

Fig. 1. Vista aérea del viaducto en la zona de la estación.

# viaducto de ferrocarril en Gerona

CARLOS FERNANDEZ CASADO - JAVIER MANTEROLA ARMISEN - LEONARDO FERNANDEZ TROYANO, Dres. Ingenieros de Caminos

562-142

Propiedad: MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTES TERRESTRES  
2.º JEFATURA DE CONSTRUCCION

Ingeniero encargado: D. CARLOS AVILES  
Ayudante de O. P.: D. MANUEL PLAZA

Construcción: DRAHUAR  
(Dragados y Construcciones, S. A.,  
y Huarte y Cia., S. A.)

Ingenieros: D. CARMELO CORTES  
D. IGNACIO ITURBE  
D. RAFAEL GUTIERREZ APOLINARIO

Cimbra autoportante: MECANOTUBO, S. A.  
Sistema de pretensado: FREYSSINET

Asesoría Geotécnica: GEOEXPERT, S. A.

Sondeos: GEOTECNIA Y CIMENTOS, S. A.  
Cimentaciones profundas: ICOS, S. A.



**sinopsis** Se describe la construcción de un viaducto de unos 5 km de vía elevada, con vanos de 20 m de luz media, destinado a facilitar la expansión hacia el NE. de la ciudad, cortada hasta ahora por la línea del ferrocarril Barcelon-Port Bou.

Dadas las condiciones particulares de la obra y el imperativo de mantener el tráfico en todo momento, se eligió el sistema de dos cimbras autoportantes.

Transversalmente el dintel se resuelve a base de sección trapezoidal con voladizos, aligerado interiormente con alvéolos circulares. Longitudinalmente se adoptó la solución de viga continua, por las ventajas que representa en cuanto a supresión de juntas y de anclajes. Cimentación sobre zapatas directas.

La construcción se ha realizado con hormigón pretensado y puede dividirse en tres partes fundamentales: Acceso lado Barcelona; Estación de viajeros; Estación de viajeros-río Ter.

## 1 INTRODUCCION

### ANTECEDENTES

El Ministerio de Obras Públicas realizó un proyecto del viaducto, sacándolo a concurso de construcción, admitiendo variantes de la estructura siempre que se mantuviesen las mismas características funcionales del proyecto base.

Se presentó la solución que describimos con las empresas Dragados y Contrucciones, S. A., y Huarte y Cía., S. A., agrupadas, resultando adjudicatarias de la obra.

### OBJETO DEL VIADUCTO

La línea del ferrocarril Barcelona-Port Bou a su paso por Gerona deja en el momento actual la ciudad cortada, entorpeciendo su expansión hacia el NE. Por esta razón el Ministerio de Obras Públicas estudió las posibles soluciones para evitar este problema y llegó a la conclusión que la solución más adecuada era la elevación de la vía a su paso por Gerona, conservando aproximadamente el mismo emplazamiento tanto para la vía como para la estación, dejando la superficie a nivel totalmente libre para circulación y comunicaciones de la ciudad (ver «Revista de Obras Públicas», núm. 3.106).

Este viaducto llegará hasta el borde mismo del río, donde empieza el puente sobre el Ter y su acceso desde la otra margen, que actualmente la Renfe está ampliando para doble vía, pero con solución distinta a la de este viaducto.

