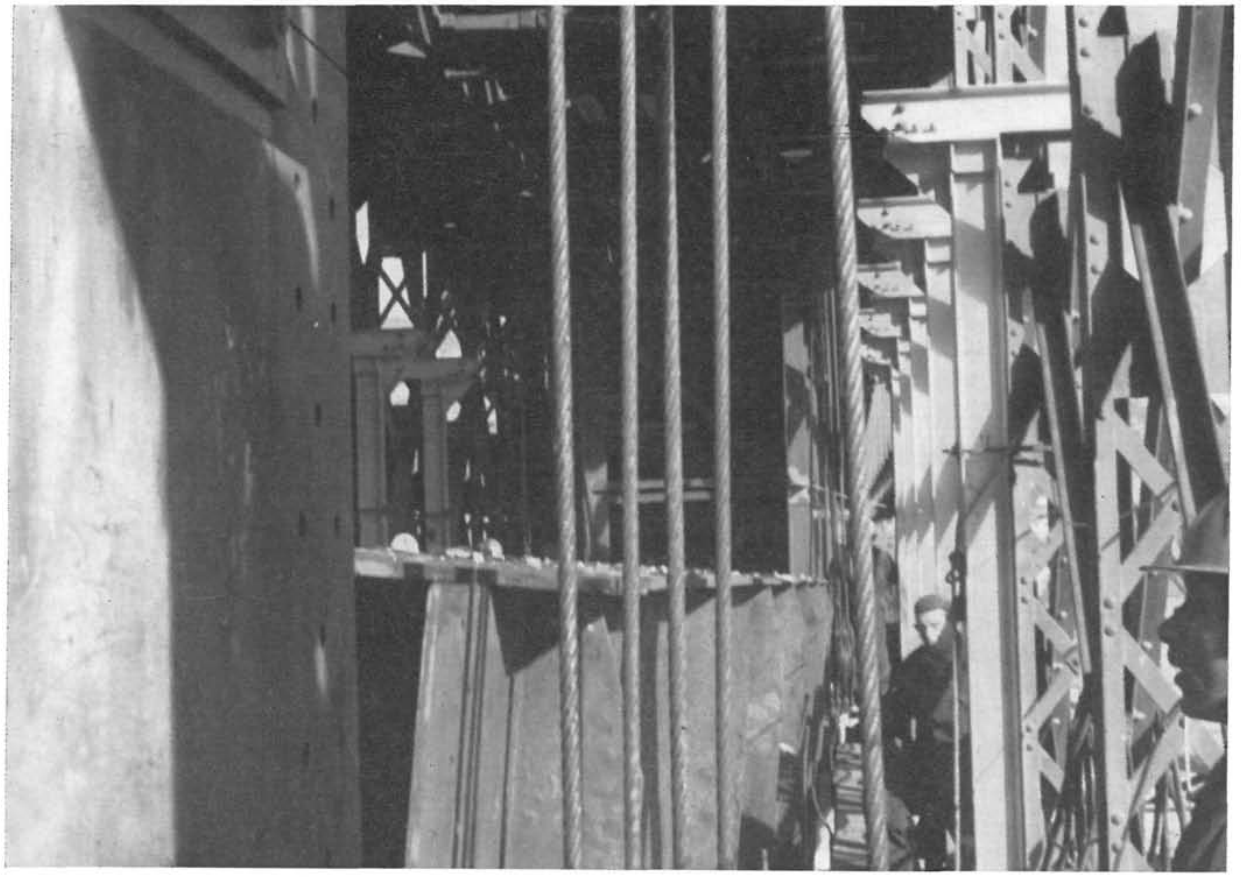




© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es







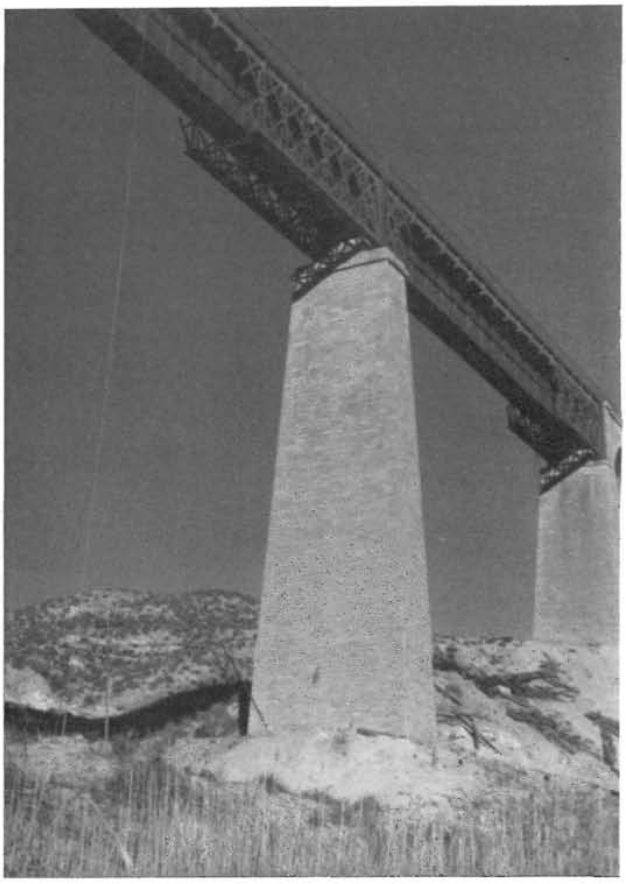
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

unión se efectuaba por tornillos de alta resistencia.

Las placas que formaban las paredes del cajón estaban convenientemente rigidizadas y existen marcos separados, igual que las viguetas del puente antiguo.

Se dividió el puente en trozos de un peso máximo de 22 t, límite que estimamos prudencial después de calcular la capacidad resistente de las viguetas que absorbían la carga izada.

Evidentemente, durante la elevación de los cajones y posterior traslado a su posición definitiva por el interior del tramo, tenía que interrumpirse el tráfico en la línea. Pero estas operaciones no duraban más de dos horas y media, y la parada, solicitada con antelación, no suponía ningún trastorno al tráfico de la línea.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

desguace

Sólo duró un poco más la operación de cierre, pues había que mover 115 m de tramo, para colocarlo a su posición definitiva.

Asimismo, se han conservado los marcos de apoyo, solidarizándolos al puente. La sección del cajón, muy estrecha, no era estable lateralmente en los apoyos frente a los efectos de viento y, por otra parte, era prácticamente imposible proyectar un anclaje. Más fácil fue utilizar los marcos y apoyos en función estabilizadora.

Dispusimos de unos castilletes de apoyo provisionales, situados en los centros de los vanos, para que la carga del puente actual sobre el antiguo no fuera superior a los dos trozos de cajón. Cuando el cajón llegaba al apoyo definitivo se retiraba el castillete provisional intermedio, para montarlo en el siguiente vano.

