

EL PARQUE TECNOLOGICO DE ANDALUCIA EN MALAGA. PUENTE SOBRE LA PLAZA CENTRAL DEL PARQUE

Carlos Miró Domínguez, Javier Pascual Santos*

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Francisco Millanes Mato*

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

1. La urbanización del Parque Tecnológico. Construcción de una imagen

Desde las primeras propuestas efectuadas para configurar la organización espacial de la finca del Ciprés, se pensó que el mejor rasgo identificador de este Parque debía surgir precisamente de la oportunidad que ofrecía una ocupación de baja densidad y la utilización de un paisaje sólo posible en un clima como el de Málaga y en un entorno semirrural como la vega de Campanillas. Estas dos ventajas deberían aportar al Parque unos rasgos de identidad que le permitieran competir en posición ventajosa frente a otros enclaves donde el precio del suelo, o la localización, dificultan la utilización de estos recursos, pero que cuentan sin embargo a su favor con una posición más favorable en el sistema de ciudades europeo, o en otros casos con una tradición industrial mucho más sólida y estable.

La utilización del clima y la calidad del paisaje favorecería además el establecimiento de mecanismos de identificación con los espacios de ocio de alto nivel que se han desarrollado en la Costa: campos de golf, áreas de recreo y hoteles de lujo, podían así «cruzar» sugerente y potente imagen de descanso con las posibilidades abiertas por este nuevo recinto dedicado, dentro del mismo

espacio-región, a las actividades productivas o de investigación.

1.1. Objetivos pretendidos con el proyecto del Parque Tecnológico

Los argumentos expuestos motivaron que desde su origen el Parque Tecnológico se planteó como un intento de crear una opción diferente, en la que incluso se pudieran incorporar una serie de servicios poco usuales en las alternativas más convencionales: campo de golf, áreas hoteleras, recintos de convenciones y congresos, y sobre todo zonas de esparcimiento y recreo, ocupan más del 50 por ciento de la finca y son algunos de los atractivos que, unidos a un elevado nivel de calidad y acabado en la obra urbanizadora, pueden significar una de las mayores garantías para el éxito de la operación global.

1.2. La propuesta

La finca adquirida para el Parque ocupa una extensión de 180 hectáreas y se encuentra situada en las primeras terrazas del Guadalhorce, muy próxima a Málaga; desde ella se divisa la gran vega del río Campanillas, y al fondo emergen las crestas de las Sierras de Almogía; hacia el sur se domina el Valle del Guadalhorce y la Sierra de Mi-

* Ideam S. A.



Fig. 1: Vista aérea de la finca adquirida para el Parque.

jas, conformando un paisaje peculiar y sin duda de gran atractivo.

La finca presenta una orografía de suaves laderas, propias de estas primeras terrazas del Valle, y se encontraba abancalada aunque carecía de cualquier tipo de vegetación, situándose sus únicas zonas cultivadas en las laderas más externas; los suelos arcillosos supusieron desde el principio una dificultad añadida al proyecto, por su baja calidad y escasa aptitud para soportar ajardinamientos y forestaciones de forma intensiva.

A estos caracteres morfológicos se unían unas condiciones de entorno totalmente satisfactorias en cuanto a su escala lejana, pero no así en la más cercana; la proximidad de Málaga y de los núcleos agroindustriales de su periferia, han originado una ocupación dispersa por construcciones de muy baja calidad, en su mayoría naves destinadas a la explotación agropecuaria o al almacenaje, claramente incompatibles con la naturaleza e imagen deseada para el recinto.

El proyecto debía pues resolver esta inevitable dualidad entre un ambiente lejano al que adoptar como referencia, y un entorno próximo que evidentemente, salvo en casos muy puntuales, no parecía lógico ni posible erradicar.

Para lograr este aislamiento de las actividades propias del Parque, que incluso favorecería sus condiciones de seguridad internas, se pensó crear un anillo verde forestal coincidiendo con las

suaves lomas que constituyen los límites de la finca, prolongándolas en las vaguadas artificialmente mediante rellenos.

