

PUENTES ARCO SOBRE EL RÍO NERVIÓN EN BILBAO PARA EL FERROCARRIL METROPOLITANO DE LA CIUDAD

ARCH BRIDGES OVER THE RIVER NERVION ON THE BILBAO
METROPOLITAN RAILWAY LINE

LEONARDO FERNÁNDEZ TROYANO. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
LUCÍA FERNÁNDEZ MUÑOZ. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
luciafm@cfcsl.com
Carlos Fernández Casado S.L. cfcsl@cfcsl.com

RESUMEN: El metro de Bilbao, en el tramo Bolueta-Etxebarri, debe cruzar dos veces el río Nervión en dos puntos muy próximos y con una morfología del cauce análoga. Por ello, los dos puentes se han resuelto con la misma solución: un arco que salva el cauce del río.

La imposibilidad de situar apoyos provisionales en el cauce del río ha llevado a construir los semiarcos en posición cuasi vertical sobre los arranques, y luego abatirlos mediante un giro con centro en los arranques de los arcos. Una vez unidos los semiarcos en clave mediante una articulación, se tiene un arco triarticulado; posteriormente se hormigona la clave y los arranques dejando el arco biempotrado.

PALABRAS CLAVE: PUENTES ARCO, PUENTES DE FERROCARRIL, CONSTRUCCIÓN DE PUENTES, ABATIMIENTO DE ARCOS

ABSTRACT: The Bolueta-Etxebarri section on the Bilbao Metro line has to cross the River Nervion at two very close points and where the river bed presents very similar characteristics. As such the two bridges were designed to span the river with the same arch solution.

The impossibility of placing provisional supports within the river led to the construction of semi-arches in a quasi vertical position over the abutments. These arches were then turned and lowered from the centre of the arch spring. Once the two semi-arches were connected by a hinge joint at the key to form a three-hinged arch the key and arch springs were concreted to reduce this to a two-hinged structure.

KEYWORDS: ARCH BRIDGES, RAILWAY BRIDGES, BRIDGE CONSTRUCTION, LOWERING OF ARCHES

1. INTRODUCCIÓN

Leonardo Da Vinci definía el arco como *"una fortaleza causada por dos debilidades...está compuesto por dos cuartos de círculo, cada uno debilísimo por sí tiende a caerse y de esta forma se oponen a la misma el uno del otro, las dos debilidades se convierten en una única fortaleza (1)"*. Pensamos que no hay mejor ilustración de esta definición dual del arco, que el sistema de construcción utilizado en los

dos arcos de los puentes sobre el río *Nervión* para el ferrocarril Metropolitano de Bilbao.

El procedimiento consiste en construir los dos semiarcos en una posición cuasi vertical sobre los salmeres, y posteriormente, mediante un tirante de retenida, girar los semiarcos hasta unirlos en clave. En este sistema de construcción es fundamental el estudio de los semiarcos en los estados intermedios porque, como decía Leonardo, son débiles hasta que se unen en clave.

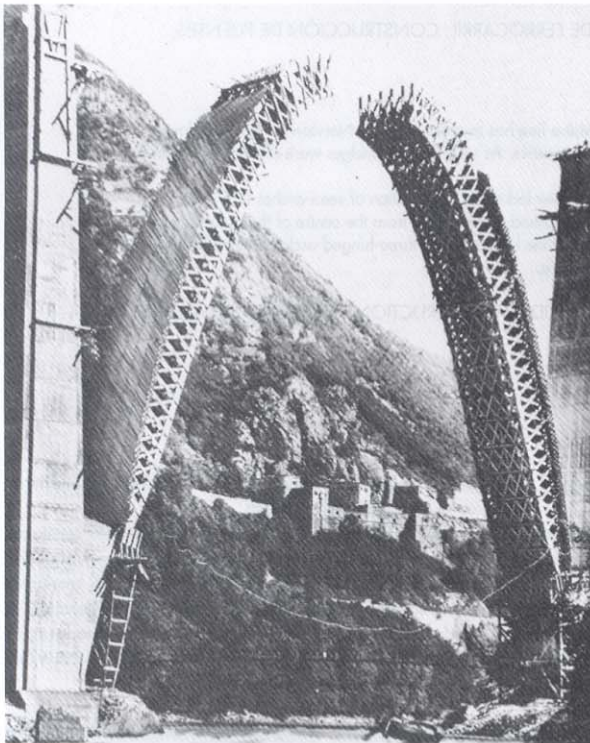
Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de agosto de 2004.

