

## ACCÉSIT 1996

# Autovía de Extremadura Tramo: Almaraz Este - Jaraicejo Sur Túneles de Miravete y Puente sobre el río Tajo

[ *Cáceres / ESPAÑA* ]

Por

Manuel Juliá Vilardell  
y Antonio Moreno Ontañón

### RESUMEN

Los túneles de Miravete y el viaducto sobre el río Tajo constituyen las dos obras más singulares comprendidas en el Proyecto de Autovía de Extremadura. CN-V de Madrid a Portugal por Badajoz.

Tramo: Almaraz Este - Jaraicejo Sur. Cáceres.

Los túneles son paralelos y de 1.141 y 1.154 m de longitud respectivamente y separados 36 m entre ejes. Están diseñados para un tráfico unidireccional con dos carriles de 3,50 m., arcenes de 1,00 m. y aceras de 0,80 m.

El viaducto cruza el Tajo en la cola del embalse de Torrejón, con una longitud de unos 500 m.

Es un puente construido por avance en voladizo y que con sus 175 m. de vano principal, es el de mayor luz construido en la actualidad en España, por el procedimiento indicado.

### ABSTRACT

The tunnels of Miravete and the viaduct over the Tagus are the two most outstanding constructions undertaken in the project of the Extremadura highway, the CN.V from Madrid to Portugal via Badajoz in the stretch Almaraz East - Jaraicejo South, Cáceres.

The tunnels are parallel, respectively 1.141 and 1.154 m. long with a separation of 36 m. from their axes.

The are designed for one-way traffic with two 3,50 wide lanes, 1,00 m. borders and 0,80 m. sidewalks.

The 500 m. long viaduct crosses the Tagus at the tail end of the Torrejón dam. It is a bridge built by cantilever and its main span of 175 m. is the longest in Spain to be constructed by this method.

## INTRODUCCIÓN

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

El "Viaducto sobre el Río Tajo" y los "Túneles de Miravete" constituyen dos de las obras singulares del Proyecto de "Autovía de Extremadura. CN-V de Madrid a Portugal por Badajoz. P.K. 190 al 232,5. Tramo: Almaraz-Este - Jarraicejo Sur. CÁCERES", que promovida por el Ministerio de Fomento a través de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura, ha llevado a cabo la Empresa CUBIERTAS Y MZOV, SA.

La longitud total de la obra es de 37,6 Km, lo que significa un acortamiento de aproximadamente 5 Km con respecto al trazado antiguo. La sección transversal de la autovía consta de dos calzadas, con dos carriles cada una de una anchura global de 10,5 metros, separadas entre sí por una mediana a una distancia de 11 ó de 4 m, según los tramos, con barrera rígida central. El paquete de firmes, sección tipo 123, del catálogo de firmes 6.1.1.C, está constituido por explanada tipo E.2,20 cm de suelo cemento y de 25 cm de mezclas bituminosas en tres capas.

El presupuesto líquido vigente de la totalidad de las obras es de 17.500 Millones de pesetas, con los siguientes volúmenes significativos: Excavación, 4.200.000 m<sup>3</sup>; Terraplenes, 3.300.000 m<sup>3</sup>; Hormigón 200.000 m<sup>3</sup>; Aglomerado, 520.000 Tn; Acero básico 5.500.000 Kg; Acero de postensado, 500.000 Kg y Vigas prefabricadas 9.800 ml.

### OBRAS DE FÁBRICA

En esta zona aparecen importantes accidentes orográficos, como son los ríos Tajo y Almonte, el arroyo de la Vid y el macizo de la Sierra de Miravete, lo que ha obligado a proyectar y construir numerosas estructuras, entre las que destacan las del título, los túneles gemelos de Miravete y el Viaducto sobre el Río Tajo que con su vano principal de 175 metros, es el de mayor luz construido hasta la fecha en España por el procedimiento de avance en voladizo.

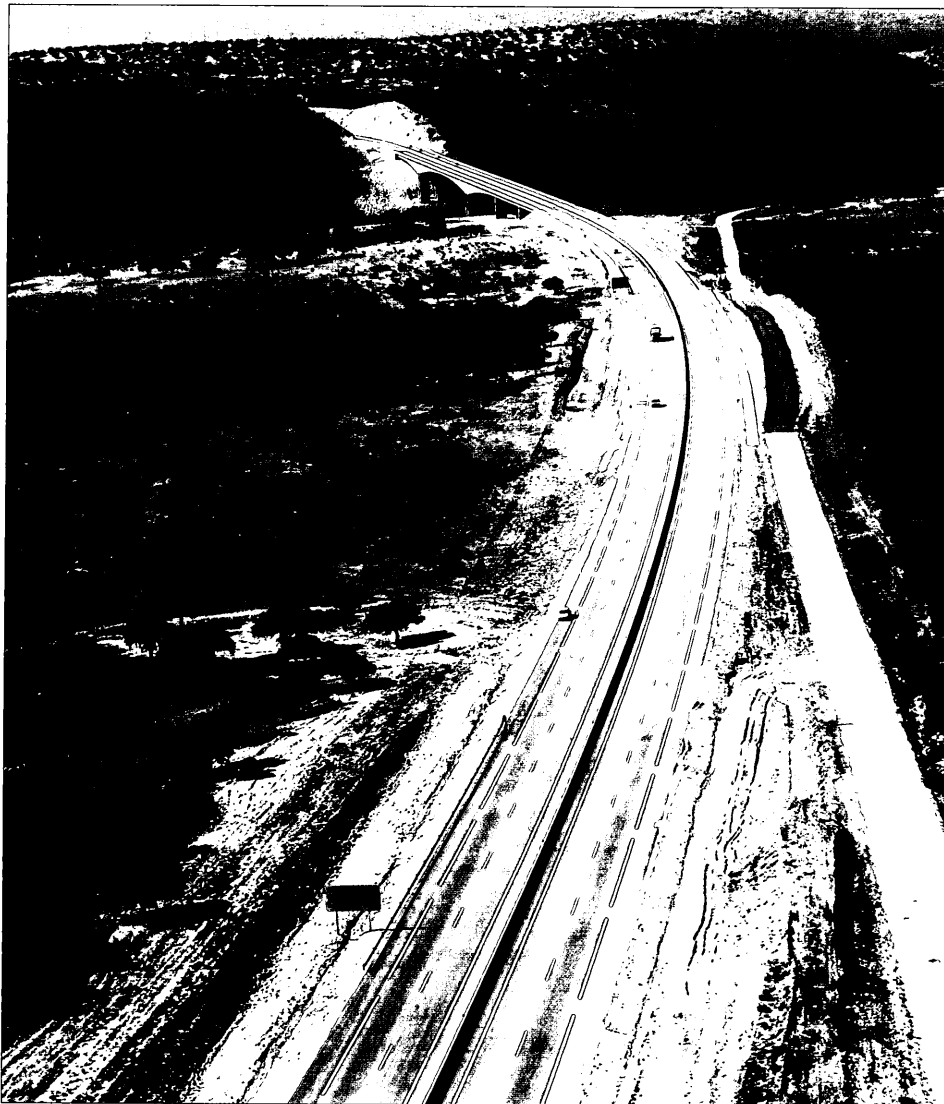
Para la permeabilidad transversal de la Autovía se proyectan 31 estructuras: 13 Marcos, 7 Puentes de Vigas (Pasos Inferiores) y 11 Puentes de tipo losa de hormigón armado y pretensado (Pasos Superiores).