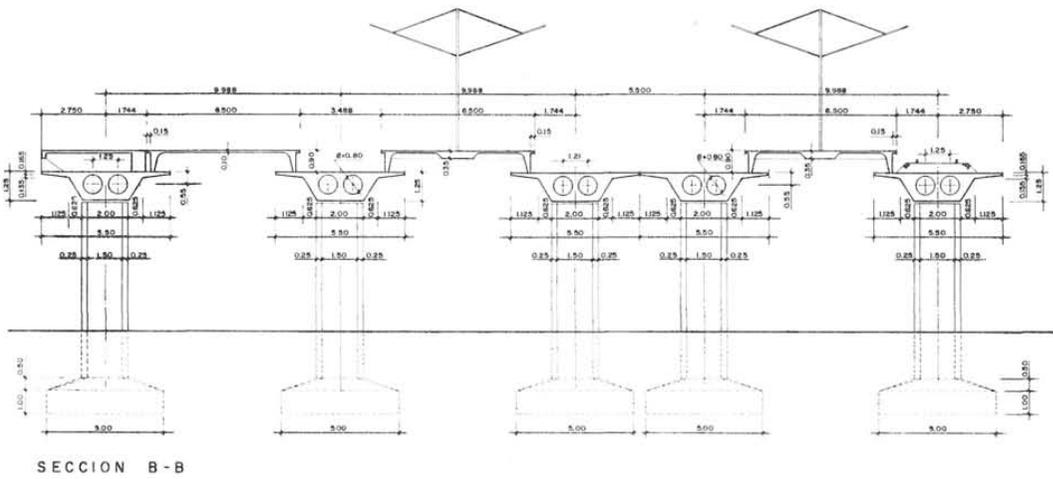
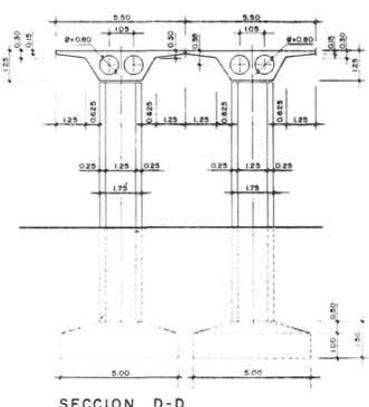
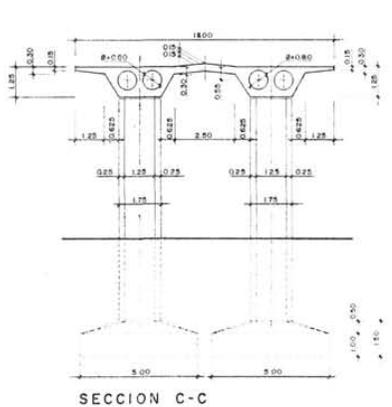
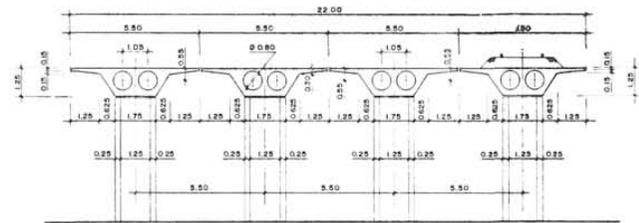
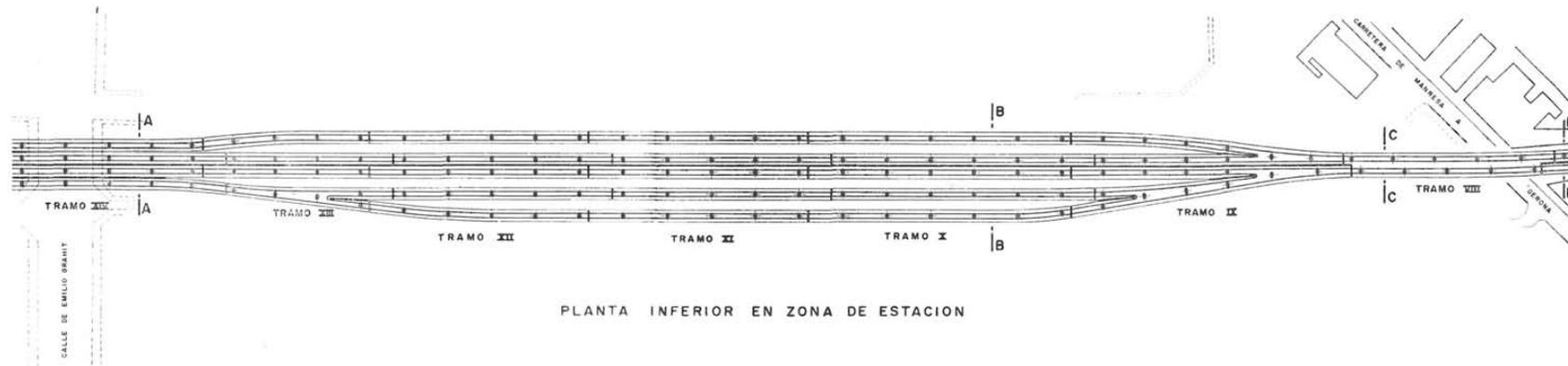
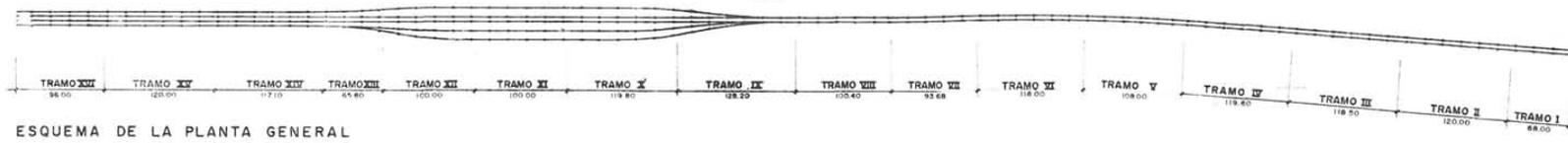


Fig. 2. Planos generales del viaducto.

## **2 PLANTEAMIENTO GENERAL DEL VIADUCTO**

### **INDUSTRIALIZACION DE LA OBRA**

Se trata de la construcción de un viaducto de gran longitud (aproximadamente 5 km de vía elevada), con vanos de 20 m de luz media, lo cual nos lleva desde el principio a considerar como fundamental la máxima industrialización del proceso, ya que el número de vanos a realizar es muy grande.

La industrialización en viaductos de este tipo tiene siempre dos posibilidades:

- A. El llevar la obra al taller, es decir, crear un centro de fabricación fijo donde se realicen los elementos constituyentes del puente (fundamentalmente el dintel), y una vez construidos, transportarlos y montarlos en su lugar.
- B. El llevar el taller a la obra, es decir, crear un centro de fabricación móvil que realice in situ el dintel, y que lleve incorporados todos los elementos necesarios para la fabricación de éste.

El primer sistema nos conduce a la prefabricación, y el segundo, a la cimbra-encofrado autoportante, con taller incorporado.

La elección entre ambos sistemas dependerá del tipo de obra a realizar y sus características particulares, pero en general pueden plantearse las siguientes ventajas e inconvenientes de ambos sistemas:

La cimbra autoportante necesita una obra secuencial y de longitud importante, debido a que la cimbra debe avanzar vano a vano, y su montaje y desmontaje es largo y costoso (puede, en casos excepcionales, pasar por un vano sin construirlo, y volver posteriormente atrás, pero siempre será necesario el paso de la cimbra).

La prefabricación, en cambio, tiene libertad para montar en cualquier zona de la obra (aunque algunos sistemas de montaje no permiten esta posibilidad, cuando necesitan pasar los elementos a montar sobre la zona ya montada), por lo que no necesita la construcción secuencial ni continua. Esto nos da ventajas en obras de difícil programación, o discontinuas.

La misma condición de construcción secuencial condiciona el ritmo de construcción, con la única posibilidad para variar éste de realizar dos o más cimbras, si económicamente es posible. La prefabricación, en cambio, permite reforzar medios más fácilmente, adecuándolos al ritmo necesario.

La prefabricación se halla condicionada por el transporte y montaje, lo que en general impone fraccionar el dintel, limitando el peso y envergadura de los elementos a manejar, imponiendo un acabado in situ del tablero. La construcción in situ permite en cambio la realización total del dintel, dejándolo terminado en una sola etapa.

