

# El Viaducto del Arroyo de las Piedras

## El puente de mayor altura y uno de los de mayor longitud del AVE Córdoba-Málaga

The Viaduct over Piedra Creek  
The highest and one of the longest bridges on the Cordoba-Malaga high-speed railway line

Por la Redacción de la ROP

**Resumen:** El viaducto sobre el Arroyo de las Piedras es uno de los elementos más relevantes dentro de la línea de alta velocidad Córdoba - Málaga, perteneciente al subtramo XIV. La tipología del viaducto corresponde a la de un viaducto de tablero mixto de 1.208 m de longitud, 20 vanos, con luces tipo de 63,5 m y altura de pila máxima de 95 m. El tablero mixto está compuesto por dos almas de acero cortén y losas superior e inferior de hormigón armado. La sección del tablero es de 14 m de ancho por 4 m de canto. Su ejecución se ha realizado por empuje del tablero desde los estribos, con una pequeña nariz de avance para efectuar el paso de pila. Para la realización de esta infraestructura se han utilizado más de 30.000 m<sup>3</sup> de hormigón y más de 9.177 toneladas de acero. La obra ha sido dirigida por el A.D.I.F, y construida por la empresa ALTEC, EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS. El presupuesto de la obra ha sido 41.347.238,74 euros.

**Palabras Clave:** Viaducto, Alta Velocidad, Tablero Mixto

**Abstract:** The viaduct over Piedra Creek, located in sub-section XIV of the Cordoba-Malaga high-speed railway line, is one of the most relevant civil works on the line. The 1208 m long viaduct is a composite deck bridge with 20 spans of 63.5 m and maximum pier height of 95 m. The composite deck is composed of two webs of Corten steel and upper and lower reinforced concrete slabs. The decks section is 14 m wide and 4 m thick. The viaduct was constructed by launching the deck from the abutments, with a small advance nose to pass over the piers. 30,000 m<sup>3</sup> of concrete and over 9,177 tons of steel were employed in the construction of the infrastructure. The work was directed by the Spanish Railway Infrastructure Administration (ADIF) and built by the construction and service company ALTEC. The work cost 41,347,238.74 Euros.

**Keywords:** Viaduct, High speed, Composite Deck.

### Presentación de la Obra

Esta obra se encuadra dentro del tramo XIV "Túnel de Abdalajís Álora-Viaducto de Arroyo de las Piedras", que se construye en el término municipal de Álora (Málaga). El tramo consta de 3.980 metros, de los cuales 1.208 corresponden a este viaducto. Dicho tramo tiene una anchura de la plataforma de 14 metros, con un radio mínimo de 7.250 metros. El peralte máximo es de 140 mm., y la pendiente máxima, de 24 milésimas. Además del viaducto, el tramo incluye la construcción de un paso inferior de 16,56 metros, una estructura de transición de 23 metros por estribo. Las obras fueron adjudicadas a la empresa Altec por

importe de 41.347.238,74 euros y un plazo de ejecución de 48 meses. Los trabajos se iniciaron el 4 de junio de 2002 y concluyeron el pasado 3 de junio de 2006. Para la realización de esta gran infraestructura se han utilizado más de 30.000 metros cúbicos de hormigón y más de 9.177 toneladas de acero.

### Características del Viaducto

La tipología del viaducto del Arroyo de las Piedras corresponde a un viaducto de tablero mixto de 1.208 metros de longitud (frente a los 1.220 metros del original) con 20