Existen quince pasos de mediana que permiten la circulación en caso de avería o accidentes en cualquier tramo, y la conexión con las poblaciones existentes a ambos lados de la traza se hace mediante ocho enlaces, la mayoría tipo diamante.

### GEOMORFOLOGÍA DEL TRAMO

En el tramo de Autovía se dan cuatro unidades geomorfológicas bien definidas.

**Penillanura de la zona de Almaraz, hasta el río Tajo.** Se trata de relieves llanos o suavemente ondulados que corresponden a depósitos terciarios y puntualmente terrazas fósiles del Tajo. Esta





superficie fosiliza un relleno anterior y está surcada por pequeños arroyos de escaso encajamiento. Se sitúa entre 200 y 300 metros de altitud.

**Penillanuras de erosión del Precámbrico situadas entre el Río Tajo y la Sierra de Miravete, y en las proximidades de Jaraicejo.** Constituyen zonas penneplanizadas, formadas por materiales del Precámbrico. Es de significar el encajamiento de su red fluvial que confiere a estas zonas una geometría de continuas lomas adosadas entre ellas. Las cotas se mantienen en torno a 300 y 450 metros de altitud.

**Unidad Paleozóica de la Sierra de Miravete.** Constituye el relieve más sobresaliente, formado por una serie masiva de cuarcitas en "Facies Armoricana". Estas alineaciones cuarcíticas articulan crestas y valles paralelos según las direcciones NW-SE de los plegamientos Hercínicos y dominan ampliamente el paisaje. Las cotas máximas llegan a 850 metros sobre el nivel del mar.

**Plataforma del Neogeno Continental hasta Jaraicejo.** Esta Unidad constituye una superficie subhorizontal que se dispone al pie de la ladera Sur de la Sierra de Miravete, en suave descenso al alejarse de ella. Corresponde al "glacis de acumulación" denominado "Raña", formado por sedimentos detríticos situados entre 600 y 500 metros de altitud.

#### IMPACTO AMBIENTAL

Una de las razones que han influido en la solución adoptada ha sido la de reducir al mínimo la alteración del hermoso paisaje natural por la que discurre el tramo, lo que ha influido decisivamente en la situación de los túneles y en las medidas medio ambientales que se han puesto en práctica durante la ejecución de las obras. Estas últimas consisten en la adecuación y disimulo de vertederos, la restitución de laderas, la

recuperación de los cauces de los ríos y el tratamiento estético de las trincheras, empleando 600.000 m<sup>2</sup> de hidrosiembra, 250.000 árboles y arbustos y 90.000 m<sup>3</sup> de tierra vegetal.

## LOS TÚNELES DE MIRAVETE

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se trata de dos túneles paralelos de 1.141 y 1.154 metros de longitud respectivamente, separados 36 metros entre ejes. El trazado en planta se ajusta a una curva circular de radio 2.400 metros y en alzado tiene una pendiente longitudinal del 3%, emboquillando en sus bocas Norte a 556,50 metros sobre el nivel del mar.

Los túneles están diseñados para un tráfico unidireccional, con dos carriles de 3,50 metros, arcenes de 1,00 metro y aceras de 0,80 metros. La sección tipo interior es circular con un radio de 5,70 metros y una altura del centro sobre rasante de 2,185 metros. El gálibo sobre el borde exterior del arcén es de 5,68 metros y la altura máxima en el centro de la sección es de 7,89 metros.

Entre los dos túneles gemelos se ha excavado una galería de comunicación, con capacidad para el paso de camiones. Los túneles disponen de ventilación forzada y de control de tráfico por televisión, iluminación interior y exterior, aforo de tráfico, detección, extinción de incendios, postes S.O.S. y paneles alfanuméricos para aviso de incidencias.

Todas las instalaciones se controlan, procesan y analizan desde un edificio construido para dichas actuaciones y desde el que el personal puede tomar las decisiones en caso de que emergencias o circunstancias especiales lo requieran.