Recibido: marzo/2003. Aprobado: marzo/2003

Fig.1. Los semiarcos del Puente 1 sobre el río Nervión durante el proceso de abatimiento.



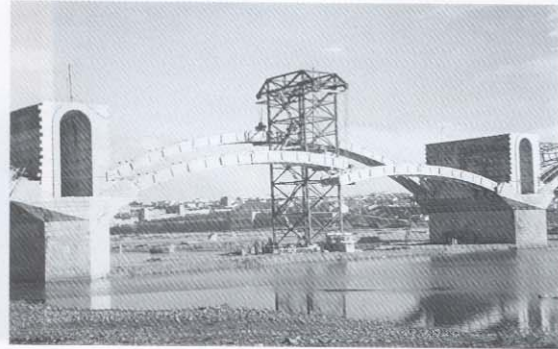
Fig. 2. Cimbra de uno de los arcos del puente de Longeray sur Rhône.



La mayoría de los procedimientos de construcción se han utilizado primero en los puentes metálicos y luego en los de hormigón. Sin embargo no conocemos ningún arco metálico construido por el procedimiento de abatimiento de los semiarcos. Sí se utilizó en 1943 para construir los arcos de madera que constituían la cimbra del viaducto de *Longeray sur le Rhône* con tres arcos de hormigón de 69 metros de luz (2). También se utilizó para construir el arco de madera de la cimbra del puente de *Saboya*, también sobre el Ródano, de 80 metros de luz (3).

El primero que utilizó este procedimiento para construir arcos de hormigón fue Ricardo Morandi en la pasarela del *Torrente Lussia* en Italia, de 70 metros de luz, terminada en 1953 (4). En esta pasarela construyó los semiarcos apoyados en las laderas, y posteriormente los giró hasta apoyarlos en una torre central, que se suprimió una vez cerrado el arco.

El procedimiento de montar arcos mediante semiarcos prefabricados que se apoyan en los salmeres y en una torre provisional central, lo utilizó Carlos Fernández Casado en varios puentes. El puente de *Mérida* sobre el río Guadiana, tiene ocho arcos de 60 metros de luz y se construyó en 1955 (5). Los arcos, unas bóvedas de hormigón cuasi en masa, se construyeron mediante unos semianillos prefabricados que se elevaban primero a los salmeres y luego se elevaban mediante una torre central hasta cerrarlos en clave. Una vez montados los anillos se completaban las bóvedas, apoyando los encofrados en los anillos, que quedaban incluidos en los arcos definitivos. En el puente sobre el aliviadero del embalse de *Cubillas* (6), un arco tímpano de 50



metros de luz construido en 1954, y en el puente sobre el río Caudal en Mieres (7), otro arco tÍmpano de 70 metros de luz construido en 1968, los semiarcos iniciales de los arcos se montaban sobre los salmeres y sobre una torre provisional en clave, y sobre ellos se hormigonaban los tÍmpanos.

En 1954 Morandi utilizó el mismo procedimiento de la pasarela del *Torrente Lussia*, en el puente sobre el río *Storms* en Sudáfrica, un arco de 100 metros de luz (8), pero en este caso construyó los semiarcos en posición cuasi vertical sobre

los salmeres y los giró simultáneamente hasta cerrarlos en clave sin necesidad de torre provisional.

El mismo procedimiento del puente sobre el río *Storms* se utilizó en el año 1987 para construir el arco del puente de *Argentobel* en Alemania, de 145 metros de luz (9). Es el mayor de los construidos por este procedimiento.

No habíamos encontrado más puentes construidos por este sistema hasta que hemos estado en Japón. Como en cualquier sistema de construcción o tipo de puente, en Japón



Fig. 5. Puente del Aliviadero del pantano de Cubillas durante el montaje y terminado.

