

## **II CONGRESO DE ACHE PUENTES Y ESTRUCTURAS**

**Tema: Realizaciones**

**Subtema: Puentes**



**Puente sobre el río Jarama, en Titulcia (Madrid)**  
**José Antonio Llombart**  
**Jordi Revoltós**  
**(Estudio de Ingeniería y Proyectos. EIPSA)**

## Puente sobre el río Jarama, en Titulcia (Madrid)

José Antonio Llombart

Jordi Revoltós

(Estudio de Ingeniería y Proyectos. EIPSA)

### 1.- INTRODUCCIÓN

La Carretera M-404, de la Comunidad de Madrid, discurre por el interior de Titulcia y



Aspecto actual del antiguo puente sobre el Jarama en la Carretera M-404

crucza el río Jarama por un antiguo puente metálico, que se encuentra en mal estado y cuya anchura resulta inapropiada para las actuales exigencias de tráfico. El nuevo puente, perteneciente a la Variante de Titulcia está destinado a sustituir al puente existente

### 2.- CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO PUENTE

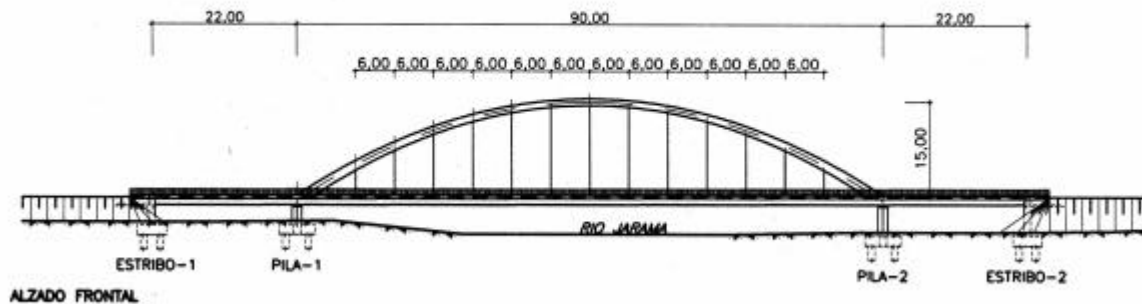
Longitud total: 134 metros, con la siguiente sucesión de luces de vanos: 22 – 90 – 22 m.

Tramo central, de 90 m de luz, formado por arco doble con tablero inferior.

Anchura total del tablero: 15 m. Anchura destinada a calzada de vehículos: 10 m

Trazado recto en planta. Pendiente longitudinal uniforme: 0,42 %

Proceso constructivo del tablero mediante empuje



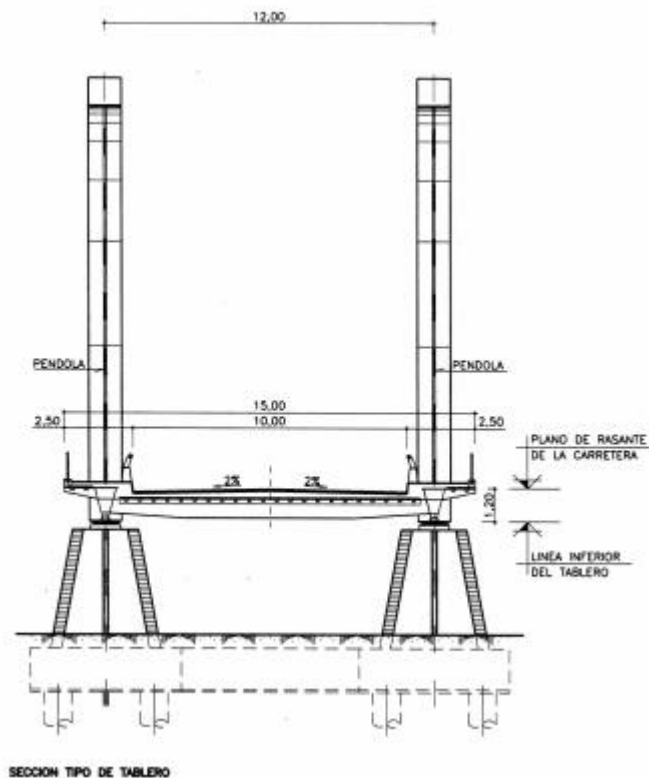
### 3.- CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA QUE CONSTITUYE EL TABLERO

La estructura del tablero está constituida por dos vigas - cajón metálicas continuas, separadas 11,30 m entre ejes y unidas transversalmente mediante unas vigas-traviesas con sección de doble Te, que soportan una losa de hormigón, de 22 cm. de espesor medio. El hormigón está unido estructuralmente al acero y se trata, por tanto, de una estructura mixta acero - hormigón. El acero estructural empleado es autopatinable (Tipo Cortén) y corresponde a la denominación S 355 J2G1W.