vanos (25 vanos en el original), el primero de 50,40 metros, 17 vanos de 63,50 metros, 1 vano de 44,00 metros y el último de 35,00 metros, siendo el tablero mixto con dos almas acero cortén y losas superior e inferior de hormigón armado. La sección del tablero es de 14 metros de ancho por 4 metros de canto (se obtiene una esbeltez de 1/16 en los vanos de 63,5 metros) consistente en dos almas de acero cortén y losas inferior y superior de hormigón armado. Su ejecución se ha realizado por empuje del tablero desde los dos estribos con una pequeña nariz de avance para efectuar el paso de pila. Este Viaducto consta de 19 pilas de hormigón armado de sección rectangular hueca de sección variable, iniciándose en coronación con un perímetro exterior de 2,50 x 6,70 metros, ejecutadas con encofrado trepante. La altura de pilas oscila entre los 18 y los 94 metros. Esta infraestructura se ha ejecutado mediante una cimentación profunda con pilotes de 1.800 y 2.000 mm. las pilas 17 y 18. En el resto de las pilas la cimentación es superficial. Los estribos son de hormigón armado, con estructuras de aparato de dilatación de vías, cimentados superficialmente con zapatas de 2,50 metros de canto.

#### **Razones técnicas justificativas de la alternativa mixta**

Las especiales y muy singulares condiciones del Viaducto, que se resumen seguidamente, limitaban muy seriamente la viabilidad de las posibles alternativas tipológicas en hormigón, habituales en las L.A.V.:

1. Una gran altura de pilas, con varias de ellas en el entorno de los 95,0 m., lo que constituye un verdadero record en el ámbito de la alta velocidad.
2. Una gran longitud de viaducto de 1220 m., lo que hace inviable disponer un punto fijo único en un estribo, dada la magnitud excesiva que ello generaría en las aperturas/cierres de los sistemas de dilatación de vía en el estribo opuesto;
3. La gran altura de las pilas en la zona central del viaducto impide, por otra parte, la disposición de un punto fijo indesplazable en la zona intermedia del viaducto, así como la disposición de un tramo inerte central para reducir la carrera de las juntas;
4. La situación del viaducto en zona sísmica de elevada intensidad (aceleración de cálculo @0,12 g.), penaliza enormemente la recogida de las flexiones de origen sísmico por las pilas y cimentación, acentuada por la gran masa del tablero de hormigón y la gran altura de las pilas.

Las condiciones recién enumeradas invalidaban el recurso a la mayor parte de las alternativas de hormigón, tal y como se analizaba con detalle en el estudio de tipologías del proyecto.

5. Las soluciones isostáticas no resultaban posibles por la gran deformabilidad de las pilas para recoger los esfuerzos de frenado;

6. Las soluciones prefabricadas continuas no resultaban viables ya que la gran altura de pilas invalidaba el proceso de montaje de las artesas/cajones prefabricados, ya fueran con grúas o por izado;

7. Las soluciones en voladizos sucesivos de hormigón postesado requerían un número inviable, técnico y económicamente, de carros de avance para mantener unos plazos adecuados.

8. Las soluciones empujadas de hormigón, además de presentar ciertos problemas geométricos, por ser trazado no estrictamente empujable, resultaban técnicamente desaconsejables, como se explicaba detalladamente en la Memoria de Proyecto, por los problemas resistentes y deformacionales de las pilas de gran altura bajo la acción de los rozamientos de los teflones durante el empuje;

9. Finalmente, la solución proyectada, con montaje tramo con tramo con cimbra autoportante, obligaba a plantear cimbres de 50,0 m. de luz, en el límite de los rangos admisibles por el mercado de esta tecnología para viaductos pesados, como son los de alta velocidad. Una reducción de la luz de los vanos no resultaba económicamente adecuada, ya que aumentaba significativamente el número de pilas altas.

Así pues, la solución del proyecto constituía, prácticamente, la única alternativa razonable en hormigón para resolver, técnica y económicamente, los singulares condicionantes antes citados.

Las soluciones mixtas son el recurso habitual para casos como el que nos ocupa, en las LAV europeas, principalmente francesas, donde la Administración (SNCF) avala técnica y económicamente esta tipología dado el gran número de viaductos ya construidos y en funcionamiento en nuestro vecino país, con dichas soluciones mixtas frente a las tradicionales alternativas de hormigón. El Viaducto de Orgón, en dintel continuo mixto, con sección transversal bñácena, de 63,0 m. de luz, tipo constituye el record actual en Francia de dicha tipología, y se halla actualmente en servicio en la LAV del TGV Mediterranéé, en una zona de sismicidad análoga a la que nos ocupa.