En su interior se pensó en un modelo de ocupación que permitiera, de análoga forma a como se había planteado el contorno, especializar los espacios destinados a cada tipo de uso genérico que el Parque debía albergar. Se distinguirían de esta forma dentro del programa cuatro grandes tipos de actividad: la actividad de investigación, que requeriría una zona apacible y de la más alta calidad ambiental; la zona institucional y de servicios del Parque, que debería ser accesible desde las restantes y por tanto situarse lo más centrada posible; la zona destinada al emplazamiento de grandes empresas dedicadas a la producción, entendidas como actividades generadoras de investigación en Parque, y en las que se debía evitar posibles interferencias con el resto; y por último, un gran área destinada al ocio y al recreo como uno de los principales atractivos de la oferta.

Tratando de aprovechar al máximo la morfología de la finca, se pensó en localizar la zona de producción en terrenos lo más llanos y próximos a la entrada; la zona de investigación se situaría en un fondo de saco que impidiera su recorrido por tráficos ajenos a ella; la zona institucional y de servicios centrada entre ambas, y la zona destinada al ocio en aquellos lugares donde se pudiera potenciar al máximo la calidad del entorno y las peculiaridades paisajísticas de la finca; el lugar

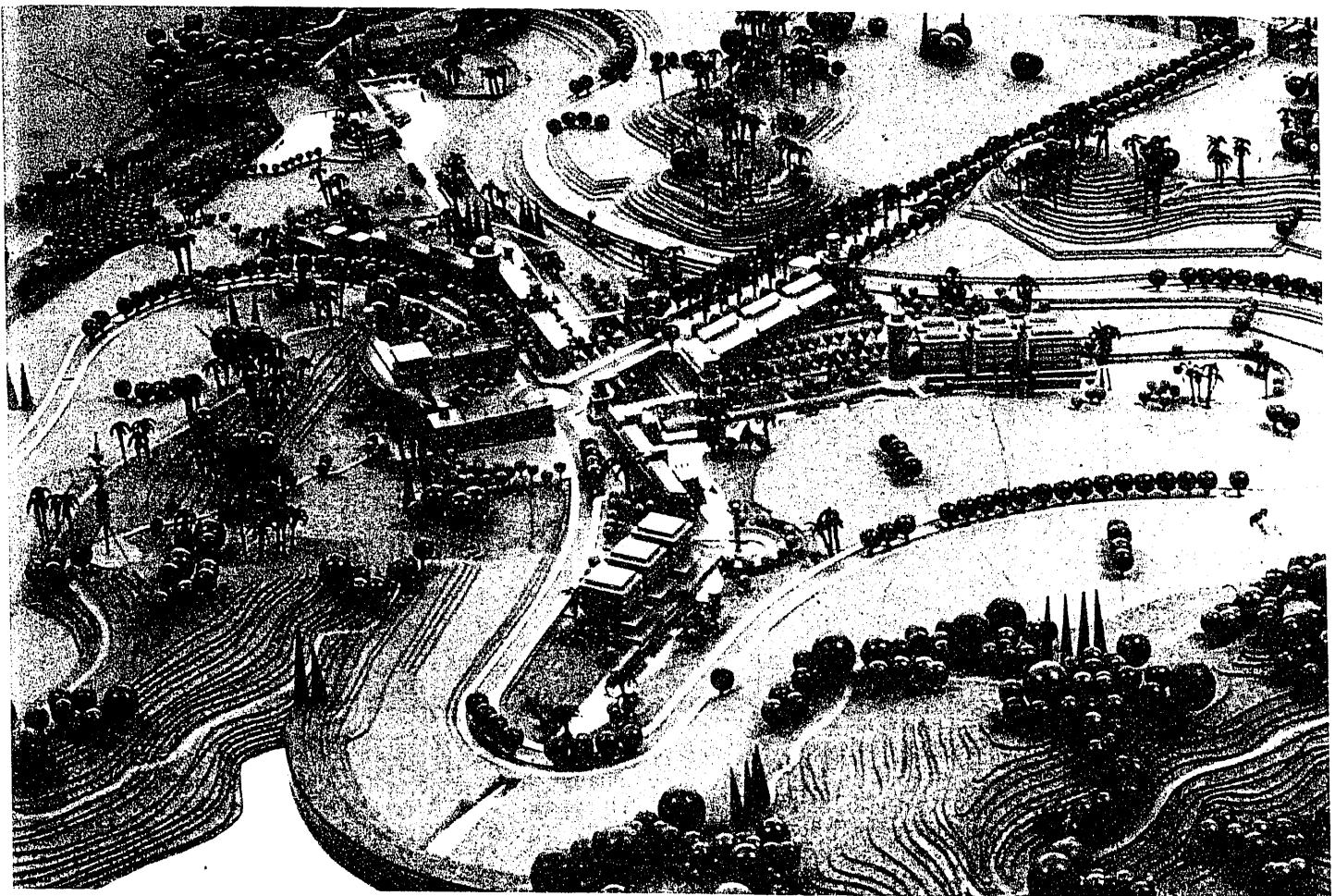


Fig. 2: Maqueta de la propuesta del Parque Tecnológico.

más adecuado para esta última se situaba en el entorno del cortijo primitivo, en las terrazas aluviales del Arroyo Pilones, único lugar en el que se disponía de suelos fértiles y unos huertos especialmente atractivos para, con pequeñas transformaciones, destinarlos a un pequeño campo de golf, unos espacios deportivos rodeados de jardines e incluso una playa artificial, aprovechando la ribera de una de las superficies de agua que jalonarían el fondo de las vaguadas.

1.3. Algunas características de las obras de urbanización

El programa de construcción del Parque se ha desarrollado en tres etapas, una primera fue la de planeamiento y estudio de su viabilidad económica, que se inició, tras la decisión de ubicación definitiva en Málaga y adquisición de la finca del Ciríspres, a finales de 1988.

Una segunda consistente en las obras de urbanización esenciales, etapa que acaba de finalizar, y que ha aportado una imagen precisa y muy sólida de lo que pretende ser el recinto del Parque Tecnológico. Simultáneamente a estas obras se iniciaron las primeras edificaciones, hoy ya finalizadas, y que corresponden al Centro de Innovación de Empresas, al Laboratorio de Homologación de Materiales y a las instalaciones de la primera empresa de producción que decidió ubicar-