El vano principal, de 90 m. de luz, está formado por arco doble de tablero inferior, tipo “bow-string”, sin existencia de montantes de unión entre los dos arcos. El arco es metálico con sección en cajón y provisto interiormente de rigidización elaborada mediante chapas. Las péndolas están formadas por barras perforadas de acero de calidad soldable, recubiertas exteriormente por unas chapas finas de acero inoxidable.

La losa de tablero se construye mediante prelosas autoportantes de 5 cm. de espesor, provistas de una nervadura por la parte inferior. Una vez montadas las prelosas, sirven de soporte a una capa de hormigón “in situ” de 15 cm. de espesor mínimo.

La adopción de esta tipología estructural ha permitido disponer un tablero con un notable grado de esbeltez aparente. La distancia vertical existente entre la cota de pavimento y el nivel inferior del tablero es 1,16 metros.



#### 4.- PROCESO CONSTRUCTIVO

Se ha desarrollado un sistema constructivo consistente en el montaje de la mayor parte de la estructura sobre tierra firme y lanzamiento hasta su posición definitiva.

He aquí algunas de las cualidades del proceso constructivo empleado:

- Garantía de calidad, por el hecho de realizarse la construcción sobre el terreno, facilitando el control de ejecución y utilización de potentes medios a pie de tajo, sobre el terraplén de acceso al puente.
- Rapidez de ejecución.
- Independencia del régimen hidrológico del río Jarama. Sólo han sido necesarios dos pares pilas provisionales y unas pequeñas penínsulas artificiales.
- Protección del Medio Ambiente. No se precisa utilizar maquinaria pesada en el cauce del río durante las operaciones de lanzamiento y construcción del tablero. El proceso constructivo ha provocado mínimas afecciones al entorno.

Descripción gráfica de las fases de construcción:

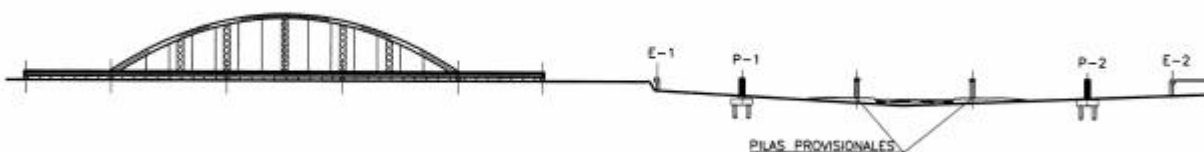
##### Fase 1.-

Construcción de pilas provisionales en el río (2 pares de pilas).

Construcción de unos macizos de hormigón en el terraplén de acceso para montar la estructura metálica.

Montaje de la totalidad de la estructura metálica sobre los apoyos situados en tierra firme.

Montaje de prelasas, únicamente en el tramo central de 90 metros.



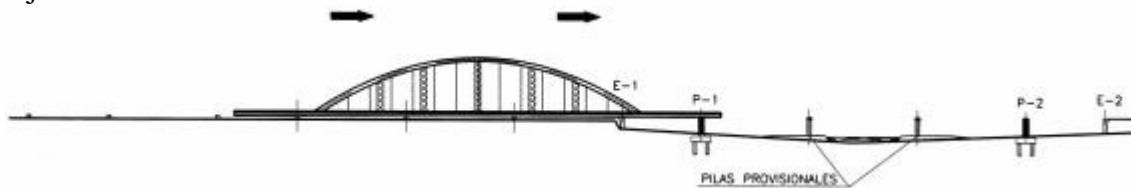
## Fase 2.-

Empuje del conjunto formado por la totalidad de la estructura metálica y prelosas montadas en el tramo central.

Desplazamiento en horizontal

Las dos vigas-cajón continuas sirven como patines de deslizamiento longitudinal.

En cada uno de los apoyos existen topes de guiado lateral, que actuarán sobre las vigas-cajón.