Así pues, la solución mixta planteada como alternativa técnica a la solución de hormigón postesado del proyecto de licitación permite, en este caso, dar una respuesta estructural más adecuada, técnica y constructivamente, a las limitaciones inherentes a las soluciones de hormigón antes citadas:

10. Su menor peso reduce significativamente las sollicitaciones derivadas de los efectos sísmicos, tanto en pilas como cimentaciones,



11. Permite un montaje por empuje de la subsección metálica, cuyo peso resulta significativamente inferior al de la sección completa de hormigón del proyecto licitado, lo que permite solventar técnicamente los problemas antes citados que desaconsejaron claramente la adecuación de la solución de hormigón al sistema de empuje, dada la altura y flexibilidad de las pilas de 95,0 m.;

12. El sistema de empuje de secciones mixtas resulta muy sencillo de realizar, dada la flexibilidad y ligereza de las subsecciones metálicas empujadas, lo que simplifica drásticamente las servidumbres propias del empuje de largos viaductos de hormigón: indeformabilidad del parque de empuje, sobresolicitaciones de flexión en las pilas, actuaciones correctoras con gato al paso sobre las cabezas de pilas, etc. El empuje de tableros metálicos/mixtos reduce drásticamente las complicaciones del paso sobre pilas, aumentando y simplificando por tanto las condiciones de seguridad de las plataformas a disponer en las coronaciones de las pilas, de hasta 95 m. de altura.

13. La limitación de luz a 50,0 m, condicionada por la cimbra autoportante de la sección del hormigón, per-

mite plantear una solución con vanos tipo de 63,5 m., más acorde con el óptimo técnico-estructural para esta altura de pilas y condiciones de cimentación en la línea del Viaducto de Orgón francés.

Finalmente, la solución alternativa ejecutada se adapta perfectamente a tipologías perfectamente conocidas y sancionadas técnicamente en las líneas europeas, principalmente francesas, tanto desde el punto de vista resistente, como en su respuesta dinámica y en sus cualidades de mantenimiento y conservación. La incorporación de la doble acción mixta, según la técnica y experiencia españolas en el ámbito de los puentes mixtos, no supone sino una cualidad técnica añadida, tanto estática como dinámicamente, frente a la clásica solución francesa.

#### Sistema constructivo

La construcción del viaducto comenzó por la fabricación de las dovelas metálicas de acero cortén en tramos de aproximadamente 30 metros. Se procede también a la



## El viaducto del Arroyo de la Piedras

fabricación de las prelasas de hormigón armado en fábrica. Estas prelasas sirven de encofrado perdido colaborante para la losa superior e inferior del tablero. La segunda fase comenzó con el transporte de las piezas a obra, el montaje de las dovelas metálicas en el parque de empuje y comprobación de las soldaduras. La longitud de montaje es función de las fases de empuje del tablero. Posteriormente se realizó el montaje de las prelasas y ferrallado y hormigonado de la parte inferior del cajón. Seguidamente se procedió al empuje del tablero desde los dos estribos sobre apoyos provisionales deslizantes, empleando una nariz de avance para efectuar el paso de pila. El empuje se realizó mediante gatos hidráulicos situados en la parte trasera del tablero. Más tarde tuvo lugar el cierre del tablero entre las pilas 9 y 10 y se procedió al desapeo del tablero hasta los apoyos definitivos y fijación a los mismos. Los últimos trabajos consistieron en la colocación de los amortiguadores de los estribos, el hormigonado de la losa superior, colocación de barandilla, canaleta etc. e impermeabilización de la losa superior.

### Empuje del tablero

El viaducto consta de dos estribos E1 y E2, y 19 pilas, de la P1 a la P19, para completar una longitud total de 1.120 m. El estribo E1 se sitúa en la ladera del lado Córdoba, avanzando las pilas de la 1 a la 19 en dirección a Málaga, en cuya ladera se sitúa el estribo E2.