se en el Parque, así como a la Sede Social que se ha ubicado en el antiguo cortijo de la finca, edificaciones a las que el programa de obras ha tratado en todo momento dotar de los servicios necesarios para su funcionamiento.

La tercera comprende el desarrollo de las diferentes piezas edificables, así como de las obras de urbanización complementarias que afectan sobre todo a una zona denominada «de reserva»; esta zona debe cubrir aquellas demandas que o bien no se encontraban previstas en el programa inicial, o bien complementan aquellos sectores de la oferta que más se deseen potenciar o mejor comportamiento de mercado presenten. Asimismo, en esta tercera etapa se desarrollarán los espacios destinados a uso deportivo y de ocio, y que fundamentalmente albergarán un campo de golf de prácticas y unos espacios de deportes al aire libre, con una superficie aproximada de unas 15 hectáreas.

El presupuesto resultante de las obras de urbanización realizadas hasta el momento, asciende a poco menos de 5.000 millones de pesetas, cifra que a pesar de reflejar el tremendo desequilibrio entre áreas comunes y públicas, y espacios edificables, supone una repercusión por metro cuadrado edificable muy ajustada a las habitualmente empleadas en polígonos industriales y parques empresariales de alta calidad, a pesar de que en ellos las edificabilidades y porcentajes de ocupación sean notablemente más altos. Diez mil pese-

Fig. 3: La vegetación es un aspecto esencial en el diseño del Parque.



tas por metro cuadrado edificado como cifra de repercusión de las obras, suponiendo que en el Parque la edificabilidad a la que es aplicable la repercusión oscila en torno a los 500.000 m.² de techo, resulta asumible por cualquier operación edificatoria sin que estas repercusiones supongan incrementos sensibles en los módulos de construcción habituales.

1.4. Elementos fundamentales de la ordenación

El proyecto se apoya en la construcción de dos directrices a las que se responsabiliza de la estructura espacial del recinto; la primera, un eje longitudinal que parte de la entrada y que alcanza en su extremo opuesto hasta el frente de las edificaciones destinadas a albergar las futuras oficinas del Parque, y la segunda constituida por la vaguada principal, se dispone transversalmente enlazando las zonas de investigación con las zonas de ocio situadas en el entorno del cortijo primitivo de la finca. Ambas directrices convergen en el centro del Parque, en un espacio que alberga la plaza principal; a ella darán frente los centros de mayor entidad en el Parque, que garantizan la aparición de un tejido social en su entorno, del que sin duda se derivarán multitud de iniciativas e intercambios.