## GEOLOGÍA

Los túneles atraviesan la "Unidad Paleozóica de la Sierra de Miravete". Sus aproximaciones tanto Norte como Sur están en la "Penillanura Precámbrica", recubierta así por glaciares y derrubios de ladera.

Los materiales atravesados corresponden exclusivamente al Paleozóico. Se trata de sedimentos terrígenos del Cámbrico y Ordovícico que forman parte del sinclinal NW-SE de la Sierra de Miravete.

Desde el punto de vista litológico son bancos y capas de pizarras, pizarras arenosas y areniscas, de edad Cámbrica y ortocuarcitas Ordovícicas en "Facies Armoricana", masivas o con intercalaciones de niveles pizarroso-sericíticos. La excavación se realiza en su gran mayoría en las cuarcitas ordovícicas, debido a que buena parte del trazado coincide en los flancos y núcleos del sinclinal. En total se atraviesan, desde el extremo Norte, 750 metros de esta roca, y salvo variaciones en la orientación de los estratos y presencia de alguna fractura de entidad, prácticamente se mantienen las mismas características geológicas.

Los materiales Cámbricos constituyen por así decirlo la base del sinclinal y como tal su situación coincide con los extremos del Túnel, si bien tan solo son atravesados en el lado Sur a lo largo de los 400 metros restantes.

## HIDROGEOLOGÍA

Las cuarcitas favorecen la circulación del agua por su entramado de discontinuidades. En esta zona son frecuentes las humedades y goteos (muy puntualmente llegan a ser lluvia), que se reparten con desigual intensidad por todo el hueco generado. Coincidiendo con la mayor fracturación a mayor escala y especialmente en aquella que pre-



senta brechas y rellenos arcillosos es frecuente observar un incremento en la circulación de agua. En estos casos hay mayor concentración de zonas de humedad y goteo; aquí el flujo de agua no constituye caudales visibles, pero el conjunto de todos ellos da lugar a circulación por la plataforma.

Por el contrario en el sector excavado en pizarras y areniscas la presencia de agua es ocasional y localizada. Esto se reduce a la zona de boquilla, debido a las precipitaciones que puedan caer en el exterior y que favorecidas por la escasa montera y los efectos de las voladuras percolan al interior. A todas luces este tramo del Túnel se ha comportado como impermeable y en estado seco.

#### GEOTÉCNIA

Se trata de asignar a la roca un índice de calidad a partir de la cuantificación de una serie de parámetros utilizados en la clasificación de BIENIAWSKI y de todos aquellos datos que de una manera u otra incidan en el comportamiento geotécnico del macizo o de un

punto concreto de éste. Con ello se provoca mediante excavación una situación distinta a la de su estado natural, a la vez que se estima el sostenimiento necesario para restituir las propiedades de estabilidad disminuidas con dicha excavación.

Con todo ello y con los cambios en la disposición estratigráfica, la respuesta de la roca ante los esfuerzos tectónicos (fallas, diaclasas y pliegues) y demás propiedades del macizo, se definen cuatro comportamientos geotécnicos.

Cuarcitas masivas, que desde el punto de vista geotécnico constituye la situación litológica más favorable al no incidir apenas en la estabilidad y comportamiento del terreno excavado.

Niveles de pizarras, intercalados con frecuencia en los 750 metros excavados en roca cuarcítica con repercusión en la calidad de roca y excavación.

Fracturas con relleno arenoso-arcilloso, las fallas atravesadas han coincidido en cuarcitas y las zonas afectadas no han superado los 3-4 metros de potencia. Desde el punto de vista de la estabilidad del terreno en estos puntos se han

producido las situaciones de máxima conflictividad, debido principalmente a su naturaleza deleznable y a la incertidumbre en el comportamiento.

Pizarras areniscas y cuarcitas. Las alternancias atravesadas en la Boca Sur, apenas si han presentado conflictividad a la hora de realizar en ellas labores subterráneas de arranque. Desde el punto de vista geotécnico, la naturaleza del propio sedimento y su disposición casi perpendicular a eje de los Túneles, con buzamiento subvertical, ha favorecido el comportamiento geomecánico.

#### CLASIFICACIÓN Y SOSTENIMIENTO

La clasificación de los materiales se resumen en el cuadro.

El diseño estructural se ha realizado de acuerdo con los criterios del Nuevo Método Austriaco que define los sostenimientos recomendados en base a diversas consideraciones y clasificaciones geomecánicas.

En la fase de ejecución, la aplicación de estas mismas clasificaciones mecánicas y el comportamiento del terreno

#### CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA DE BIENIAWSKI (RMR)

	Cuarcita masiva		Cuarcitas con niveles de pizarra		Pizarras areniscas y cuarcitas	
1. Resistencia de la roca sana	12	7	12	7	7	4
2. RQD	17	13	17	13	4	2
3. Separación entre diaclasas	10	8	10	8	10	8
4. Estado de las diaclasas	25	20	20	10	20	10
5. Agua	10	7	10	7	15	15
Corrección por orientación diaclasas	-12	-10	-10	-5	-5	-5
<b>Valoración RMR</b>	<b>62</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>51</b>	<b>34</b>
<b>Clase</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>Calidad</b>	<b>Buena</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media 60%</b>	<b>Mala 40%</b>





bloques de hormigón y revegetación con especies autóctonas.

La excavación, de 100 m<sup>3</sup> por metro de avance, se ha realizado desde los extremos de los Túneles (Bocas Norte y Sur) con cuatro frentes de ataque al encuentro en una zona intermedia de la sierra, en dos fases, avance y destroza, según el nuevo Método Austriaco, con el empleo de explosivos. Se ha terminado completamente cada frase antes de empezar la siguiente.