Se tiene previsto empujar simultáneamente desde los dos estribos, montando sendos parque de empuje, con un solo equipo que irá pasando de estribo a estribo, según las fases del empuje.

Las principales fases del empuje serán:

1. Fabricación de las vigas en fábrica ( las vigas que se montan en taller están compuestas por el alma, las platabandas superior e inferior, las células superior e inferior, los rigidizadores y parcialmente los mamparos de pilas o estribo.
2. Transporte de las vigas a obra.
3. Montaje en el parque de montaje de las dovelas en obra (en el estribo E1 de al menos dos y en el estribo E2 de al menos 4.
4. Empuje de las dovelas
5. Cierre de tablero a 4.100 mm de la pila 10
6. Gateo del puente para traspasarlo de los apoyos provisionales a los apoyos definitivos.

La instalación se ha previsto realizar básicamente empujando mediante unos gatos hidráulicos para cable, situados en la parte trasera de la estructura, el punto fijo de



estos cables estaría anclado a los estribos. Estos cilindros empujarán la estructura metálica hacia la pila Nº 1, la cual desliza sobre unos apoyos provisionales de teflón y es guiada lateralmente por rodillos. Para sobrepasar las pilas se ha previsto una pequeña nariz donde llevaría dos cilindros hidráulicos y un boogie para rodadura.



Las operaciones realizadas han sido las siguientes:

### 1. Parque de armado y montaje de estructura metálica

Para el armado del Puente se previó depositar las vigas principales sobre unos apoyos provisionales metálicos, elevando estas del suelo 1,5 mts de forma que pudiera caber en altura el elemento de deslizamiento; posteriormente se unieron entre ellas por las celosías de vigas y los mamparos de pilas. Para apoyo de los dados metálicos fué necesario construir una base de hormigón con ancho 1500 y altura según las características del terreno, la longitud de esta base era de 190 mts desde estribo, el peso a soportar es de 313 Tm cada una de parte metálica más el peso de la zona de hormigón, tanto de fondo como de tablero aprox. 470 Tm más, es decir un total de 783 Tm, apoyada en 18 dados metálicos de  $1 \text{ m}^2 = 43,5 \text{ Tm}$  por dado.

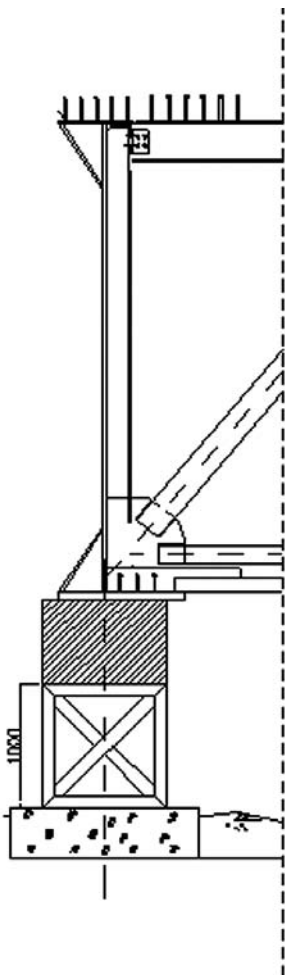


Gráfico 1.

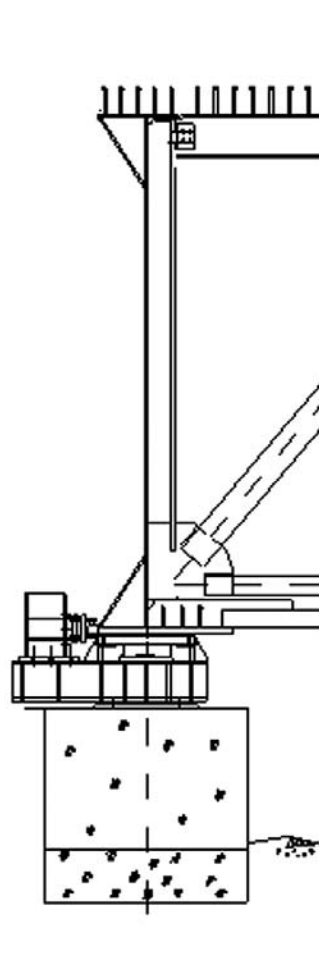


Gráfico 2.