La plaza queda así conformada por las alineaciones de los edificios destinados a hoteles, en su extremo inferior más oriental, a centros de convenciones y negocios en su fachada opuesta, y por el Centro de Innovación de Empresas, la «incubadora», en su lado superior. El pavimento se sitúa a una cota media similar a la de los estanques, lo que da lugar a una falsa sensación en la

que el agua se confunde con el suelo. El recinto se ve cubierto parcialmente por el tablero del puente que cierra el anillo de la zona destinada a investigación; proyectado como una estructura mixta, tiene una luz libre de más de sesenta metros; está constituido por un nervio central de acero que soporta el tablero de cañón muy reducido, lo que ha logrado evitar efectos de instrucción en el espacio inferior de la plaza, que se percibe como un recinto único perfectamente engarzado por la singularidad y esbeltez del propio puente.

1.5. El arbolado y la jardinería

Si en algo se ha intentado fundamentar la singularidad del proyecto, probablemente sea en los aspectos de forestación y jardinería. Las ventajas del clima de Málaga, la ubicación del Parque en una zona dedicada al cultivo de frutales, y sobre todo el objetivo inicial prioritario de lograr un ambiente apacible, obligaron a estudiar con un gran detalle todos los aspectos ornamentales; la propuesta se apoyó en la vasta y rica cultura malagueña de la jardinería doméstica: la Cónsula, la Concepción, son imágenes evocadoras que sin duda han influido en la composición de las masas arbóreas y en las especies utilizadas.

Como ocurre en estas fincas, situadas al pie de laderas más o menos tendidas, el paisaje se conforma a partir de unas manchas frondosas de árboles de hoja perenne y de gran porte: Ficus, Jacarandas... entre los que se intercalan multitud de Palmáceas y árboles de menor porte e intensa floración: árboles del Amor, Granados, Plumarias o arbustos como las Dracenas, las Esterlizias o la Bouganvillea... Rodeando a estas manchas com-

pactas situadas en espacios protegidos de los vientos, en las laderas superiores se proyecta un matorral disperso, «artificial», con especies como el esparto, Adelfa, Romero, Tarajes...; todas ellas tapizarán estas laderas intercalando de forma dispersa árboles de tanto atractivo y tan propios de estos parajes como el Algarrobo, la Higuera, el Acebuche, la Morera o el Ciprés.

Se pretende con ello contraponer y hacer permanentes las formas más arraigadas de la apacible cultura mediterránea, tan hábil en su concepción de estos espacios abiertos, con las tensas formas de la arquitectura industrial, mucho más frías y racionales, que poblarán su interior.

1.6. Agua, algo más que un elemento simbólico

El clima fue desde los primeros momentos y sigue siendo una de las ventajas del Parque, sin embargo en los valles interiores se pierde en parte el efecto amortiguador que la proximidad al mar supone a la oscilación térmica durante el día; en invierno la posibilidad de heladas nocturnas es más alta, y en verano las temperaturas extremas son más elevadas, y sobre todo estas oscilaciones se producen en los puntos bajos donde se encaja la niebla o las bolsas de calor.

A parte del gran atractivo que supone para la organización de un espacio el empleo de espejos de agua, la construcción de pequeños lagos y estanques en el Parque ha servido para mejorar las condiciones climatológicas y para facilitar la adaptación de especies subtropicales propias de Málaga cuya frondosidad, combinada con el efecto de laminación de temperaturas del agua, mejorará la calidad de gran parte de los espacios públicos y comunes del recinto, situados en las vaguadas.

La existencia de una serie de cuencas de drenaje primativas se ha aprovechado para crear en ellas una cadena de pequeños embalses y lagos intercomunicados por gravedad, que rodeados de vegetación frondosa constituyen los ejes medulares de la ordenación. La topología de su urbanización queda de esta forma simbolizada en tres niveles; el más alto, conformado por la línea de crestas que aíslan el recinto y que constituyen una reserva forestal de unas 50 hectáreas con más de 4.000 árboles y ciento de miles de arbustos, un segundo nivel constituido por un anillo destinado al tráfico rodado que permite el acceso a las parcelas; el tercer nivel lo constituyen los fondos de las vaguadas, rodeados por los jardines privados y las edificaciones, por ellos discurrirán las sendas peatonales que entrelazarán las diferentes zonas del Parque.