En el avance se ha empleado el cuele canadiense y obtenido un rendimiento medio de 25 metros por semana y túnel, con pases máximos de 4 metros. La destroza se ha acometido con varios sistemas, frente completo, frente alterno y zanja central con bancos laterales, con rendimientos medios de 60 metros por semana y túnel.

observado "in situ", permitieron optimizar el sostenimiento modificando o respetando el proyecto inicial según los condicionantes del terreno. El sostenimiento depende del tipo de terreno, y consiste básicamente en cerchas de perfil omega, bulones de 4 metros de longitud y 25 mm de diámetro con separaciones variables según el terreno, y dos capas de hormigón proyectado, una de ellas reforzada con fibras.

de fragmentos de roca que pudieran caer en los desmontes frontales y laterales.

Para evitar desprendimientos y mejorar el aspecto se realizó principalmente en las bocas Sur, una completa protección de los taludes, con muros de

#### IMPERMEABILIZACIÓN Y REVESTIMIENTO

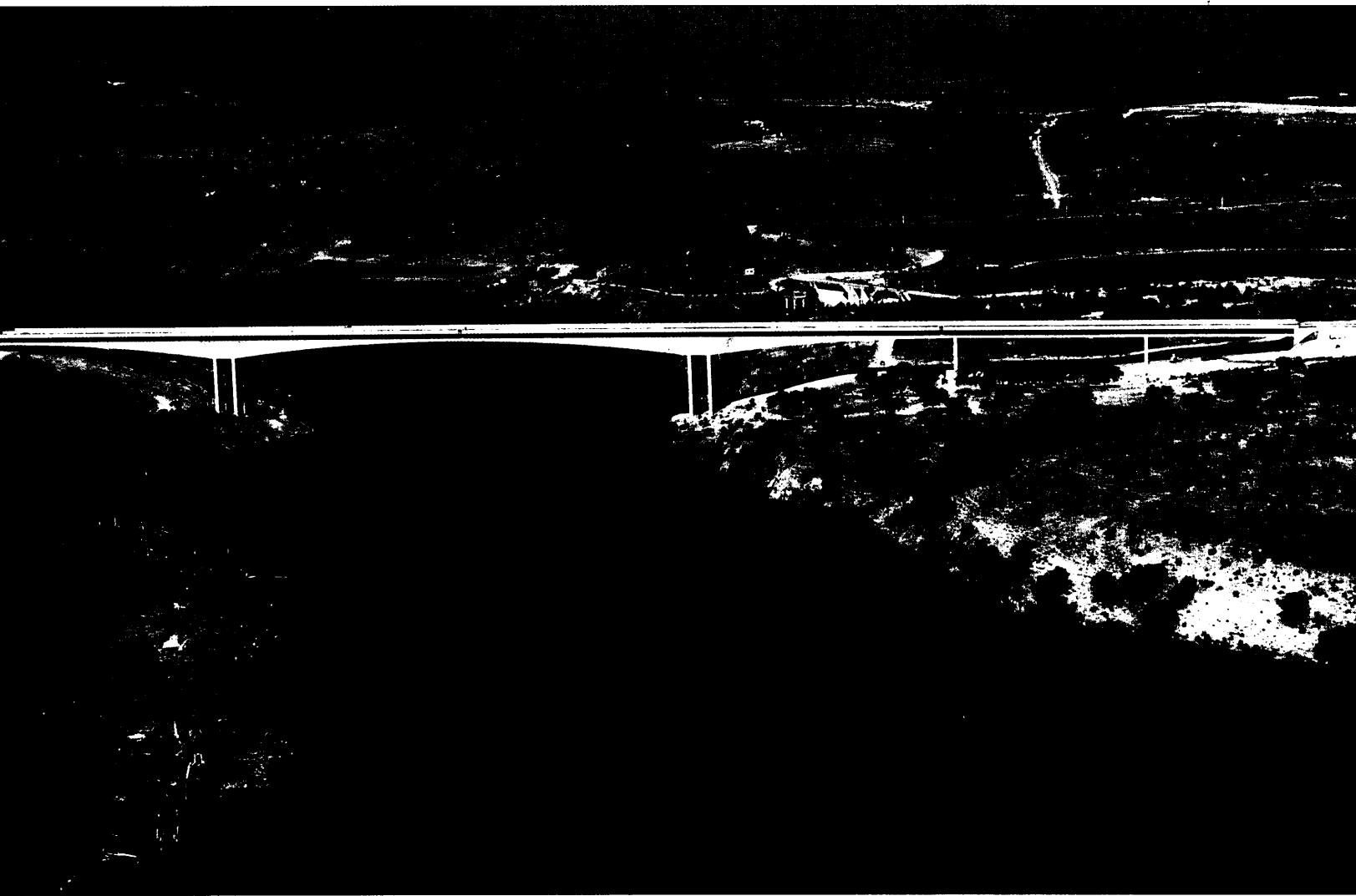
Una vez ejecutadas las fases anteriormente descritas, se procedió a la ejecución de zapatas, sobre las que apoyan las vías que sirven de sustento a dos ele-

#### EMBOQUILLES Y EXCAVACIÓN

En los emboquilles se realizó en el talud frontal del desmonte de acceso un tratamiento de la superficie que bordea la sección a excavar, consistiendo en la realización de tres coronas concéntricas espaciadas entre sí un metro en las que mediante la inserción de elementos metálicos, se sostenía el terreno en el contorno externo de la sección del Túnel. A continuación se construye un falso túnel de 12,50 metros que protege a ésta y evita la caída







mentos fundamentales en el proceso, constituidos por el carro galibero y el carro de encofrado. Por medio del primero se garantizan las características geométricas mínimas establecidas en proyecto, constituyendo a la vez una plataforma de trabajo idónea para proceder a las labores de colocación de la lámina impermeabilizante.