## Fase 3.-

Se liberan los apoyos de las pilas provisionales. Se actúa individualmente en cada pila provisional mediante gatos hidráulicos y se retiran los aparatos de apoyo.

Levantamiento del tablero con gatos en pilas definitivas y estribos, sustituyendo las placas de neopreno-teflón por apoyos definitivos de neopreno zunchado.

Montaje de prelosas en vanos laterales.

Demolición y retirada de pilas provisionales.

Montaje de la ferralla sobre las prelosas.

Hormigonado de la zona superior del tablero, de 15 cm. de espesor. Se realiza en 5 fases, dejando un tiempo suficiente entre fase y fase para el endurecimiento del hormigón. Orden de hormigonado de fases: (1) – (2 + 3) – (4) – (5).



## Fase 4 .-

Obras de terminación: Capa de rodadura en calzada, juntas, pavimento de aceras, barreras, barandillas, etc.



## 5.- DESCRIPCIÓN DE UNA CARACTERÍSTICA SINGULAR DEL PROCESO DE LANZAMIENTO

El tramo principal, de 90 m de luz, precisa ser construido inicialmente con una contraflecha al objeto de conseguir el adecuado ajuste geométrico con la rasante de la carretera, una vez quede finalizada la obra.

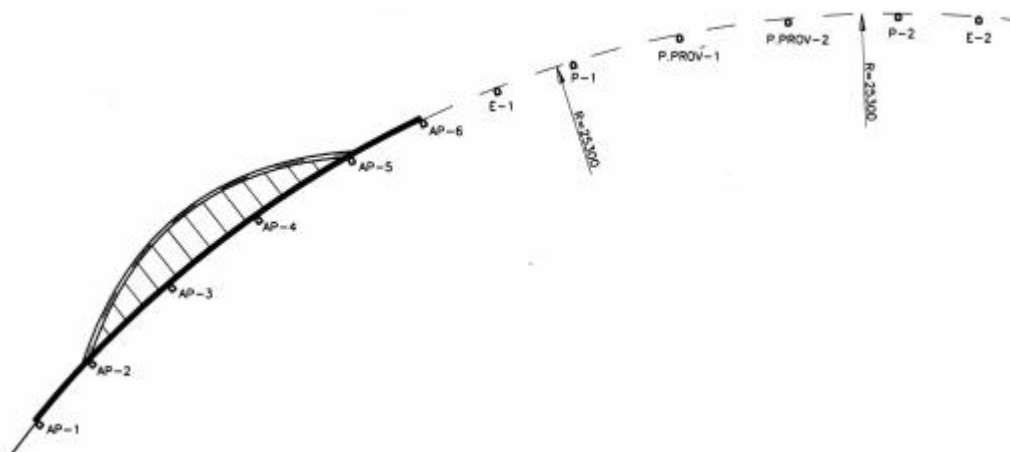
Caso de que en primera fase de montaje se construyese la estructura metálica con la contraflecha adecuada según las previsiones de cálculo, el lanzamiento del conjunto presentaría serios problemas si se dispusiesen los apoyos provisionales siguiendo una alineación recta en alzado, de acuerdo con el perfil longitudinal uniforme del trazado de la carretera.

Debido a la gran rigidez del tramo de 90 m, si se realizase el lanzamiento con la geometría inicial deformada por la contraflecha, se producirían unos esfuerzos inadmisibles en algunas zonas de la estructura, algunos apoyos quedarían despegados y otros se sobrecargarían excesivamente.