El agua, que fluye en un ciclo continuo y cerrado a lo largo de todos los pequeños lagos, facilitando su regeneración mediante una impulsión de cola y un filtrado que la devuelve al nacimiento, aporta a estos espacios centrales un dinamismo apacible y orgánico. La plaza, como espacio más representativo de toda la ordenación, recoge en su combinación de superficies planas o alabeadas, y en sus diferentes texturas de pavimentos, una síntesis de la combinación orgánica de agua, vegetación y elementos constructivos que estructuran el espacio urbanizado.

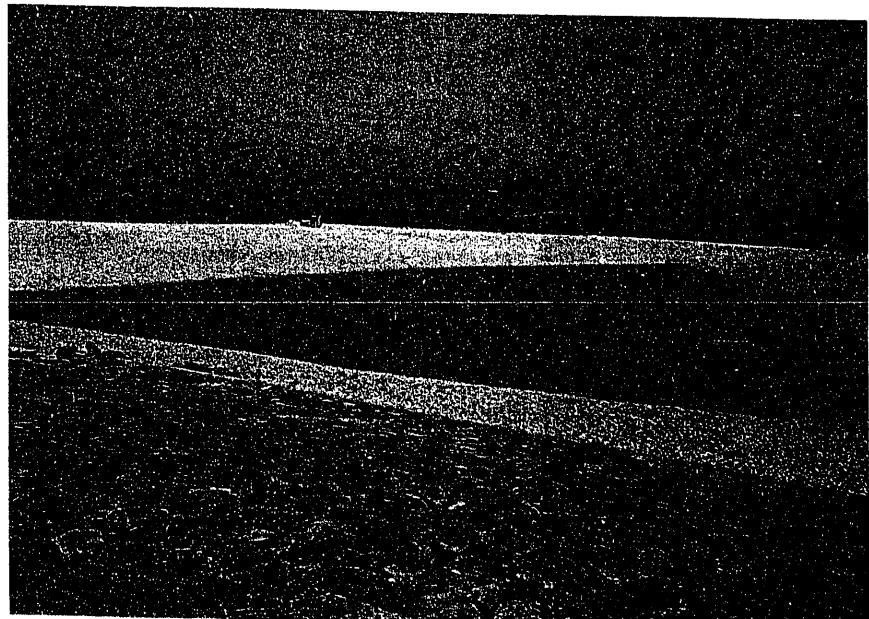
1.7. El parque, un proceso de urbanización innovador

En un recinto destinado a albergar nuevas tecnologías resulta un tópico hablar de innovación, pero es cierto que las formas más cultas de producir espacios industriales hasta hace bien poco en este país no eran consideradas como posibles, salvo en raros casos en los que estos espacios disponían de una concepción finalista ligada a un proyecto global. La profusión de parques empresariales, parques industriales o de negocios a lo largo de todo el país en esta última década, ha establecido unas nuevas corrientes y ha marcado un profundo cambio en las formas de producir espacios productivos. Dentro de estas corrientes, el Parque Tecnológico sin duda debe considerarse como uno de los casos más conseguidos.

En los cuatro años que han transcurrido desde que las primeras propuestas ordenadoras se presentaron en 1988, el esfuerzo de los organismos promotores —Ayuntamiento de Málaga, Empresa Pública de Suelo de Andalucía e Instituto de Fomento de Andalucía— y de los profesionales y empresas que han intervenido en la construcción del Parque, ha permitido superar innumerables contingencias y dificultades desde que las primeras obras de movimiento de tierras se vieron interrumpidas por las lluvias torrenciales del 89.

Sin embargo, la complejidad del proyecto y de las obras no ha estribado tanto en las posibles dificultades técnicas ocasionadas por la pretensión de formalizar un espacio mediante una urbanización poco convencional, o en las limitaciones impuestas por un terreno arcilloso poco apto para la urbanización y para el crecimiento de la vegetación, sino sobre todo en la búsqueda de respuesta a un programa de ocupación que permitiera albergar cualquier tamaño o tipo de actividad compatible con el fin primordial como Parque Tecnológico, cuestión que consideramos como uno de los aspectos más innovadores del proyecto.