Mediante el segundo se procede al revestimiento de hormigón previsto, con un espesor mínimo de 25 cm. Este carro, de fabricación austriaca, muy robusto y avanzado, es autoportante y con una longitud de 12 metros ha permitido obtener rendimientos semanales de hasta 112 metros.

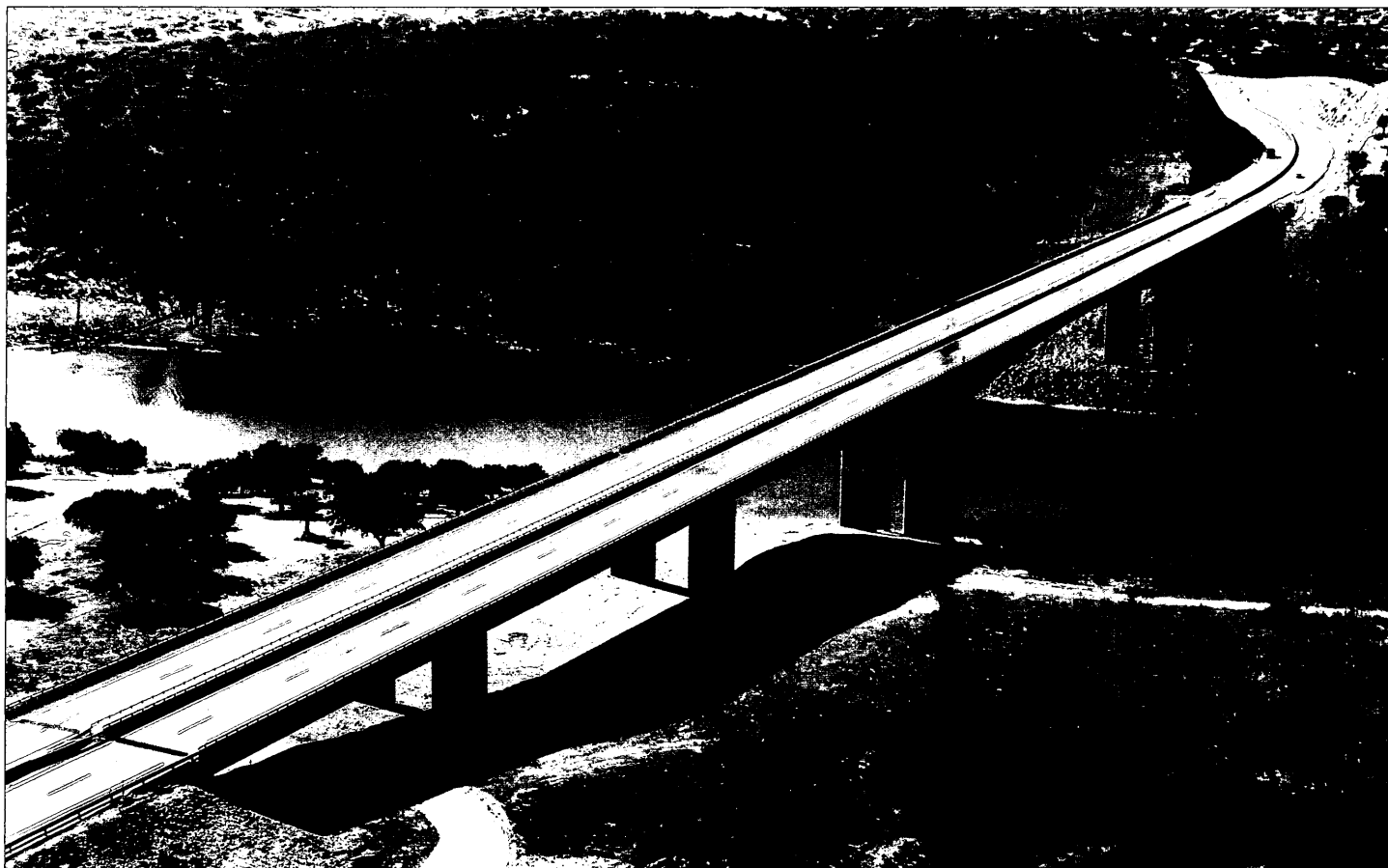
## **EL VIADUCTO SOBRE EL RÍO TAJO**

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La Autovía atraviesa el Río Tajo en la cola del embalse de Torrejón, donde el río se ensancha y tiene una profundidad importante, del orden de los 15 metros, que se mantiene con muy pequeñas variaciones a lo largo del año, por las necesidades de servicio del embalse. Por esta razón se decidió proyectar un viaducto con avance por voladizos sucesivos, desligado del río, con una luz tal que permitiera realizar en seco las cimentaciones de las pilas en las ori-

llas. Con este criterio surgió la luz de 175 metros para el vano principal a unos 35 metros de altura sobre el valle, lo que obliga a que las calzadas discurren sobre estructura unos 500 metros de longitud. Para conseguir la mejor calidad de circulación posible, se eliminaron las juntas y así la estructura resultante es continua, con una longitud total de 468 metros y cinco vanos de 50, 65, 90, 175 y 89 metros, en el sentido de Madrid a Badajoz.

El trazado en planta es recto en la zona próxima al río, transformándose en una clotoide sobre los vanos de acceso. La separación física que tienen las calzadas en tierra, se mantiene en las es-



estructuras, por las que todas ellas, incluida la del Río Tajo, son en realidad dos gemelas colocadas en paralelo, que se han construido de forma sucesiva, completando totalmente la de la calzada izquierda antes de proceder con la de la derecha.

#### CIMENTACIÓN, ESTRIBOS Y PILAS

Todas las cimentaciones son directas, sobre la roca que aflora a escasa profundidad; su ejecución fue sencilla pues se excavaron sin necesitar apenas agotamiento. Las zapatas de las pilas de las márgenes son de 12x20 metros en planta y de 3 metros de espesor.