De estas orientaciones generales, que pueden variar en cada caso particular (que llevará a un estudio de las condiciones y características del proyecto, y a un estudio económico que dependerá en gran parte de los medios disponibles), nos inclinamos a la solución de cimbra autoportante, en las obras en que su envergadura, la programación y el ritmo de la obra lo permita.

En el caso de Gerona ha sido perfectamente posible la utilización de cimbra dada la gran longitud del viaducto, aún siendo necesario el empleo de dos cimbras para llegar al ritmo de obra adecuado a las necesidades de plazo.



Fig. 3. Uno de los dos dinteles del viaducto en la zona entre la estación y el río.

### DEFINICION ESTRUCTURAL Y FORMAL

Una vez definido el proceso industrial de fabricación (en este caso de luces relativamente pequeñas, la economía y la adecuación del tipo estructural de la solución dependerá fundamentalmente del proceso constructivo, aunque nunca se debe olvidar que la finalidad que buscamos es la obra acabada y no el proceso que nos lleve a ella), existen varias opciones estructurales.

Uno de los condicionantes más importantes de esta obra es que el tráfico había de mantenerse en todo momento, por lo que primero era necesario elevar una vía y posteriormente la otra (fig. 3). Esto nos condujo a realizar un dintel independiente para cada una de las vías elevadas.

Transversalmente el dintel se ha resuelto mediante una sección trapezoidal con voladizos y aligerada interiormente con alvéolos circulares.

Esta sección es muy conveniente en un puente de ferrocarril con bastante esbeltez (la esbeltez varía entre 1/17 y 1/13, manteniéndose normalmente en 1/16), puesto que la oscilación de esfuerzos es muy fuerte a causa de la importancia de la sobrecarga.

Esto es debido a que en un dintel con pretensado en Clase I según normas del FIP-CEB (condición obligada en puentes de ferrocarril, como luego veremos), la relación entre el momento máximo y mínimo en cada sección nos define teóricamente la forma de ésta (nos referimos a la distribución del material en el sentido vertical de la sección, que es lo que está condicionado por los momentos flectores).

Cuando la relación entre ambos momentos tiende a 1, la sección más económica tenderá a la T sencilla, ya que la excentricidad de los cables crece en este caso y podemos dimensionar la cabeza superior de forma a obtener un máximo aprovechamiento del material.

Cuando la relación entre ambos tienda a 0 o sea negativa, la sección más económica tenderá a la doble T, porque en vacío tendremos comprimida la cabeza inferior y en sobrecarga la superior y, como consecuencia, si el centro de gravedad no está en la zona central de la sección en uno de los dos estados de carga, tendremos mal aprovechado el material. La posición óptima del centro de gravedad dependerá de la relación antes citada.

Por este motivo hemos adoptado la sección en viga trapecial aligerada interiormente con alvéolos (fig. 2), con la que podemos conseguir la cabeza inferior adecuada a nuestro caso.

La razón de aligerar con alvéolos circulares se fundamenta en que este tipo de aligeramiento se presta bien al hormigonado de la sección de una sola vez, con posibilidad de controlar el relleno total de ésta.

Longitudinalmente hemos adoptado la solución de viga continua, aunque en este caso, a causa del predominio de la sobrecarga, no representa una economía fuerte respecto de las vigas simplemente apoyadas, porque la oscilación de momentos es lo que dimensiona el pretensado, al no ser posible en casi ningún punto llevar los cables con excentricidad máxima.

Las ventajas fundamentales de la continuidad en este caso residen en la supresión de juntas y la supresión de anclajes, ya que la mayoría de los cables tienen la longitud de dos vanos, desfasándose mitad y mitad para poder pretensar cables en el extremo de cada fase de construcción.

La longitud de cada tramo continuo se ha fijado en función de los apoyos sobre pilas, para que en todos los casos pueda utilizarse neopreno sin tener que recurrir a apoyos de neopreno-teflón o rodillos; la razón de esta solución estriba en la economía que supone en el total de la obra la gran diferencia de precio entre estos tipos de apoyos. Esta condición nos ha llevado a tramos de seis vanos, lo que representa una longitud de 120 m aproximadamente.

Entre tramo y tramo se ha realizado una articulación a media madera en la que se han dispuesto apoyos de neopreno-teflón, a causa de que el desplazamiento en este punto será más del doble que el de la pila de mayor deformación. El tamaño de los apoyos de la articulación será mucho menor que el de las pilas por la diferencia de reacción existente entre ambos puntos.

## **PROBLEMAS RESISTENTES**

Destacaremos dos de los problemas que plantea esta obra:

1. Los que se derivan de su sistema constructivo.
  2. Los que se derivan de la fuerte sobrecarga que supone el ferrocarril.
1. El proceso derivado de la construcción de la viga continua vano a vano mediante cimbra autoportante hace que la estructura sea evolutiva, por lo que cada fase de peso propio y de pretensado actúa sobre una estructura distinta.

La junta de construcción se ha dispuesto a quintos de la luz, con el fin de obtener una ley de peso propio parecida a la de la viga continua y al mismo tiempo tener el suficiente efecto ménsula para poder pretensar cables con excentricidad lo mayor posible sobre el apoyo.

El ritmo de construcción hacía necesario pretensar a los cuatro días de hormigonado, para lo que se confeccionó el hormigón adecuado, a fin de conseguir la resistencia necesaria a los cuatro días. Pero el pretensar el hormigón con tan poca edad trae como consecuencia que los problemas originados por la fluencia del hormigón se aumenten, y más en una obra evolutiva como ésta.

La relación de momento de carga permanente/momento de sobrecarga en el caso de ferrocarril hace que el momento resultante de carga permanente + pretensado sea contrario al primero, es decir, tracciones en fibra inferior en apoyos y en fibra superior en vano (nos referimos al signo del momento, porque tracciones no aparecen gracias a la compresión del pretensado).