Fig. 4: Uno de los lagos del Parque.



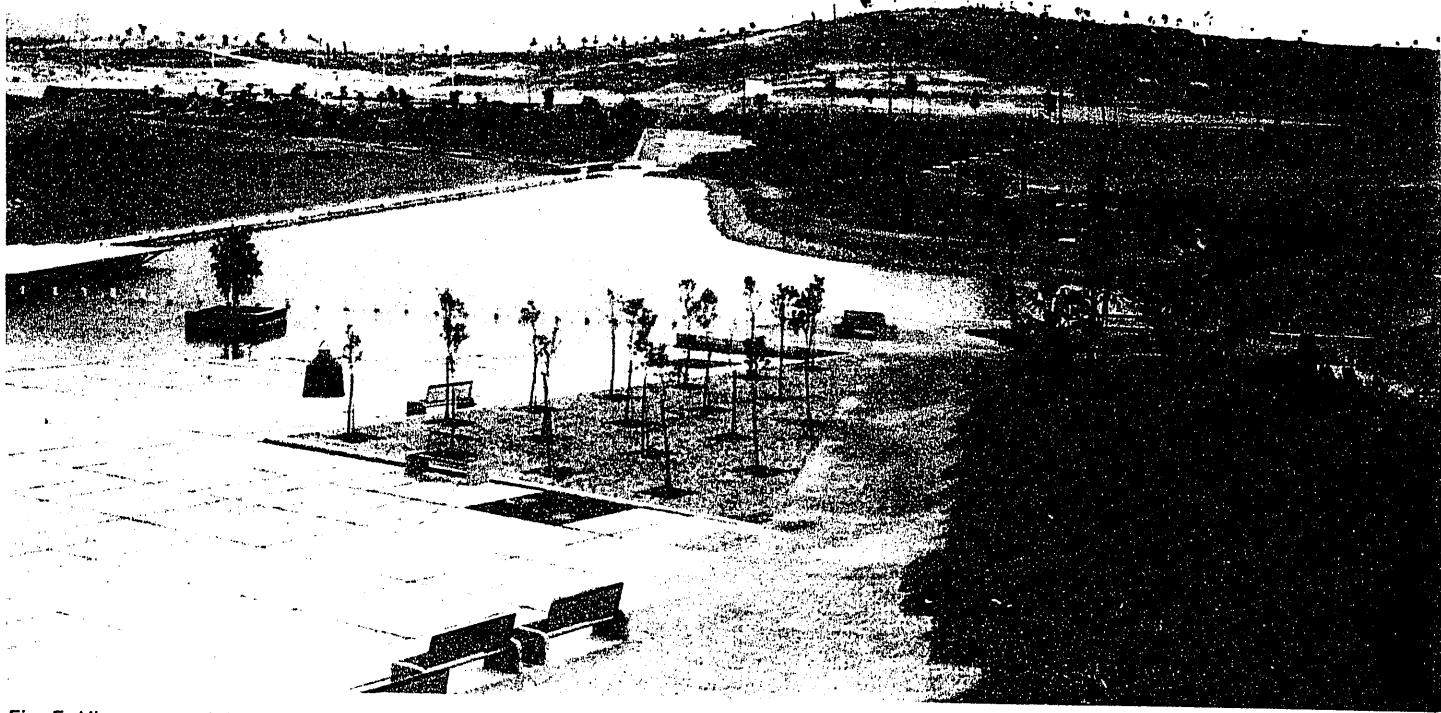


Fig. 5: Vista general del Parque terminado.

La respuesta formal deseada, además de abierta en su contenido debía evitar cualquier sensación de provisionalidad en la configuración interna del recinto. Este doble objetivo, versatilidad y solidez de las obras, ha exigido al proyecto primero y al desarrollo de las obras después, la búsqueda permanente de soluciones a cada uno de los aspectos que hoy constituyen la urbanización.

La consecución de estos dos objetivos por las obras ya finalizadas, puede considerarse como un primer gran paso de un proceso que no ha hecho más que empezar.