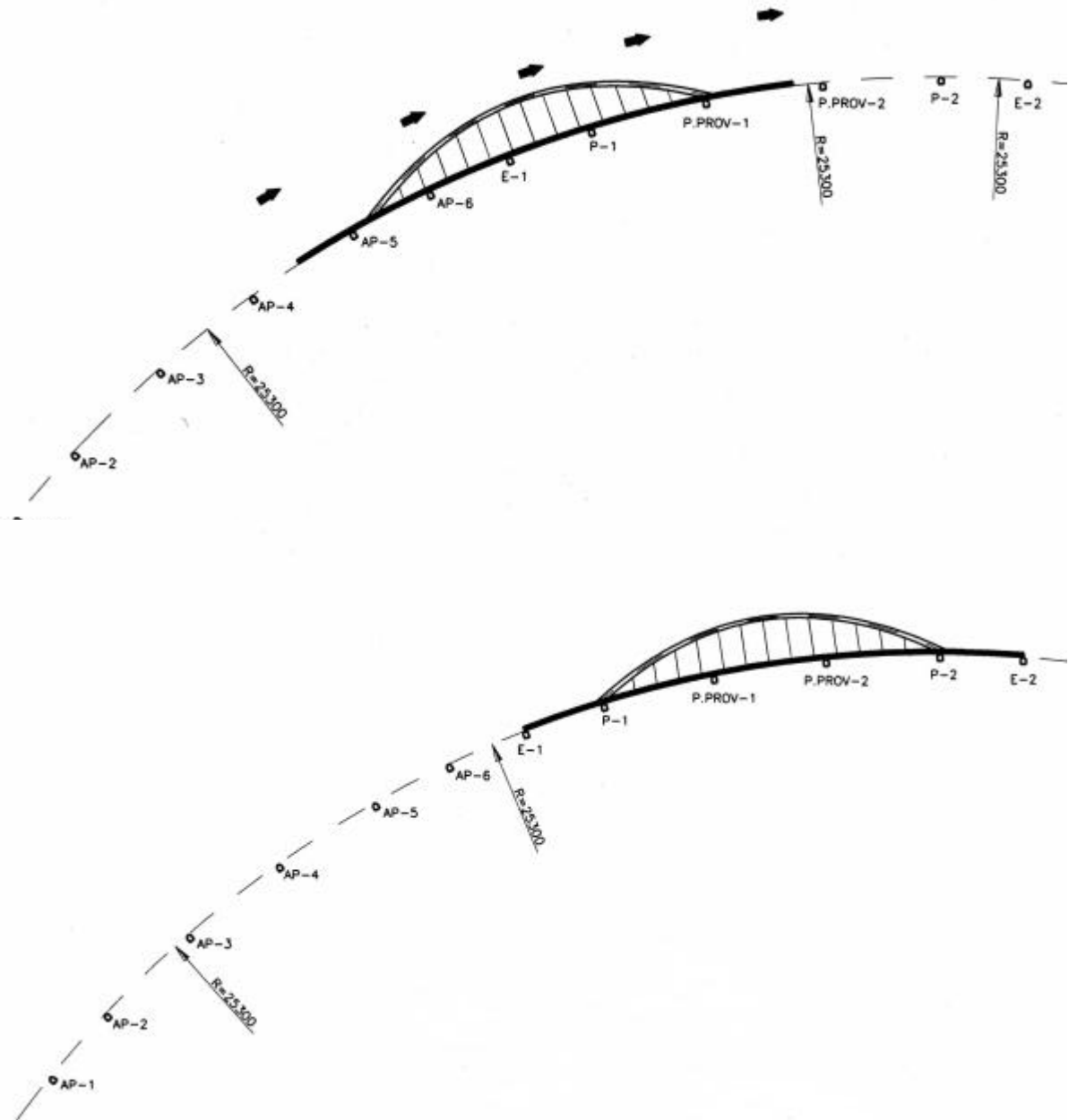
Para evitar las consecuencias de este problema, se ha desarrollado el siguiente procedimiento de lanzamiento:

Las vigas principales que constituyen el tablero se construyen en bancada con la directriz curva en alzado. El radio de curvatura es 22.300 metros.

Todos los aparatos de apoyo provisional durante el lanzamiento se montan siguiendo una alineación curva en alzado con el mismo radio (22.300 metros).