Una vez cerrado el puente, se unió el tablero antiguo de tal manera que durante

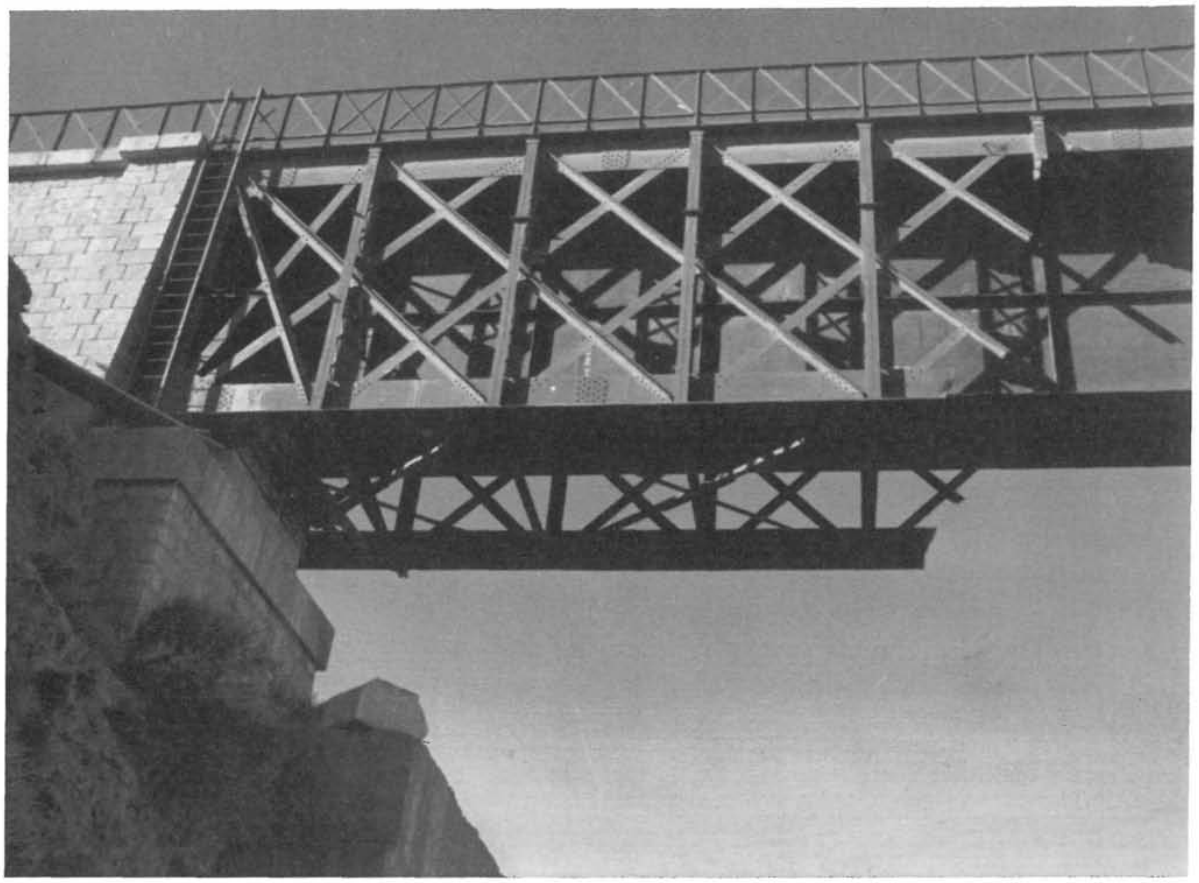
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

un cierto tiempo los dos puentes trabajaron en conjunto, hasta que se puso en carga el puente nuevo cuando se desguazó el antiguo.

La operación de desguace y puesta en carga fue delicada. Resolvimos hacerlo mediante el corte de las diagonales en el punto de inserción con la cabeza superior. Empezando por las diagonales centrales de cada vano y continuando hacia los apoyos de manera simétrica, se pasó el peso propio del puente antiguo al nuevo. Quedaba todo el puente colgado de los montantes, con lo cual el desguace se reducía a una sencilla operación.

El tablero del puente antiguo no se desguazó, y queda el puente liberado de la misión resistente para servir sólo de transmisión de la carga de la vía al puente nuevo. También colabora con éste para limitar la deformación transversal, debida al serpenteo y a los efectos de viento.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