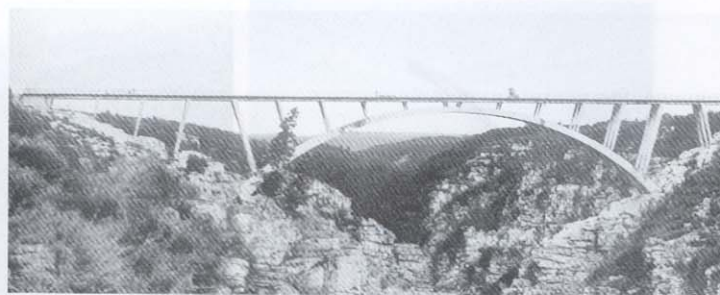
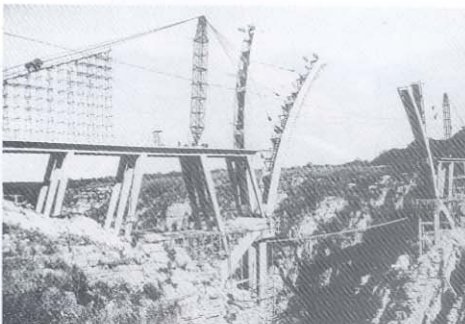


Fig. 6. Puente sobre el río Storm en Sudáfrica durante el montaje y terminado.



Fig. 7. Puente de Argentobel en Alemania durante el montaje y terminado.

se han hecho más que en el resto del mundo. Han construido cuatro puentes por el procedimiento de abatimiento, avanzando paso a paso en sus dimensiones. En 1988 construyeron el puente *Uchinokura*, de 37 metros de luz. En 1992 el *Senpiro* de 60 metros de luz, en 1999 el *Sanganme* de 90 metros y en 2002 el *Kobaru* de 135 metros (10).

La construcción de los arcos mediante el abatimiento de los semiarcos, es un método alternativo al de construcción de los semiarcos por voladizos sucesivos atirantados, sistema que se ha utilizado en varias ocasiones para construir arcos sin cimbra y especialmente en los de grandes luces. En nuestro caso hemos preferido el sistema de semiarcos girados, en vez de hacer los semiarcos por voladizos sucesivos atirantados, por dos razones:

1. En primer lugar porque pensamos que para la luz de estos arcos, alrededor de los 60 metros, los medios necesarios para efectuar el giro no son muy potentes, y en cambio montar todo el sistema de voladizos atirantados nos parece excesivo para unos semiarcos tan cortos.
2. En segundo lugar porque se trata de construir dos puentes arco muy próximos que, aunque no son exactamente iguales, todos los medios de montaje auxiliares

serven para los dos puentes, lo que reduce significativamente el costo del montaje.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES

Los dos puentes sobre el río Nervión están situados en el tramo comprendido entre las estaciones de Bolueta y Etxebarri del ferrocarril metropolitano de Bilbao. El metro de Bilbao sale a superficie poco antes de la estación de Bolueta y a partir de ella cruza dos veces sobre el río Nervión, debido a la curva que describe el río.

El tramo Bolueta-Etxebarri se inicia con el primer puente sobre el río Nervión, cuyo estribo de margen derecha es el extremo de la estación de Bolueta. Al final del puente, en la margen izquierda, el trazado continúa con un túnel que atraviesa la montaña, y sale en el otro extremo al estribo de margen izquierda del segundo puente.

Los dos puentes son de doble vía, con ancho de vía de un metro y un ancho total de plataforma de 8,50 metros. La estructura principal de los dos puentes, el paso sobre el río, se ha resuelto de la misma forma: un arco con una luz aproximada de 60 metros, que es el ancho del cauce.

Fig. 8. Puente de Kobaru en Japón durante el montaje y terminado.





Fig. 9. El Puente 1 sobre el Nervión terminado.

La luz de 60 metros es pequeña para un arco, y por ello admite diferentes soluciones. En estos puentes se ha adoptado una solución que podemos considerar en el límite entre el arco y el pórtico, porque el tablero se apoya en el arco únicamente en la zona central donde son solidarios. Los apoyos siguientes del tablero están situados sobre las cimentaciones del arco.

En esta solución se puede enfatizar más su carácter de arco, como se ha hecho en este caso, o su carácter de pórtico, como se ha hecho en muchas ocasiones. Es su forma más que su estructura la que nos hace incluir estos puentes en los puentes arco, porque, como hemos dicho, están en el límite entre los arcos y los pórticos.

Son puentes de doble vía, y por ello la estructura se ha resuelto mediante dos nervios longitudinales, uno bajo cada

vía, unidos por la losa superior, solución clásica en los puentes de ferrocarril de luces pequeñas y medias. Estos nervios se materializan en dos vigas para formar el tablero y en dos anillos para formar los arcos.

2.1. PUENTE 1

El Puente 1 está formado por un arco sobre el río Nervión de 63 metros de luz, que se prolonga en la margen derecha con un viaducto de acceso de 5 vanos de $22+3 \times 24,50+24$ metros de luz, y en la margen izquierda con un vano de 19,50 metros de luz.