2. El puente sobre la plaza central del parque

2.1. Aspectos básicos del proyecto del puente. Descripción de la zona y plateamiento general del proyecto

El puente sobre la plaza central del Parque Tecnológico de Andalucía salva el paso sobre la misma del bulevar central del parque, que en el lado opuesto al Palacio de Exposiciones termina en una glorieta circular.

El cruce del puente sobre la plaza se realiza con un marcado esviaje, condicionado por el trazado general de viales del parque. La plaza, de forma rectangular y con el lado mayor en sentido transversal al puente, se halla ligeramente deprimida, con una cota sensiblemente horizontal que básicamente se sitúa al nivel +44,50. La rasante del puente, que cruza completamente horizontal, se sitúa en la cota +50,60, al nivel superior del eje de la calzada.

Así pues podemos resumir en los siguientes puntos los condicionantes y datos de partida esenciales que el proyecto ha intentado resolver:

- La anchura de la plaza en el sentido del lado menor es del orden de 50,00 m. La longitud total del puente entre los estribos es de 72,00, aproximadamente, como consecuencia del esviaje.
- La sección transversal del tablero aloja dos carriles de circulación con arcenes laterales de 4,00 m. cada uno y una amplia acera de 2,70 m., necesaria dado el marcado carácter peatonal de la zona. Lo que da un ancho total de plataforma de 13,40 m.
- El sensible esviaje del tablero respecto de la plaza condiciona, formal y estructuralmente, la solución a adoptar.
- Dada la pequeña diferencia de cotas entre plaza y bulevar, del orden de 6,10 m., en el eje de calzada, es necesario reducir al máximo el canto de la estructura con objeto de mantener un gálibo mínimo admisible sobre la plaza. Aunque ésta es de carácter peatonal, la relativa anchura del tablero frente a su longitud, unido a la limitación de cotas, tiende a crear un efecto túnel de gran impacto visual en la plaza que es necesario controlar.
- Dado el carácter singular de la plaza dentro del parque, punto central de encuentro al que se le ha dado un carácter lúdico y de esparcimiento, proyectándose cauces, estanques, láminas de agua, cafeterías, etc., la solución proyectada debía tener un diseño cuidado y singular que diera respuesta, dentro de unos costes adecuados, a todos los condicionantes anteriores ya expuestos.