La readaptación de momentos causados por la fluencia resulta despreciable respecto de los momentos totales; pero en cambio son muy importantes en este caso las pérdidas de pretensado, por lo que la oscilación de tensiones desde la iniciación de la vida de la estructura hasta el final teórico de las deformaciones diferidas del hormigón han de estudiarse en todas las partes del viaducto.

El problema de la evolución de la estructura y su repercusión en el cálculo exige un planteamiento inicial muy riguroso del proceso de obra, pues cualquier variación de éste repercute en el proyecto. En este caso, en el que existían problemas con el mantenimiento del tráfico durante la obra, ha sido necesario rehacer varias zonas del viaducto por cambios de proceso.

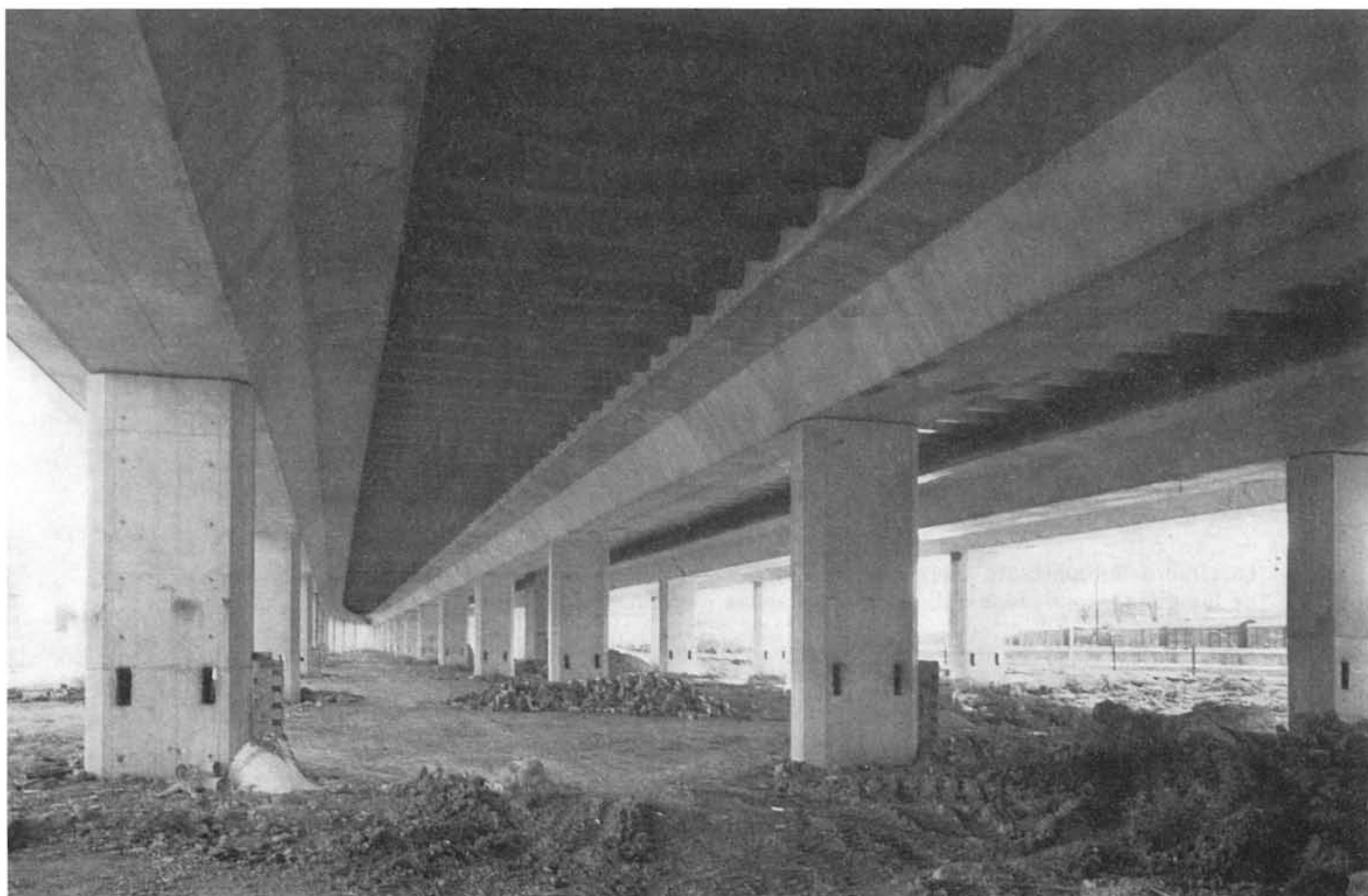


Fig. 4. Zona de la estación elevada. La losa nervada entre dinteles es la que forma los andenes de la estación.

2. La relación de momentos carga permanente/sobrecarga, a la que nos hemos referido tantas veces, hemos visto que es determinante de la sección si queremos conseguir un pretensado total (nos referimos a pretensado total en fibras horizontales, admitiéndose tracciones diagonales, es decir, en clase I según la clasificación del FIP-CEB), y que tampoco nos permite en la mayoría del viaducto llevar los cables con excentricidad máxima en los puntos críticos. En principio este determinismo nos conduciría a abandonar el pretensado total y pasar a un pretensado parcial que permite más libertad en el dimensionado y armado de las secciones.

Esta posibilidad queda invalidada por el problema de la fatiga de los aceros, motivo por el que están prescritas las clases II y III según el comité FIP-CEB en los puentes de ferrocarril.