El viaducto margen derecha se inicia en la estación de Bolueta con una altura de 12 metros. Está formado por dos vigas continuas en cajón con canto constante de 1,20 metros y ancho de 1,60 metros, unidas por la losa superior. Las vigas se apoyan sobre pilas en V, solidarias al tablero y articuladas en la base mediante apoyos de neopreno.

El arco está formado por dos anillos que coinciden con las vigas situadas bajo cada una de las vías, y tienen su mismo ancho, 1,60 metros salvo en el intradós que se ensanchan con unos rebordes que marcan el borde inferior del arco.

El tablero es solidario del arco en los 30 metros centrales, y se apoya en los extremos de éste sobre pilas inclinadas que parten de las cimentaciones del arco. Todo el tablero está armado mediante armadura activa, necesaria también en la zona del arco, porque, como hemos visto, es una estructura intermedia entre el arco y el pórtico, y por ello las flexiones en el tablero son significativas.

Los arcos son biempotrados, y se cimentan directamente sobre marga mediante macizos de hormigón; el más profun-

Fig. 10. Plano general del Puente 1.

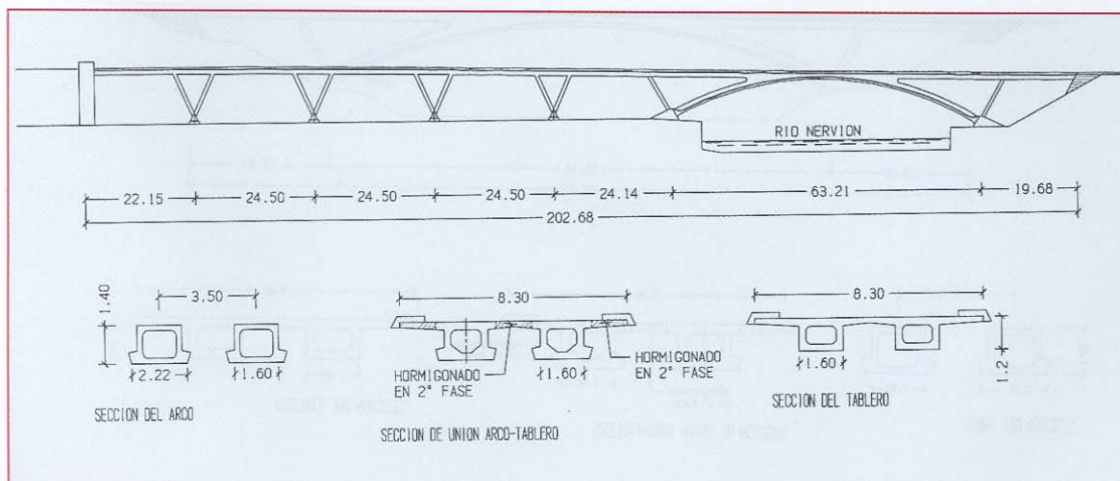
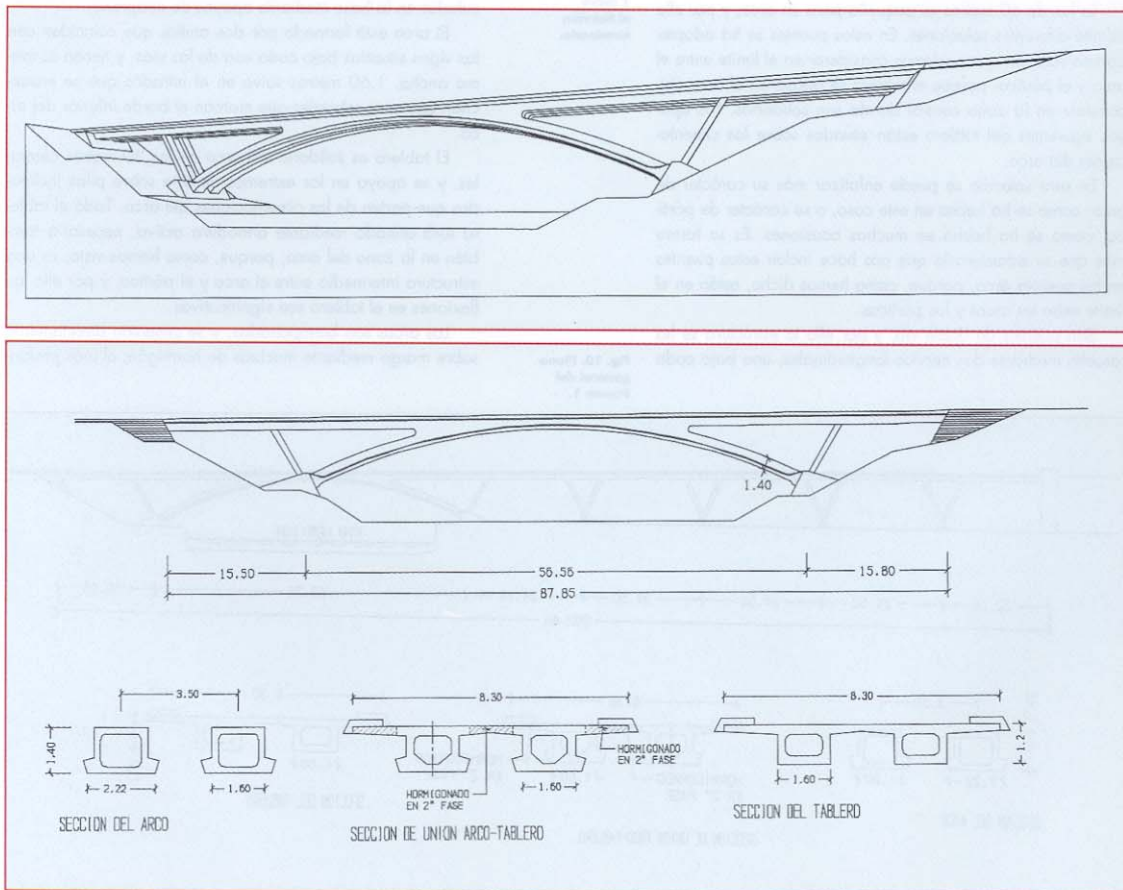