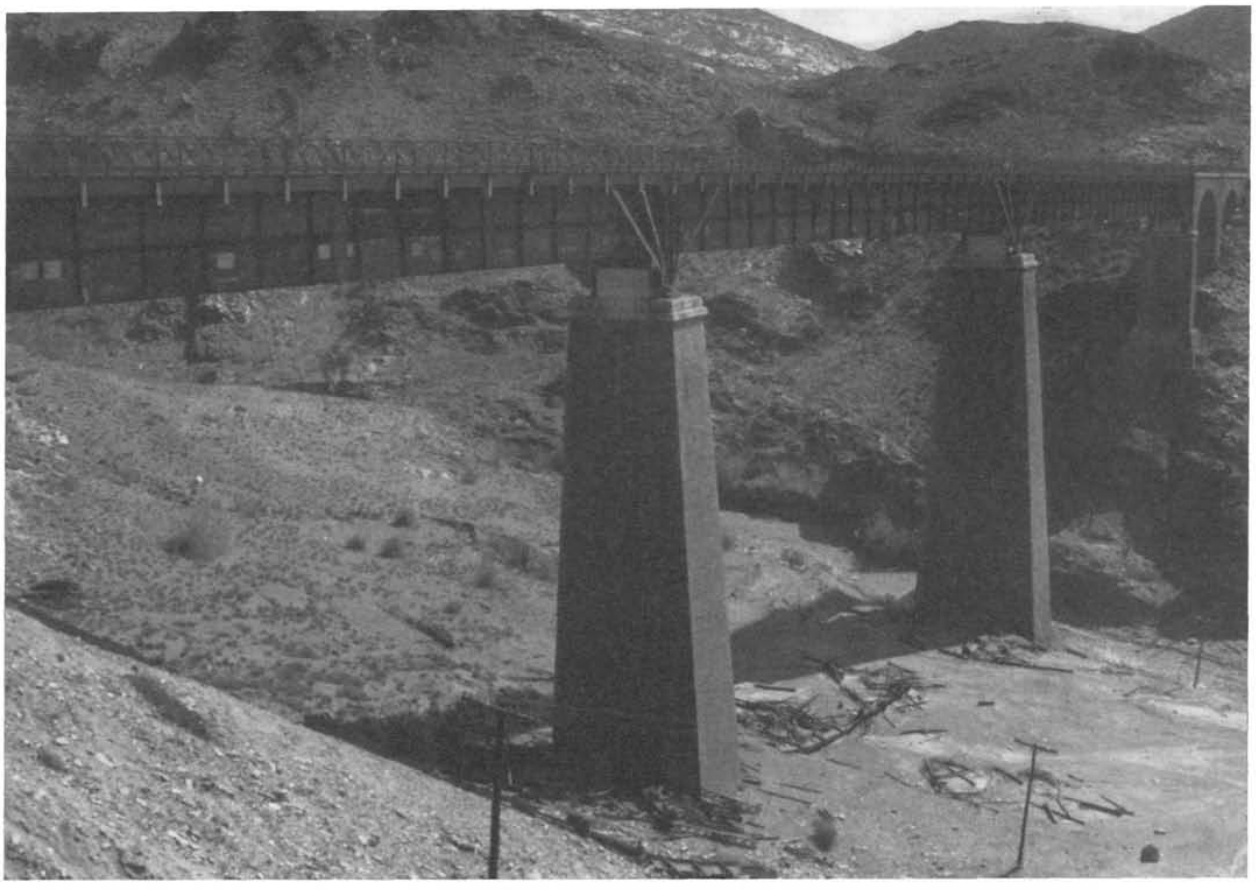
CONSIDERACIONES FINALES

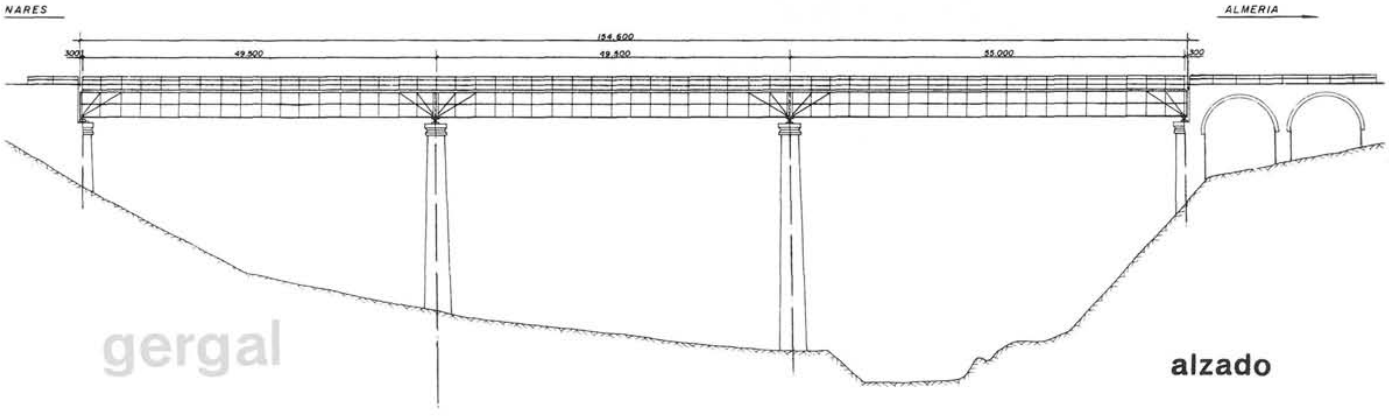
Sólo queda resaltar que hemos utilizado material resistente a la corrosión, que al no necesitar la pintura exterior, reduce el coste de la obra. La elección del acero resistente a la corrosión llevó, como contrapartida, un control muy riguroso del material, así como de la ejecución de las soldaduras. Para alejar en lo posible el efecto de la rotura frágil se utilizaron chapas de espesores no muy grandes, al mismo tiempo que se evitaron con cuidado las uniones soldadas peligrosas.