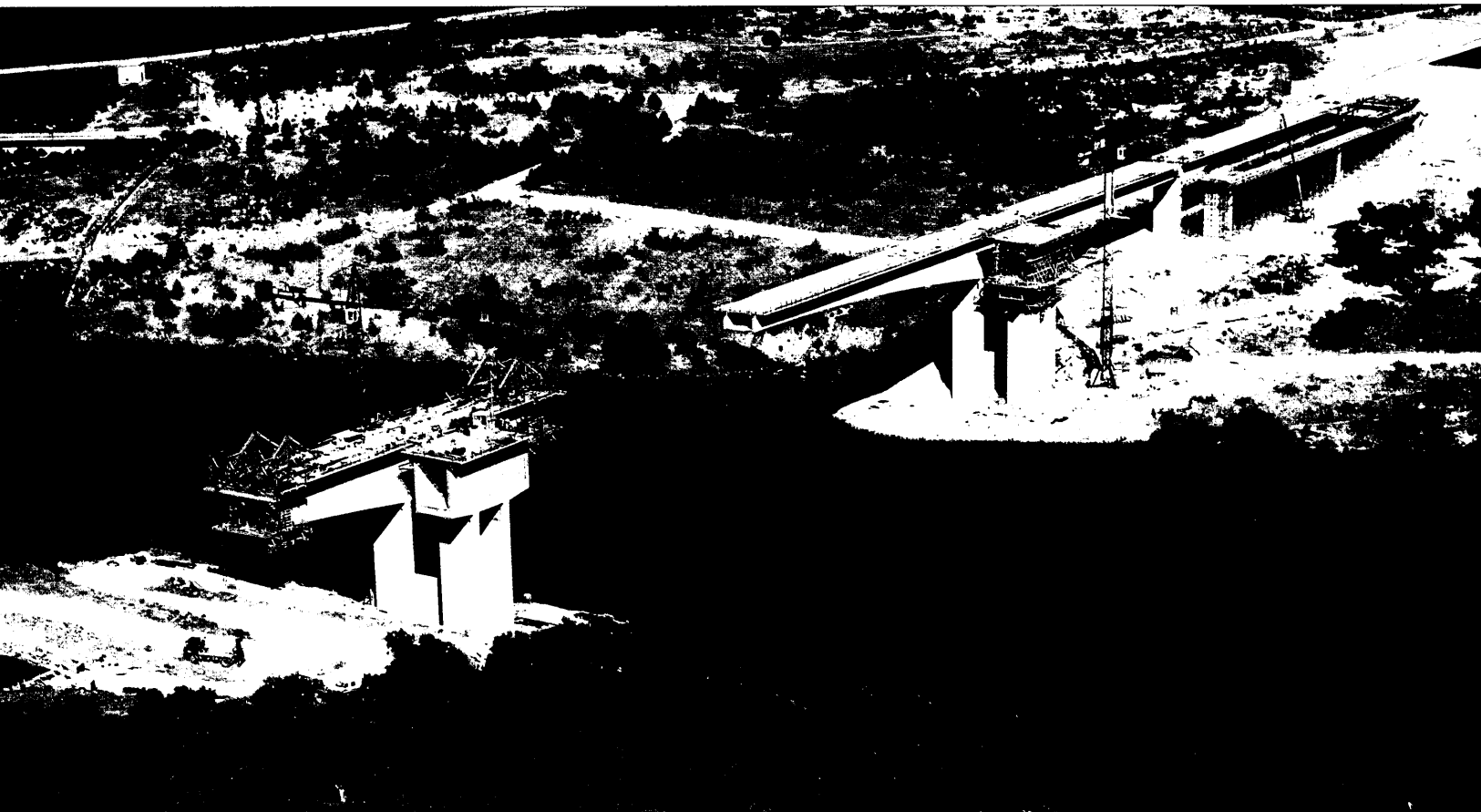
Los estribos son de hormigón armado con una altura de unos 8 metros sobre el nivel del suelo, de los que 3,25 están ocupados por el apoyo de los extremos del tablero. El del lado Badajoz

lleva adosada una galería transversal en el intradós del muro, que permite el acceso al interior de los tableros.

Las pilas son unos tabiques de 6 metros de ancho y 1,40 metros de espesor constante en toda la altura, con un solo elemento en las pilas de los accesos y con doble tabique en las de las orillas. Con esta tipología se obtienen las conocidas ventajas de flexibilidad longitudinal, rigidez al giro y autoestabilidad en las fases constructivas, con la estructura en voladizo sin unir al resto. A pesar de que su altura de 35 metros no es muy importante, los sistemas estructurales se analizaron mediante un algoritmo de cálculo doblemente no lineal para estructuras hiperestáticas espaciales de hormigón, desarrollado por el autor del proyecto, que aseguró su estabilidad bajo acciones de descompensación de cargas y viento, durante

las etapas de construcción y en servicio. El enlace estructural entre el tablero y los dobles tabiques se ha realizado mediante un diafragma en forma de "v" invertida, de espesor variable entre 1,40 y 0,70 metros, de hormigón armado que tiene el ancho interior del cajón, dejando un hueco central para el paso. Para mantener la unidad formal de toda la infraestructura, las pilas de los tramos de acceso se han resuelto con un solo tabique de las mismas características que en las pilas principales, pero esta vez sin empotrar en el tablero, que es recibido a través de apoyos puntuales de cajas de neopreno deslizable.

Las pilas se construyeron utilizando encofrados trepantes, por módulos de 5 metros de altura, con ayuda de una grúa torre. Se efectuaba una trepa a la semana.