En efecto, el problema de fatiga del acero en vigas pretensadas sólo aparece en el caso de que el acero esté libre en una parte de su longitud (F. Dumas: «Simposio internacional sobre acero de pretensado FIP», Madrid, junio 1968). Por tanto es necesario asegurar la no fisuración del hormigón y la adherencia del hormigón y acero gracias a una buena inyección. (La primera condición es más importante debida a la sobretensión que se produce en el acero en la zona de la fisura). En el pretensado en clase II el problema del acero pasivo se agudiza debido a su alternancia de tensiones, por estar comprimido en vacío por el pretensado, y traccionado en sobrecarga; por estas razones y por el distinto comportamiento de ambos aceros para cargas repetidas, las normas del FIP-CEB obligan al empleo del pretensado en clase I para puentes de ferrocarril.

## CIMENTACIONES

El viaducto está cimentado en toda su longitud sobre gravas con bolos grandes, bastante compactas, que ha permitido una cimentación mediante zapatas directas con una tensión admisible de aproximadamente 2 kp/cm<sup>2</sup> a una profundidad mínima de 3 m: uno de relleno y dos de gravas.

Por motivos de obra, como consecuencia del gran tamaño de las zapatas, y que en algunas zonas las gravas aparecían a bastante profundidad, se realizó en parte de las pilas una cimentación profunda en forma de H mediante la excavación de tres pantallas enlazadas. En algún punto la cimentación en H se ha sustituido por una cruz mediante el enlace de dos pantallas, que obligaba a mayor profundidad y más cantidad de armadura.

La ventaja de este tipo de elementos estriba en su fuerte inercia para absorción de efectos horizontales, y su concentración en planta, evitándose encepados.

## **3** CONSTRUCCION

Ya hemos definido, al hablar de la industrialización, el proceso constructivo elegido para la realización de la obra.

La cimbra autoportante empleada se compone de dos vigas principales, una a cada lado de las pilas, y apoyadas sobre unas ménsulas metálicas sujetas a éstas (fig. 5).

Sobre estas vigas va montado el encofrado exterior metálico. Los aligeramientos interiores se realizan con encofrado perdido.

Para ganar tiempo en el ciclo de cada vano y poder trabajar a cubierto sobre la cimbra, se construyó posteriormente en obra un pórtico móvil que permitía la prefabricación de la armadura sobre el vano anterior y correrla posteriormente a su sitio suspendida del pórtico. Este podía cerrarse mediante lonas en invierno, con lo que las condiciones y regularidad del trabajo y el curado del hormigón mejoran notablemente, pues dentro del pórtico se introducía aire caliente en tiempo frío para mantener la temperatura ideal de curado.

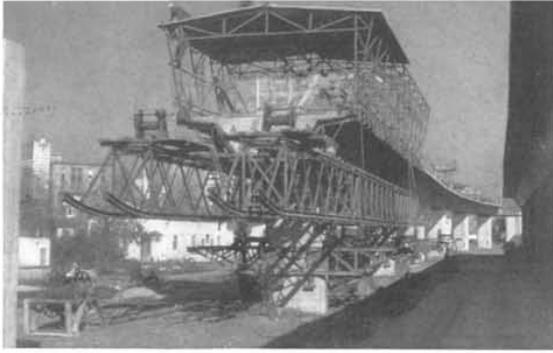


Fig. 5a. Vista frontal del conjunto. En el interior del pórtico puede verse el tape final de madera correspondiente a la prefabricación de la ferralla del vano siguiente.

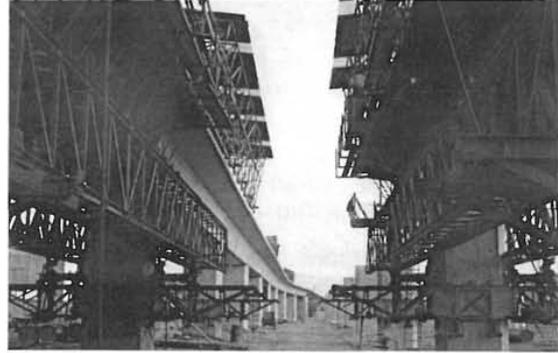


Fig. 5b. Cruce de las dos cimbras en la zona de la estación.

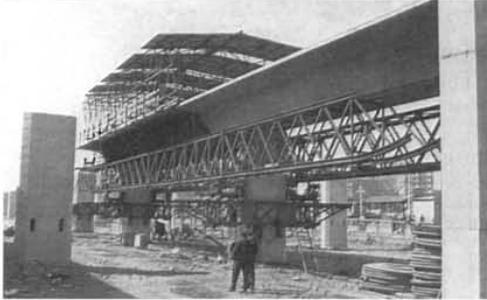


Fig. 5c. Vista posterior de la cimbra y sistema de apoyo sobre las pilas.

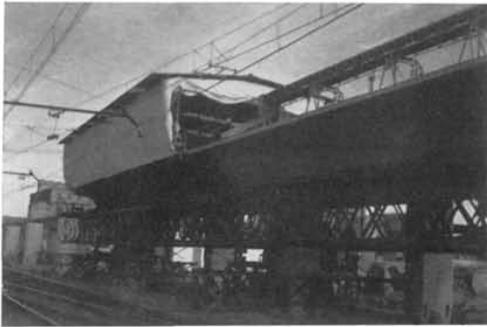


Fig. 5d. Vista de la cimbra en invierno, con las lonas de cierre. Puede verse la cinta transportadora para el hormigonado.