Alineado con las vigas de apoyo de los soportes metálicos se construyeron unos dados de hormigón para situación de los apoyos deslizantes, en número de 4 por alineación es decir, 8 unidades. Estas mismas estructuras además del elemento de deslizamiento lleva el de guiado lateral, con apoyos deslizantes basculantes, un eje en sentido transversal al puente. En la parte superior de estos apoyos se instalaron unas almohadillas de neopreno-teflón, de forma que el ala inferior de la viga y estas almohadillas estuvieran en contacto. Además de este elemento de deslizamiento durante el empuje extendió una grasa especial con silicona para disminuir el rozamiento, consiguiendo un rozamiento en torno al 3%.

En la parte trasera de la estructura montaron unos apoyos con rodillos o boogies, de forma que a cada salida de la estructura sobre el apoyo deslizante no se produjeran movimientos bruscos.

### 2. Cilindros hidráulicos de tiro

El empuje de la estructura desde el parque de fabricación hasta las pilas se hizo con gatos sobre la parte trasera de tramo a lanzar; estos cilindros son para cables y mediante embolada empujan la estructura y la retenida de los mismos está situada sobre una estructura metálica provisional fijada en el estribo.

Al cambiar el peso de la estructura a lanzar, ya que en un principio se había previsto únicamente lanzar la parte metálica y el fondo de hormigón, y posteriormente se le añadió el tablero superior con un aumento de peso muy considerable, se han empleado 3 gatos para empuje de 500 Tm cada uno y dos gatos para retenida situados también en la estructura auxiliar del estribo. Cada embolada de los gatos de empuje son de 40 cms y cada ciclo tirón recuperación de carrera dura aproximadamente 1 minuto.

### 3. Guiado lateral de la estructura

Para guiar lateralmente la estructura se utilizará unos rodillos situados sobre la misma estructura de los apoyos deslizantes, que impiden las desviaciones laterales de la estructura.

### 4. Paso de pilas

La deformación de la estructura según datos facilitados es de 60 a 70 cm, Para absorber esto se construyó una "nariz" donde montados dos cilindros hidráulicos y un boogie para rodadura (ver plano, pico para paso de pilas). La operación consistió en una vez situada esta nariz sobre la pila, bajar el cilindro primero N° 1 y recuperar la flecha empujando hacia arriba sobre la pila. Una vez

conseguido esto se bajó el boogie que rodaba sobre una chapa embebida en el dintel, la estructura hasta que esté situada sobre los apoyos deslizantes. A continuación baja el segundo gato para recuperar la altura primitiva del boogie posteriormente bajar y transferir la estructura a los elementos de deslizamiento.

#### **5. Acceso en vigas próxima a lanzamiento**

Se construyeron dos accesos durante el lanzamiento: el acceso a la zona inferior de la viga, para ello se construyeron unos pasillos protegidos para acceder a los gatos y boogies, dando acceso a una plataforma perimetral a la pila que se dejó montada al terminar la trepa de cada pila. Así mismo se podrá acceder a esta plataforma desde la parte superior del tablero mediante una escalera protegida.

#### **6. Acceso a aparatos de apoyo definitivos**

Se construyeron unos balcones con escalera con acceso al dintel de cada pila. Estos elementos se anclaron al dintel de cada pila mediante una estructura especial que permite acceder desde el tablero a las pilas por su zona exterior.