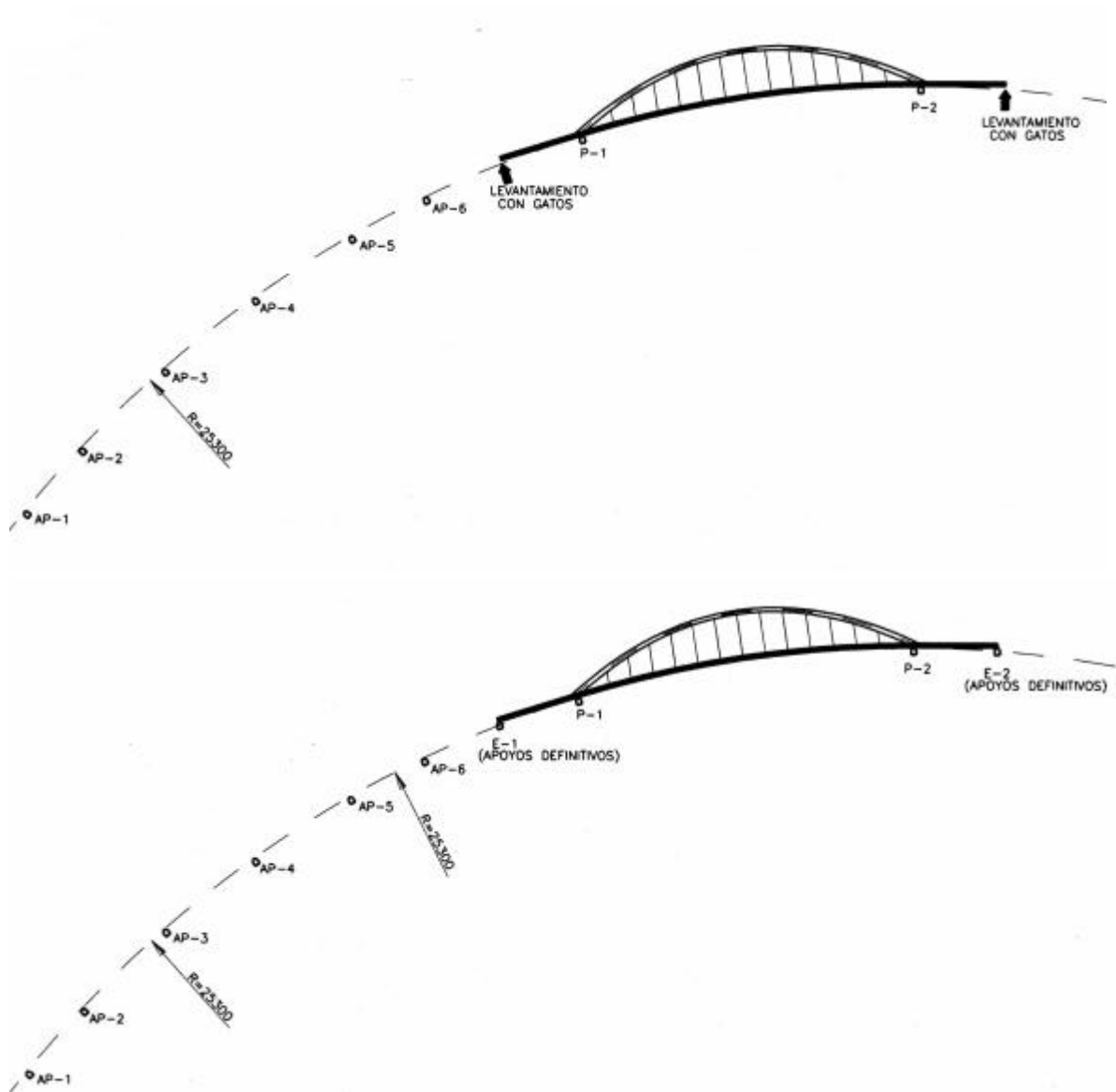


El lanzamiento del conjunto se realiza deslizando el conjunto estructural sobre los apoyos dispuestos. No existen esfuerzos parásitos debidos motivados por la curvatura, ya que la directriz de la estructura está construida de acuerdo con la geometría de los apoyos.



Una vez el conjunto alcanza el estribo opuesto, se eliminan los apoyos provisionales intermedios y se efectúa un levantamiento de la estructura (4,8 centímetros) en los estribos, mediante gatos hidráulicos, de tal forma que los cuatro apoyos (los dos estribos y las dos pilas) se encuentran alineados, en alzado. Debido a la gran rigidez del tramo central, en comparación con los dos laterales, la afección geométrica sobre el tramo central debida al levantamiento de los extremos situados sobre los estribos es despreciable, manteniéndose

sensiblemente la curvatura inicial de montaje que equivale a una contraflecha real. El levantamiento en la zona de estribos produce un efecto beneficioso en el nivel de esfuerzos (El valor del momento flector de los tramos laterales en las inmediaciones del apoyo sobre las pilas se ha reducido como consecuencia del levantamiento).



Al finalizar esta maniobra, los cuatro apoyos se encuentran alineados y el tramo central está provisto de la contraflecha adecuada, apto para continuar el proceso de construcción de la losa de tablero.