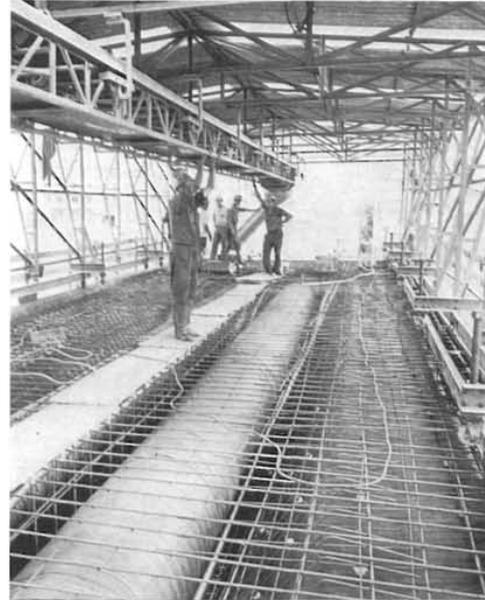


Fig. 5e. Vista del interior del pórtico durante la iniciación del hormigonado, con la cinta transportadora y la tolva para colocación del hormigón.

## Cimbra autoportante

Fig. 5f. La cimbra en la zona de la estación.



Colgada del pórtico se colocó una cinta transportadora móvil para el hormigonado del vano, con lo que se facilitó extraordinariamente esta operación.

Todas estas mejoras introducidas en obra a la cimbra autoportante convirtieron el conjunto en un auténtico taller móvil, que es el ideal en este tipo de obra, como planteábamos al principio del artículo.

El ciclo de construcción de un vano resulta de la siguiente forma:

Día 1.º

Se inicia el ferrallado del vano siguiente sobre el vano recién hormigonado, se limpian canjetines y el frente del dintel para el enhebrado de cables.

Día 2.º

Se continúa el ferrallado y se inicia la colocación de vainas en la armadura del vano siguiente, se enhebran los cables del vano hormigonado y se da el tesado previo para evitar problemas de retracción.

Día 3.º

Se termina la colocación de armadura prefabricada y enhebrado de cables.

Día 4.º

Tesado del vano hormigonado, traslado de la cimbra y traslado de la armadura prefabricada suspendida del pórtico hasta colocarla sobre la cimbra.

Día 5.º

Colocación de los aligeramientos circulares, remate de ferralla y hormigonado del vano.

Este proceso se ha llegado a realizar en cuatro días, trabajando por la noche y adelantando las últimas operaciones, ya que el tiempo obligado era el transcurrido desde hormigonado al tesado de los cables, pues para conseguir la resistencia necesaria del hormigón se llegaba a este plazo.

Esto da un ritmo de construcción de 4 m diarios de dintel por cada cimbra, lo que arroja un total de 8 m diarios de dintel en la obra al funcionar dos cimbras simultáneamente.

La cimbra autoportante se ha empleado en todos los vanos del viaducto, salvo en los desdoblamientos de entrada y salida en la estación, en que los cajones se bifurcan para llegar a las cinco vías de esta zona (fig. 6).

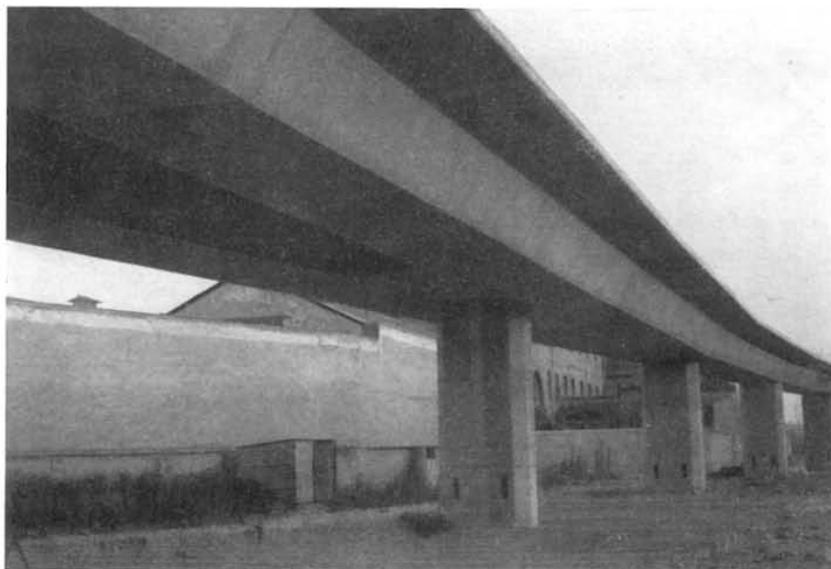


Fig. 6. Bifurcación del dintel en la zona de la estación.



Fig. 7. La zona de la estación durante la construcción. Puede verse cómo la cimbra autoportante ha dejado sin realizar el tramo correspondiente a la bifurcación, que se haría posteriormente in situ.



Fig. 8. Apoyo provisional para la iniciación de la construcción de un tramo en un punto intermedio del viaducto.

Estos tramos se han hecho sobre cimbra de tubos y encofrado mediante paneles de madera para reproducir las formas variables del dintel. La cimbra autoportante pasaba por la zona de bifurcación sin necesidad de desmontarse, y continuando la construcción del dintel apoyándose sobre una pila provisional, para no tener que esperar a la terminación de la zona in situ (figs. 7 y 8).

El otro elemento a construir ha sido el forjado de andenes de la estación, que está formado por una losa nervada apoyada en los voladizos de los cajones adyacentes, con una luz de 6,50 m.

Para la construcción de este elemento se ha seguido análogo criterio que para la del viaducto: se ha resuelto mediante un encofrado autoportante móvil apoyado sobre los voladizos de los dinteles y provisto de unas ruedas para su movimiento, y que se levantaba sobre unos husillos al quedar en su posición. Una vez terminado el tramo correspondiente se bajaban los husillos y se corría a la posición siguiente (fig. 9).

## **4** DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra puede dividirse en tres partes fundamentales: 1.ª Acceso lado Barcelona; 2.ª Estación elevada de viajeros; 3.ª Estación de viajeros-río Ter.

### **1.ª ACCESO LADO BARCELONA**

Esta zona tiene cuatro vías, por el enlace entre la estación de viajeros y la de mercancías, que se encuentra más allá del viaducto, en el lado Barcelona.