#### **7. Alineación y unión de ambos lanzamientos**

Como ya se ha comentado, el lanzamiento se hizo por ambos extremos quedando la del estribo N° 2 sobre la pila 10 y la del estribo 1 sobre el vano entre la pila 9 y 10, dadas las flechas por peso propio en este tramo se montó sobre las propias vigas principales un sistema igual a pico o nariz de lanzamiento, es decir una estructura en voladizo con un gato hidráulico y un boogie montado sobre husillo. El gato empujaba sobre la viga 10 e izaba la primera dovela empujada. A continuación se acercaron mediante los husillos el boogie para que rodase sobre la viga 10 igualándose y alineándose ambas cabezas.

#### **Ventajas de la construcción de un tablero mixto**

#### **Ventajas de la solución de tablero mixto**

Como resumen de la descripción anterior de la propuesta de tablero mixto se indican esquemáticamente las posibles ventajas de la alternativa mixta que se presenta sobre la solución de hormigón del proyecto original:







1. La fabricación en taller de la parte metálica de la sección se realiza en talleres especializados que garantizan un mayor control de calidad y de plazos que la ejecución "in situ" del hormigón. Esto se conjuga muy bien con los objetivos perseguidos en la construcción de las Líneas de Alta Velocidad en España:

- garantía en control de calidad
- garantía en control de plazos

2. La posibilidad de poder contemplar como viable el proceso constructivo de empuje del tablero, dado su menor peso y flexibilidad, que elimina los inconvenientes que dicho sistema tiene en la solución de hormigón, lo que obligó a elegir el sistema de autocimbra para el proyecto original, sistema que tiene implícitos los inconvenientes de menor garantía de control de calidad y de cumplimiento de plazos de una solución "in situ".

El sistema constructivo de empuje de tablero metálico requiere de unos medios auxiliares (gatos y obra civil de parque de empuje menores) menores que los de las soluciones de hormigón, ampliando el abanico de empresas constructoras con posibilidades y medios de ejecutarlo, especialmente también frente al sistema de autocimbra que requiere de un desembolso en la adquisición y diseño de la misma, no fácilmente asumible por todas las empresas constructoras.

3. El sistema de empuje planteado, con la sección metálica y el hormigón inferior ya ejecutado, e incluso las prelasas superiores dispuestas, reduce al mínimo las operaciones posteriores al empuje, mejorando plazos y calidad de ejecución de la obra. Por otra parte, la estructura empujada resulta perfectamente accesible y visitable por el interior, permitiendo un fácil acceso al frente de empuje de operarios y medios auxiliares.

4. La consideración de la tipología de cajón estricto con doble acción mixta conduce a una sencillez en su construcción tanto de las partes metálicas en taller (reduciendo al mínimo las soldaduras en obra), como del resto (prelosas prefabricadas inferiores, y superiores). Esta tipología supone una adaptación muy positiva y favorable, de la solución bijácena francesa, que con la inclusión de la técnica de la doble acción mixta española, abre una nueva tipología de gran futuro y competitividad.

5. La reducción en costes de aparatos de apoyos, armaduras de pilas, cimentaciones y fuerzas de sismo a disipar debido a la reducción del peso propio del tablero.

6. La reducción en las carreras máximas de los aparatos de dilatación de vía a disponer como consecuencia de la reducción en las deformaciones al 60% / 70% de las obtenidas por los tableros pretensados de hormigón, lo que reduce muy significativamente un problema que preocupa a todas las Administraciones de las líneas de Alta Velocidad europeas: las seguridad y costes de mantenimiento de sistemas de dilatación de vía con grandes carreras de apertura/cierre de juntas.

7. Abre la línea para consolidación y futuros desarrollos de una tipología estructural nueva, tecnológicamente avanzada y muy competitiva, de carácter "nacional", que puede resultar incluso más ventajosa que la mundialmente aceptada solución bijácena francesa y, por lo tanto, potencialmente exportable, fabricada incluso desde nuestro país, en un futuro próximo caracterizado por fuertes inversiones en infraestructuras ferroviarias en Europa del Este, Asia Oriental y Sudamérica.