## TABLERO

El conjunto del puente puede dividirse en tres subestructuras claramente diferenciadas por su geometría, su forma de evolucionar a lo largo del tiempo y su procedimiento constructivo, que terminan uniéndose para generar la estructura continua final. Por una parte están los dos tramos sobre la orilla del lado Madrid, con canto constante, que pasan por una primera etapa de viga continua de dos vanos con una longitud de 105 metros, construida sobre cimbra apoyada en el terreno, tubular convencional, que, después de la puesta en tensión de los cables de la primera fase, ha podido ser retirada inmediatamente. Y, por otra, los dos módulos de 172 metros de longitud, de canto variable que arrancando de cada una de las pilas de la orilla, actúan en voladizo hasta el momento del

cierre de las uniones entre sí y con el resto. Estos vanos son los de mayor luz construidos hasta ahora en España por el procedimiento indicado. Cada uno de estos módulos se construye hormigonando una dovela sobre pilas, y otras 18 dovelas a ambos lados de aquélla.

La sección transversal está formada por un cajón monocelular en cada sentido, con un ancho inferior de 6 metros y una losa superior de 10,50 metros. El canto es variable entre 8,75 metros en los apoyos del tramo principal y 3,25 metros en la clave, en los vanos de acceso lateral y en estribos.

## DOVELAS

La dovela sobre las pilas tiene una longitud de 18 metros, que es la adecuada para disponer del espacio suficiente para el montaje de los carros de avance,

y se hormigona sobre un encofrado sustentado por elementos metálicos que descansan sobre un emparrillado soportado por tres potentes vigas longitudinales que apoyan atravesando las tabiques, en el interior de unos huecos de 1,15x0,40 metros. En la ejecución de esta dovela se tardaron dos meses.

Con el fin de equilibrar los momentos sobre la pila contigua al estribo del lado Badajoz, se añade una dovela más al brazo del módulo que apoya en él; dicho estribo se construye en dos etapas. En la primera se hormigona la losa inferior, las almas y parte de la losa superior, pero evitando que apoye en el estribo. Con ello se compensa el mayor peso del brazo sobre el río, que tiene más cuñas de anclaje y la dovela adicional de cierre en clave. Una vez endurecido este hormigón se colocan y calzan los apoyos de neopreno y se procede a hormigonar el

resto de la sección junto con la traviesa de apoyo, antes de establecer la continuidad en el centro del vano contiguo.

Una vez terminada la dovela sobre pilas, y retirado el sistema de encofrado y cimbrado, se procedió a la construcción de las dieciocho restantes, utilizando dos pares de carros de avance capaces para las 170 toneladas que tienen las dovelas como peso máximo. La longitud de éstas es de 3,75 metros para las ocho primeras, y 4,70 metros para las diez restantes. Exceptuando el canto y el espesor de la losa inferior, todas las demás dimensiones permanecen constantes a lo largo del tablero. La losa inferior es de espesor variable entre 1,40 metros en los arranques y 0,22 metros en los extremos. Algunas de las dovelas disponen de unas cuñas en su losa inferior para el anclaje de cables de pretensado. La sección transversal se hormigona, como es costumbre, en tres partes: Losa Inferior, Almas y Losa superior con voladizos, controlando siempre la limpieza y rugosidad de los planos de junta, pero sin ningún tratamiento especial. Para el hormigonado correcto de las almas, con un espesor de 0,50 metros y una altura hasta de 8,75 metros, se utilizan ventanas en

el encofrado interior, a través de las cuales se pueden vibrar las tongadas intermedias.

Se tardaba un mes en montar un carro, con el que luego se hormigonaba una dovela por semana.

#### CONTINUIDAD Y PRETENSADO

Después de completar las veinte dovelas de cada brazo de los voladizos, se ha establecido la continuidad con los vanos de acceso, hormigonando sobre cimbra un segmento de 2,5 metros de longitud y tesando la familia de los cables de enlace, que se han anclado en unas cuñas en la losa superior del tramo en voladizo adyacente, y hacia el quinto de la luz del primer vano de acceso, en cajetines dejados a tal efecto sobre las almas. La clave del vano de 175 metros, tiene 3,0 metros de longitud y se ha realizado utilizando uno de los carros de avance.

El tablero tiene seis familias de cables de pretensado. A la de avance en voladizo, formada por 76 cables de 15 torones de 13 mm se le añaden dos en la losa inferior de los vanos adyacentes al de mayor luz. Además, hay que su-