Fig. 11. Viaducto de acceso del Puente 1.



Fig. 12. Planos del Puente 2.

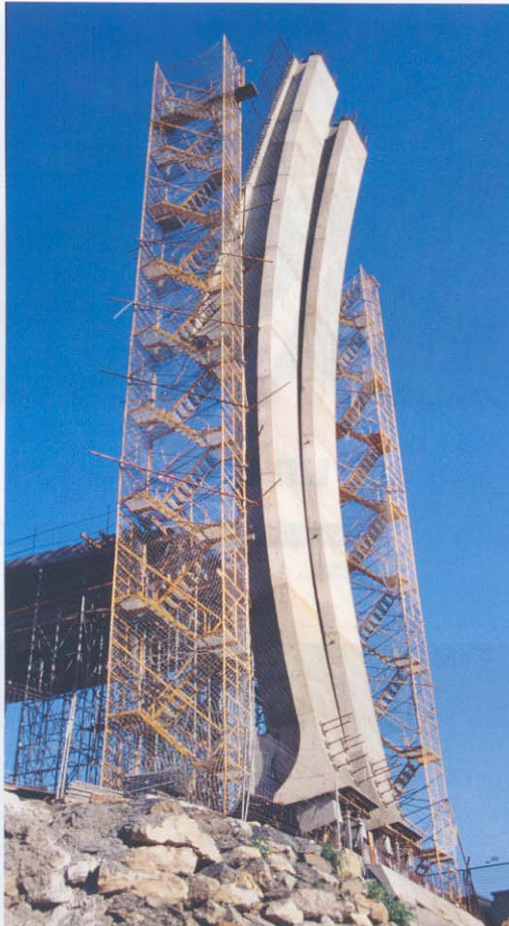


do se hizo hueco interiormente, mediante dos células que se rellenaron de material granular. Los viaductos de acceso se cimentaron sobre pilotes de 1 metros de diámetro.

Este puente se apoya sobre neoprenos en los estribos y las pilas en V. Las pilas inclinadas de los extremos del arco son solidarios de las cimentaciones y del tablero. Las fuerzas horizontales debidas al frenado se resisten mediante los arcos y las pilas inclinadas.