Adicionalmente a estas ventajas debe señalarse el comportamiento a un nivel tan adecuado como la solución de hormigón en lo relacionado con los siguientes aspectos:

8. Adecuado comportamiento dinámico del tablero frente a las cargas ferroviarias con fenómenos de amplificación dinámica ligeramente superiores a los de los viaductos de hormigón, pero muy alejados de los límites establecidos por la normativa (flechas dinámicas y aceleraciones).

9. Mantenimiento de los estándares de durabilidad y mantenimiento adoptados para la solución de hormigón, con el uso del acero tipo CORTEN que no necesi-

ta de ninguna protección exterior con garantías de autoformación de la capa exterior de óxido protectora por causa de las adecuadas condiciones climáticas en nuestro país.

10. Adecuado comportamiento frente a los riesgos de fatiga que se consiguen mediante un estudio exhaustivo de todos los detalles de uniones y encuentros que, garantizan categorías de detalle elevadas. ♦

**FICHA TÉCNICA**

<b>Título del Proyecto:</b>	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA. LÍNEA FERROVIARIA DE ALTA VELOCIDAD ENTRE CÓRDOBA Y MÁLAGA.
<b>Tramo:</b>	Túnel de Abdalajís - Álora.
<b>Subtramo:</b>	Viaducto sobre el Arroyo de las Piedras.
<b>Longitud:</b>	3,98 Km.
<b>Presupuesto:</b>	40.199.224,08 euros.
<b>Estructura:</b>	-1.210 m de longitud. -20 vanos de 50,40 m ( vano 1), 44,00 m (vano 19), 35,00 m (vano 20) y el resto de 63,50 m (17 vanos). -Tablero mixto de acero cortén y hormigón, de 14 m de anchura y 4 de canto (esbeltez 1 / 16). -19 pilas de entre 18 y 94 m de altura, 6,70 de ancho y canto variable con 2,50 m en coronación.
<b>Sistema constructivo:</b>	-Pilas ejecutadas por encofrado trepante. -Tablero ensamblado en estribos y empujado mediante gatos hidráulicos hasta su unión a 4 metros de la pila 10, sobre el arroyo, a 97,5 m de altura. -Losas superior e inferior formadas por prelosas de hormigón armado colocadas en estribos (salvo sección central), y completadas in situ según secciones tipo. -Ferrallado, hormigonado de la losa superior, y cierre de la sección central ejecutados in situ sobre la propia losa.
<b>Otras estructuras:</b>	- Muro de contención en desmonte de 700 metros de longitud y 7 metros de altura máxima (desde cota de cuneta de pie) ejecutado con pantalla de pilotes de 1 metro de diámetro y revestimiento de gunita con fibra dramix de refuerzo.
<b>Gerente A.D.I.F.:</b>	Antonio Navas Montes
<b>Director de obra A.D.I.F.:</b>	Jesús de la Fuente González
<b>Delegado del contratista:</b>	Pantaleón Zamora Corchero
<b>Jefe de obra:</b>	Roberto Gómez Ortega
<b>Jefe de producción:</b>	Juan José Salmón Martínez
<b>Jefe de Oficina Técnica:</b>	Vicente León Rodríguez
<b>Encargado general:</b>	Francisco Piqueras Chicharro
<b>Jefe administrativo:</b>	Francisco Parejo Espinar
<b>Mediciones generales:</b>	
Volumen de desmonte	729.713,62 m <sup>3</sup>
Volumen de terraplén	524.699,94 m <sup>3</sup>
Acero corten en estructura mixta	3.841.805,39 kg
Acero laminado en estructura mixta	196.648,36 kg
Acero en losas superior e inferior de tablero B500SD	1.199.984,48 kg
Acero en pilas B500SD	2.669.923, 68 kg
Prelosa nervada sobre tablero.losa superior	16.962,400 m <sup>2</sup>
Prelosa nervada en tablero.losa inferior	2.338,26 m <sup>2</sup>
Prelosa plana en tablero. Losa inferior	3.353,95 m <sup>2</sup>