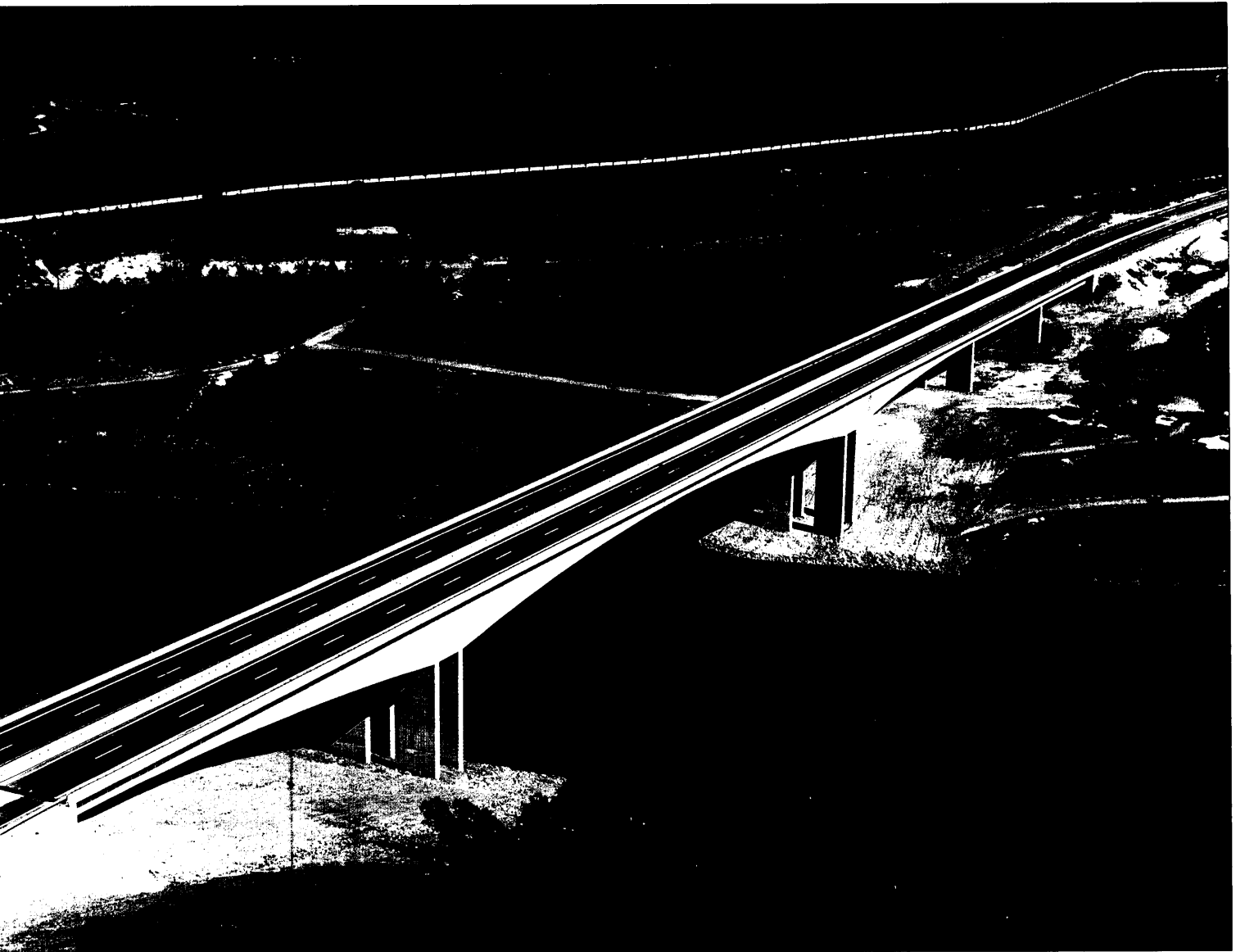
mar una cuarta con 18 cables en los dos vanos de acceso del lado Madrid, que permiten que sean autoportantes antes de establecer la continuidad con el resto, así como otra de enlace entre los tramos de voladizo y los laterales formada por 8 cables. Una última establece la continuidad del vano de 175 metros que se compone de 24 cables del mismo tipo, que discurren enteramente por la losa inferior, de 22 cm de espesor, y se anclan en cuñas transversales. La zona central está provista de rigidizadores que recogen el empuje hacia el exterior que produce la curvatura de los cables de la losa.

#### CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes de las estructuras construidas por voladizos es el cálculo y control de las posiciones geométricas que deben tener en cada uno de sus estados parciales, labor que se ve dificultada por la imposibilidad de conocer con exactitud el valor de las características mecánicas de que dependen y por la influencia en las mediciones de factores aleatorios, como variaciones térmicas, viento o sobrecargas eventuales. Sin embargo partiendo de datos obtenidos en ensayos previos, antes de iniciar las obras, es posible determinar con suficiente exactitud los recorridos que van a aparecer. Estos valores pueden ser modificados en el transcurso de la obra, una vez se ha comprobado el nivel de concordancia entre lo previsto y lo medido repitiendo, si es necesario, el análisis con otros valores de los parámetros, y sustituyendo la primera revisión por la última, en la parte de estructura que queda por ejecutar.

En nuestro caso, antes de iniciar la construcción, se realizaron ensayos para evaluar los módulos de deformación del hormigón, a los 3, 7, 14, 29 y 90 días. Además se estimaron los paráme-





tros de los que dependen los coeficientes de deformación diferida, utilizando la abundante información sobre temperatura y humedad de que disponía la central nuclear de Almaraz, inmediata al sitio de las obras.

A partir de estos datos se obtuvieron los recorridos previstos; y se han introducido contraflechas de hasta 25 cm. Los desplazamientos parásitos en las últimas dovelas, causados por el gradiente térmico, llegaban a ser del orden de los 5 a 6 cm a lo largo del día, por lo que, como es norma, las lecturas de los recorridos de los voladizos y la operación de

poner en cota carro de avance, se realiza a primera hora de la mañana.

En la ejecución del puente se tardaron catorce meses. El Promotor de la Autovía ha sido el Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de Carreteras. El Proyecto, bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura, ha sido realizado por D. Jesús Valderrábano López, I.C.C. y P.; el proyecto de los puentes ha corrido a cargo de D. Manuel Juliá Vilardell, I.C.C. y P.; el proyecto de los túneles fue realizado por los Ingenieros de Caminos D. Miguel Fez Marqués y D. Francisco

Izquierdo Silvestre, ocupándose de la adecuación de las embocaduras el Arquitecto D. Fernando Rodríguez Torres. Como Directores de la obra figuran los Ingenieros de Caminos de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura D. Rafael Rodríguez Domínguez y D. Manuel Bruno Romero. D. Santiago Serrano Pérez fue el Ingeniero Jefe de obra. El Constructor General fue CUBIERTAS Y MZOV, S.A. que junto con GETINSA y AEPO, S.A. llevó también a cabo el Control de la estructuras. La coordinación general de los trabajos la realizó D. Antonio Moreno Ontañón. ♦♦