2.2. PUENTE 2

El Puente 2 está formado por un arco de 56,5 metros de luz, prolongado en cada extremo por un vano de 15,50 metros de luz. Es por tanto análogo al puente 1, suprimiendo el viaducto de acceso, y por tanto queda únicamente el arco, las pilas inclinadas que parten de las cimentaciones, el ta-



blero y los estribos. La diferencia con el puente 1 es que este segundo puente cruza el río con una oblicuidad de 63° y esto se ha resuelto desfasando longitudinalmente los dos anillos del arco, lo que lleva a escalonar las cimentaciones y hacer oblicuos los estribos.

3. CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTES

En la construcción de estos puentes hay dos elementos diferentes: el viaducto de acceso del puente 1 y los arcos de ambos puentes.

El viaducto de acceso del Puente 1 es una viga continua de cinco vanos, que se construyó por fases sobre cimbra, so-

Fig. 13. Los semiarcos de margen derecha terminados. A la derecha, fig. 14. Los semiarcos de margen izquierda durante la construcción.



Fig. 15. Rótulas y gatos para el giro de los semiarcos.



IMEBISA

Bilboko Metroraiko Ingeniaritza A.B
Ingeniería para el Metro de Bilbao S.A



Metro de Bilbao. Estación de Urbinaga y viaducto de Bolueta

un país *en marcha*

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

GARRAIO ETA
HERRI LAN SAILA

DEPARTAMENTO DE
TRANSPORTES Y OBRAS PÚBLICAS



Grupo Español de IABSE

IABSE, *International Association for Bridge and Structural Engineering*, fue fundada en 1929, contando, en el momento presente, con más de 4.200 miembros en 101 países. El objeto de IABSE es potenciar el intercambio de conocimientos y mejorar la práctica de la ingeniería estructural, a nivel mundial y al servicio de la profesión y de la sociedad.

Para llevar a cabo este cometido, IABSE promueve la cooperación entre individuos y grupos relacionados con la ingeniería estructural y con campos conectados con la misma, dando apoyo a los técnicos estructurales sobre el conocimiento de las necesidades de la sociedad y de su entorno.

Las principales actividades que desarrolla con tal propósito son: organización de conferencias, congresos, coloquios y seminarios; publicación de la revista *Structural Engineering International*, monografías, artículos de conferencias; concesión de premios anuales por logros en investigación y en la práctica que impulsen la profesión de la ingeniería estructural; etc.

Al igual que en la mayor parte de los países integrantes de IABSE, España constituyó su grupo nacional (1997) con el ánimo de facilitar y fomentar la comunicación e intercambio de experiencias entre sus miembros españoles, permitiendo un contacto más fluido con el resto de asociados internacionales.

Secretaría Técnica del Grupo Español de IABSE

Edificio C1, Campus Norte UPC, c/ Gran Capitán s/n, 08034 Barcelona
☎ 620 979 778, FAX 620 838 345, iabse@cimne.upc.es



Fig. 16. Bípode de sujeción de los gatos de retenida, y las tornapuntas provisionales para referir la carga del gato a los cimientos del arco.

lución clásica de construcción de los viaductos en viga continua de luces pequeñas y medias.

El problema singular de la construcción de estos puentes fue el montaje de los arcos, que se hizo sin apoyos provisionales en el cauce del río.

En el estudio inicial, la construcción de los arcos se planteó mediante cimbra, con un apoyo provisional en el centro del río, porque el caudal del río Nervión nos pareció que permitía hacerlo así; de hecho el puente del ferrocarril Matiko-Azbarren que había anteriormente en el mismo lugar, tenía una pila en el centro. Pero este procedimiento no fue admitido por la Confederación Hidrográfica que tiene a su cargo el río Nervión, que no quería ninguna alteración del cauce, y ello obligó a plantear un sistema de construcción evitando apoyos provisionales en el cauce. Como hemos visto en la introducción, de las dos soluciones posibles para construir un arco sin cimbra: voladizos sucesivos atirantados, y abatimiento de los semiarcos, se ha adoptado la segunda, que consiste en construir los semiarcos en posición cuasi vertical sobre los salmieres mediante un encofrado trepador, de la misma forma que se construyen las pilas de un puente de 30 metros de altura. Una vez terminados los semiarcos se abaten hasta cerrarlos en clave, girándolos sobre unas articulaciones provisionales situadas en los arranques.

La posición inicial de los semiarcos debe ser lo más vertical posible para facilitar su construcción. Además es conveniente para la estabilidad del conjunto que la vertical del centro de gravedad del semiarco quede fuera del vano del arco, para que el par de vuelco tienda a apoyarlo sobre el trasdós.