Se compone de tres tramos (tramos XVI, XV y XIV), con luces de  $16 + 4 \times 20$  en el tramo XVI,  $6 \times 20$  en el tramo XV y  $3 \times 20 + 19,30 + 2 \times 19$  en el tramo XIV.

La regularidad de las luces en esta zona se debe a que existen pocos condicionantes de calles, en el nivel del suelo.

La sección del dintel se mantiene constante, con canto de 1,25 y ancho del fondo del trapecio de 1,75. La pila conserva en toda su altura el ancho de 1,75 del dintel.

### **2.ª ESTACION ELEVADA DE VIAJEROS**

Esta zona tiene cinco vías, por lo que en el lado Barcelona se bifurca la vía del lado ciudad.

El dintel debido al peso adicional de andenes y demás obra muerta de la estación, se ha mantenido con el mismo canto, pero se ha ensanchado el fondo a 2,00 m de ancho, manteniendo paralelas las caras laterales del cajón para la utilización del mismo encofrado con un suplemento en el fondo; la transición se ha realizado en un vano, o en la bifurcación, por lo que no afecta en absoluto el aspecto del viaducto, pues esta transición se realiza cuando las vías se abren para dejar sitio a los andenes. Las pilas también se aumentan a 2,00 m de ancho.

Existen tres andenes entre las cinco vías, pues uno de ellos se suprime, al pasar juntas dos de las vías (fig. 10).

La vía lado ciudad se ha suprimido en la zona de la estación para colocar una caseta de controles.

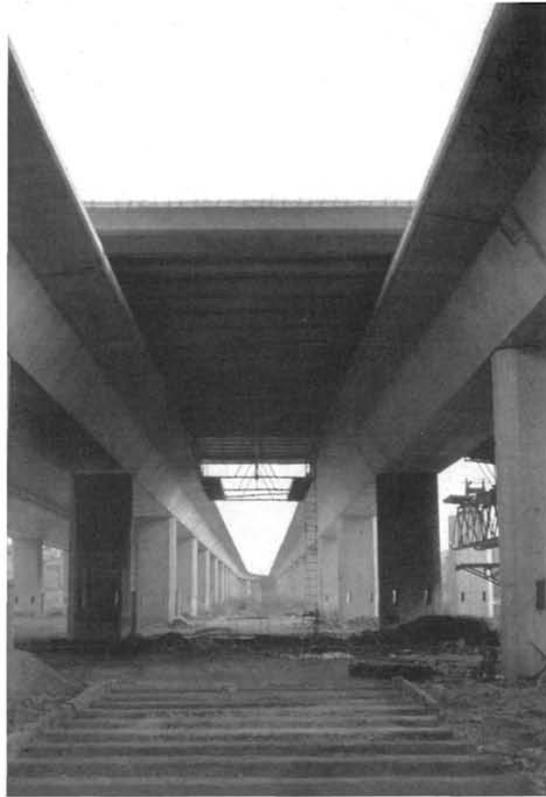
Sobre los andenes 2 y 3 se ha colocado una marquesina para resguardar a los viajeros (fig. 11)

## Andén

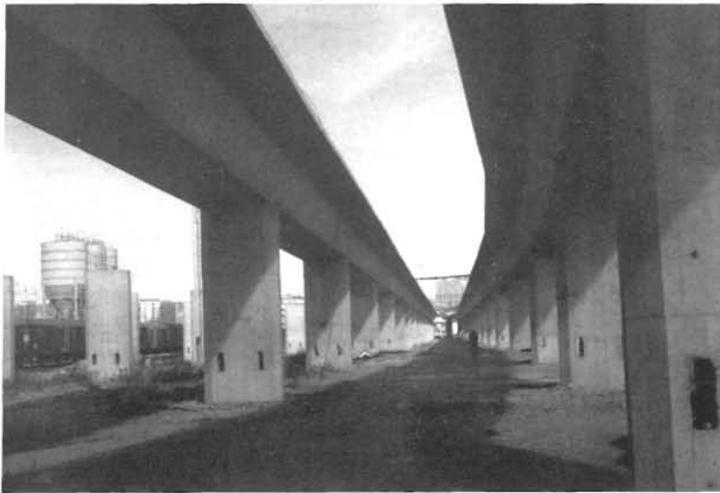
Fig. 9a. Construcción del andén. Al fondo puede verse el encofrado móvil para su construcción.



Fig. 9b. Hueco en el andén para la colocación de las escaleras móviles.



Se pensó en principio construirla con las mismas luces que el dintel para apoyarla en las mismas pilas, pero ante los inconvenientes de esta solución se dispuso una pila cada 10 m, por lo que resulta afectada por los movimientos del dintel al paso de los trenes; con objeto de evitar este problema se independizó el área correspondiente a cada pila, disponiéndose una estructura en doble voladizo desde éste. Esta marquesina debe ser lo más ligera posible, porque una de las pilas carga sobre el andén en el centro del vano; se ha resuelto con una triangulación metálica espacial cerrada con chapa metálica ondulada en su cara inferior. El único inconveniente de esta estructura reside en que la triangulación metálica está al aire al quedar el cerramiento en la cara inferior, por lo que es necesario pintarla periódicamente a fin de evitar su corrosión, o cubrirla en su cara superior, porque el peso de la chapa ondulada es muy pequeño.



### Estación

Fig. 10a. Vista de dos dinteles contiguos antes de la construcción del andén.



Fig. 10b. Las dos vías unidas de la zona de estación.

Los andenes están realizados mediante una losa nervada de hormigón armado, por la importancia de la sobrecarga debida al paso de carretillos y las marquesinas que se apoyan en el centro del andén.

En el resto de los elementos de la estación no hemos intervenido más que en el cálculo de algún elemento portante, sin tener parte alguna en el proyecto, que fue realizado por la Segunda Jefatura de Transportes Terrestres.