El peso de la estructura metálica fue de 450 t en el Anchurón, y de 300 t en el Gergal. Es decir, unas 2 t/m, lo que supuso un coste para el momento actual no mayor de 150.000 pesetas por metro, precio extraordinariamente bajo para la envergadura de la obra.

Queremos, finalmente, resaltar la eficaz colaboración de D. Fernando Rodríguez Rubio y D. Gregorio Pastor Leira en el diseño y realización de los planos del proyecto.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es





résumé

Ponts Anchuron et Gergal - Espagne

Juan Batanero,
Dr. ingénieur des Ponts et Chaussées
Ramiro Rodríguez-Borlado,
Dr. ingénieur des Ponts et Chaussées
Carlos Martínez Lasheras,
Dr. ingénieur agronome
Carlos Mopas Zancajo,
ingénieur industriel

Etant donné les différences entre les charges et les vitesses de l'année de construction des ponts et celles de nos jours, il fallait actualiser leur résistance, ce qui devait être fait en les séparant convenablement et de telle sorte que l'opération se réalise sans l'interruption du trafic.

Dans les deux cas, il a été utilisé l'ancienne infrastructure et adopté une solution originale d'un intérêt évident, consistant à la mise d'un nouveau pont métallique à la place de l'ancien.

Dans cet article, les auteurs décrivent les opérations délicates effectuées jusqu'à la mise en charge totale du nouveau pont et la démolition de l'ancien.

summary

Anchuron and Gergal bridges - Spain

Juan Batanero,
Dr. civil engineer
Ramiro Rodríguez-Borlado,
Dr. civil engineer
Carlos Martínez Lasheras,
Dr. agronomist engineer
Carlos Mopas Zancajo,
industrial engineer

Due to the differences between the loads and speeds of the year the bridges were built and those nowadays, it has been necessary to update their strength and this had to be done suitably separating them, so that the operation could be performed without interrupting traffic.

In both cases, the old substructure was taken advantage of, and an original solution, of undeniable interest adopted, consisting of placing a new metal bridge inside the old one.

In this article, the delicate operations carried out are described, until the new bridge was put into operation and the new one broken up.

zusammenfassung

Brücken von Anchuron und Gergal - Spanien

Juan Batanero,
Dr. Ing. für Hoch u. Tiefbau
Ramiro Rodríguez-Borlado,
Dr. Ing. für Hoch u. Tiefbau
Carlos Martínez Lasheras,
Dr. Ing. der Agronomie
Carlos Mopas Zancajo,
Gewerbeingenieur

Im Hinblick auf die unterschiedlichen Belastungen und Geschwindikgeiten des Baujahres der Brücken und unserer Zeit wurde es notwendig, deren Widerstandsfähigkeit den neuen Verhältnissen anzupassen und zwar so, dass die Arbeiten ohne Unterbrechung des Verkehrs erfolgen konnten.

In beiden Fällen wurden die alten Unterbauten benützt und eine originelle, zweifelsohne interessante Lösung gefunden, die darin bestand, eine neue Metallbrücke in die alte zu bauen.

In diesem Artikel werden die schwierigen Arbeiten bis zur Vollbelastung der neuen und des Abbruchs der alten Brücke beschrieben.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es