Los semiarcos se apoyan en la base sobre las articulaciones provisionales que sirven para efectuar la operación de girado, y por ello requieren un bloqueo provisional para asegurar su estabilidad durante su construcción. Este bloqueo se ha hecho mediante unos diafragmas de hormigón situados en el trasdós de los semiarcos y empotrados en las cimentaciones de los arcos. Estos diafragmas se fijaban a los semiarcos mediante barras de pretensado.

En la construcción de los semianillos mediante encofrado trepador se plantearon dos dificultades:

La primera dificultad consistió en que los arcos cambian de sección en la zona solidaria con el tablero, y ello obligó a cimbrar la zona donde se produce el cambio de sección, sobre el tablero ya construido a los lados del arco.

La segunda dificultad fue debida a unos cables de alta tensión situados en la margen izquierda del arco 1, que obligaron a construir uno de los semiarcos volcado hacia el río, lo que complicó su construcción, especialmente por el

desplome que se producía en las últimas fases de trepado. Fue necesario fijar el arco mediante bielas metálicas al tablero del vano lateral durante la construcción para resistir el par de vuelco debido al desplome; y también fue necesario hacer el hormigonado de las últimas fases del semiarco con una tensión inicial en el tirante de abatimiento, para reducir la flexión en el semiarco.

Para la operación de girado de los semiarcos se requieren articulaciones en los arranques que permitan efectuar el giro, y posteriormente una articulación en clave que permita completar el arco triarticulado inicial. En el proyecto de las articulaciones provisionales es necesario tener en cuenta varios problemas:

En primer lugar, la estabilidad durante la operación de girado. Esto nos llevó a disponer dos articulaciones por semianillo, hechas con orejetas completas, unidas por un bulón sobre el que se efectuaba el giro. Las orejetas completas aseguran la estabilidad transversal al viento du-

rante el girado, porque pueden resistir tracciones en la articulación.

En segundo lugar, deben permitir correcciones en planta y en alzado de la posición de los semiarcos una vez girados, para asegurar que la directriz final es la correcta. Esto se consigue colocando unos gatos horizontales entre las articulaciones de arranques y las cimentaciones del arco. Las articulaciones se apoyan sobre teflón para que se puedan mover. La posible tracción que pueda aparecer en ellas por efecto del viento transversal se resiste mediante pestañas fijadas a la cimentación, que sujetan la base de las articulaciones y permiten su movimiento.

Además de los gatos traseros, que resisten las fuerzas horizontales que transmiten las articulaciones a la cimentación, inicialmente son necesarios unos topes delanteros horizontales para resistir las fuerzas que transmiten las articulaciones en la primera fase del girado, porque como hemos dicho, los semiarcos se construyen con su centro de grave-

Fig. 17. Los gatos de retenida de los semiarcos. A la derecha, fig. 18. Los semiarcos durante el abatimiento.





Fig. 19.
Construcción
del tablero
sobre los
arcos.

dad situado en el lado del trasdós de las articulaciones y por tanto la fuerza horizontal en ellas es de signo contrario que la del arco cerrado. Estos topes se quedan sin carga cuando, durante el abatimiento, el centro de gravedad del semianillo pasa al otro lado de las articulaciones; la carga pasa entonces a los gatos traseros. Los gatos traseros sirven también para recuperar las piezas que forman las articulaciones provisionales, una vez que se hormigona la primera fase del bloqueo de estas articulaciones. En ese momento se quita la carga de los gatos y se pueden retirar todas las piezas.

Las articulaciones de clave son análogas a las de los arranques. Necesitan movimiento en todas direcciones para poder fijar los bulones; y necesitan también gatos en uno de los lados, para poder dejar sin carga las articulaciones una vez hormigonada la primera fase del bloqueo de la articulación, y retirar las piezas que formaban ésta.

Una vez terminados los semiarcos, se soltaron los contrafuertes de hormigón y se inició el giro. Como hemos visto, los semiarcos, en su posición inicial, estaban volcados hacia el exterior del arco, salvo el que se construyó más avanzado

a causa de los cables de alta tensión. Por ello, para iniciar el giro, es necesario empujar el arco mediante gatos que se fijan en un extremo al tablero ya construido, y en el otro a los arcos. Mediante estos gatos se fueron moviendo los semiarcos, hasta que la vertical de su centro de gravedad quedó dentro del vano del arco, lo que les permite girar por su propio peso, retenidos por el tirante. Desde ese momento la operación consistió en ir soltando los tirantes de retenida mediante gatos de doble efecto, hasta que las orejetas de la articulación de clave coincidieran, para poder pasar el bulón de enlace.