En el lado Francia las vías pasan de cinco a dos, que son las que continúan hasta el final del viaducto, por lo que se realiza primero una bifurcación simétrica de ambas vías, y posteriormente la vía de borde del lado ciudad vuelve a bifurcarse nuevamente hasta completar las cinco.

### Marquesina

Fig. 11a. Estructura metálica de la marquesina antes de colocar el forro de chapa ondulada.

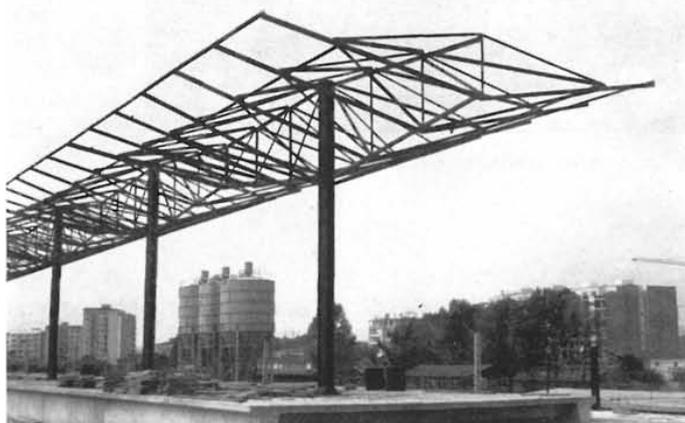


Fig. 11b. El viaducto en la zona de la estación, con la marquesina superpuesta.





Fig. 12. Tramo VIII. En esta zona ambos dinteles están unidos a través de la losa. Durante la obra se utilizó para pasar el tráfico de un dintel al otro.



Fig. 13. Vista del viaducto en servicio.

Fotos: JIMENEZ

La zona de estación se divide en cinco tramos: IX, X, XI, XII y XIII; las luces en esta zona son prácticamente todas de 20 m.

### 3.ª ESTACION DE VIAJEROS-RIO TER

Esta zona corresponde a los tramos I al VIII y está constituida por dos vías. Es la más irregular de luces, por las calles inferiores que cruzan bajo el viaducto, variando de 14,40 la mínima a 20,90 la máxima.

Las dimensiones del dintel y pilas son las mismas que en el acceso lado Barcelona.

La única particularidad de esta zona reside en el tramo VIII, en que se solidarizaron los dos cajones a través de la losa intermedia para poder realizar un cambio de vías en la entrada a la estación (fig. 12).

Esto nos llevó al estudio de reparto entre ambos cajones para el paso de una carga por uno de ellos y para el paso de una carga sobre la vía de intercambio.

El estudio se realizó mediante una estructura espacial que reproducía las rigideces de cada una de las barras y su posición en el espacio.

#### résumé

##### Viaduc pour chemin de fer à Gérone - Espagne

C. Fernández Casado, J. Manterola Armisén et L. Fernández Troyano, Drs. ingénieurs des Ponts et Chaussées

Il s'agit de la construction d'un viaduc d'environ 5 km, avec des travées de 20 m de portée moyenne, destiné à faciliter l'expansion de la ville vers le nord-est, coupée jusqu'à présent par le chemin de fer Barcelone-Port Bou.

Etant donné les conditions particulières de l'ouvrage et l'impératif de maintenir le trafic à tout moment, fut choisi le système de deux cintres auto-portants.

Transversalement, le linteau est constitué par une poutre à profil trapézoïdal, allégée intérieurement avec des alvéoles circulaires. Longitudinalement, la solution de poutres continue fut adoptée pour les avantages qu'elle représente quant à la suppression de joints et d'ancrages. Fondation sur des semelles directes.

La construction a été réalisée en béton précontraint et peut être divisée en trois parties fondamentales: Accès côté Barcelone; station de voyageurs; station de voyageurs-Ter.

#### summary

##### The Railway Viaduct in Gerona, Spain

C. Fernández Casado, J. Manterola Armisén and L. Fernández Troyano, Ph. D. Civil Engineers

This article describes the construction of the 5 km long viaduct, with 20 m corbels, intended to facilitate the expansion towards the north-eastern part of the city, the stretch of which was interrupted upto now by the railway line Barcelona-Port Bou.

In view of the special conditions of the work and the need to maintain the traffic during the entire construction time the system of two self supporting arch centerings was chosen.

Transversally the dintel is of trapezoidal cross-section with overhangs and lightened internally with circular holes. Longitudinally a solution of a continuous beam was adopted. Thus whether joints nor anchorages were required. The foundation rests directly on footings.

The construction has been carried out in prestressed concrete and can be divided into three basic parts: entry on the Barcelona side; passenger station; passenger station-rio Ter.

#### zusammenfassung

##### Der Eisenbahnviadukt in Gerona, Spanien

C. Fernández Casado, J. Manterola Armisén und L. Fernández Troyano, Dr. Zivilingenieure

C. Fernández Casado, J. Manterola Armisén 5 km langen Viadukts, mit 20 m Bogen-spannweite. Mit dem Viadukt soll die Expansion in den nordöstlichen Teil der Stadt, der bisjetzt von der Eisenbahn Barcelona-Port Bou unterbrochen wurde, unterleichtet werden.

Durch die Spezialbedingungen des Baues, und die Notwendigkeit die ganze Zeit den Verkehr durchfahren zu lassen hat man ein System von zwei frei tragenden Lehrgerüsten gewählt.

In transversaler Richtung ist der Sturz trapezförmig. Längsweise hat man die Lösung von einem Durchlaufträger angenommen. Hierdurch sind weder Fugen noch Anker erforderlich.

Die Konstruktion ist in Spannbeton ausgeführt worden und kann in drei Hauptteile ein gestellt werden: Zutritt von der Barcelona-Seite; Bahnhof für Reisende; Bahnhof-rio Ter.