Los tirantes de retenida se fijaron en un extremo a unos bípodes sobre los que actuaban los gatos de doble efecto que van soltando los tirantes, y en el otro extremo se fijaron a unos puntos intermedios de los semiarcos. Los bípodes se situaron fuera del arco y se fijaron al terreno mediante una cimentación delantera de micropilotes y trasera de anclajes activos al terreno. En la margen derecha del puente 1, donde se encuentra el viaducto de acceso, los bípodes se situaron sobre éste, anclándolos al tablero, lo que planteó un problema para resistir las fuerzas horizontales que transmiti-



Fig. 20. El puente terminado.

an los bípodes, porque, como hemos visto, el viaducto de acceso está apoyado sobre neoprenos. Esto obligó a introducir unas tornapuntas inclinadas provisionales desde el extremo superior de la última pila en V del viaducto de acceso, a la cimentación del arco, para transmitir a la cimentación del arco las fuerzas horizontales que los bípodes introducían en el tablero del viaducto.

El giro de los dos anillos de cada margen se hizo simultáneamente, salvo el que estaba más adelantado que esperó a su compañero. Una vez terminado el abatimiento fue necesario corregir la posición en planta de los semiarcos, desplazando las articulaciones con los gatos horizontales, hasta dejar los semiarcos alineados.

Colocados los semiarcos en su posición definitiva, se fijaron las articulaciones de clave, dejando los arcos triarticulados.

El bloqueo de las articulaciones de clave y arranques se hacía en dos fases. Primero se hormigonaba la zona comprendida entre las dos articulaciones provisionales; luego se retiraban éstas, y se completaba el hormigonado. En la cla-

ve, a la vez que se hormigonaba la primera fase, se hormigonaba una zona de unión de la losa entre cajones para asegurar la estabilidad transversal del conjunto.

Una vez empotrados los arcos en clave y arranques se completó el tablero mediante una cimbra apoyada en los arcos, hasta terminar los puentes.

La operación de girado de los arcos del puente 1 se realizó en noviembre de 2001, y la del puente 2 a finales de enero de 2003. ■

Propiedad:	IMEBISA: Agustín Presmanes, José Ramón Madinabeitia, Francisco Borde, José M ^o Gutiérrez
Proyecto:	CARLOS FERNÁNDEZ CASADO S.L.
Construcción:	UTE BOLUETA (CONSTRUCCIONES SOBRINO/ FERNÁNDEZ CONSTRUCTOR) Miguel Hermoso, Roberto Casado
Asistencia Técnica:	FULCRUM: Manuel Blanco, Valentín Gómez
Abatimiento de los arcos:	LAISTRA IBÉRICA: José M ^o Martínez

REFERENCIAS

- (1) Leonardo da Vinci – *Códice A* (2172). Instituto de Francia.
- (2) Silvie Deswarte y Bertrand Lemoine. *La architecture et les Ingenieurs*. Centre Georges Pompidou. Editions du Moniteur 1980.
- (3) *Contribution a l'étude des arcs en beton et des cintres de grande portée*. Société Constructions Edmond Coignet. Association International des Ponts et Charpentiers. Troisième Congrès-Liège 1948.
- (4) Giorgio Boaga y Benito Boni. *Ricardo Morandi*. Edizioni di Comunita. Milano 1962.
- (5) *Información sobre los puentes en ejecución de Badajoz y Mérida*. Jefatura de puentes y Estructuras. Ministerio de Obras Públicas 1956.
- (6) Carlos Fernández Casado. *Puente sobre el Aliviadero del Embalse de Cubillas*. "Informes de la Construcción". Noviembre 1955.
- (7) *Puente de 70 metros de luz con arcos prefabricados*. Puente sobre el río Caudal en Mérida. Dragados y Construcciones. Servicio de rendimiento de equipos y transmisión de experiencia.
- (8) Lara – Vinca Massina – *Ricardo Morandi*. De Luca Editore. Roma 1974.
- (9) *Il ponte Argentobel nei pressi del lago Costanza (República Federale di Germania)*. "L'Industria Italiana del Cemento". Settembre 1987.
- (10) Kazuo Teshima y otros. *Design and Construction of the Kobaru Valley Bridge by Lowering method*. Proceedings of the first fib congress. Osaka 2002.