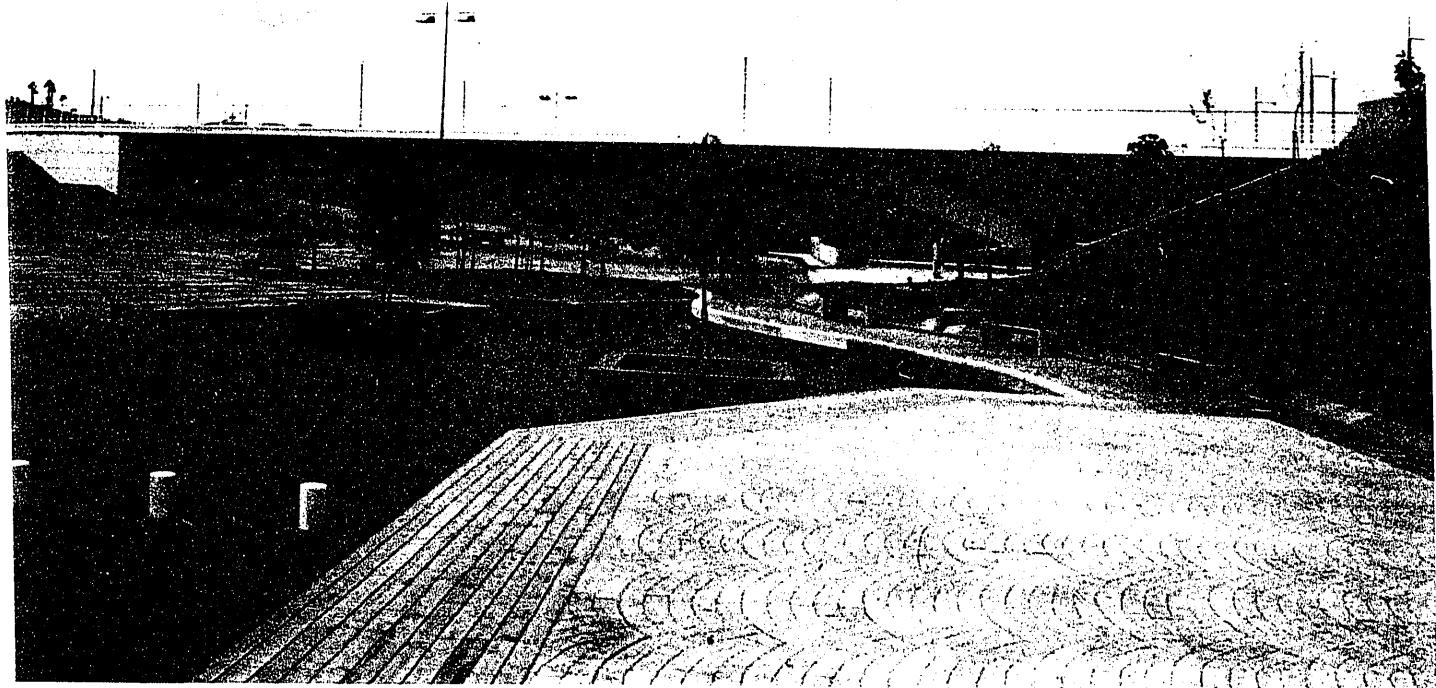


Fig. 6: Alzado del puente sobre la plaza central.

- Parecía por tanto necesario evitar cualquier punto de apoyo de la estructura en el centro de la plaza.

2.2. Justificación de la tipología proyectada

En función del planteamiento ya expuesto se proyectó una solución para el puente con una marcada singularidad tanto en los aspectos estéticos y formales como estructurales, sin que ello implicara incrementos de coste excesivos, dado lo moderado de la actuación.

Básicamente consiste en una solución mixta hormigón-acero corten cuya tipología estructural es la de un solo vano empotrado completamente en el estribo lado glorieta y con empotramiento elástico en el estribo lado bulevar.

La solución con doble empotramiento permite salvar la longitud total de la obra con un canto mínimo, del orden de 1,30 m., lo que supone una esbeltez de 1/30 respecto a la luz principal y 1/55 respecto a la longitud total, sin apoyar en el centro de la plaza.

El empotramiento completo en el estribo del lado glorieta se consigue con un canto fuertemente variable en la zona de empotramiento. Con objeto de reducir el impacto visual de dicho empotramiento, el canto total se descompone estructuralmente en una biela inclinada a compresión, la pila y un tirante de hormigón pretensado a tracción, creando un efecto pórtico en forma de V en el que se han cuidado al máximo las formas y curvas de los paramentos de los diferentes elementos. La compresión y tracción se autoequilibran a

través de una biela inclinada de manera que el conjunto de pila, tirante y biela constituye una célula triangular que sólo transmite cargas verticales y momentos a cimentación, sin componente horizontal.

Esta pieza singular de empotramiento se proyecta en hormigón blanco y formas y paramentos muy cuidados, constituyendo el elemento de diseño de mayor fuerza visual de la solución. En efecto, se crea una pieza en forma de delta invertida, con un ángulo agudo muy marcado que, apoyando en el estribo lado glorieta avanza sobre la plaza y lanza el fino y esbelto tablero mixto en acero corten que suavemente, apoyado y retenido pero al mismo tiempo lanzado, avanza sobre la plaza hasta alcanzar al estribo opuesto del lado bulevar. Este estribo, rectangular y clásico, con berenjenas horizontales que acentúan el carácter horizontal del puente, prolongándolo visualmente, recoge nuevamente el tablero y en su interior aloja y oculta un vano pequeño de continuidad, en tablero mixto, que permite crear un empotramiento elástico muy favorable, necesario para reducir el canto y las flexiones positivas en centro luz.

El carácter singular del puente, estructural y estéticamente, se basa en el uso de la estructura mixta que permite combinar los diferentes materiales, acero y hormigón, de la forma que sea más apta para las características resistentes de cada uno: hormigón en las bielas inclinadas a compresión y losa superior del tablero, acero en zonas a tracción y cortante en centro vano y hormigón pretensado en tirante a tracción. En este caso se ha forzado estéticamente el juego cromático entre el sieno del acero corten y el blanco del hormigón creando una macla de transición en la que

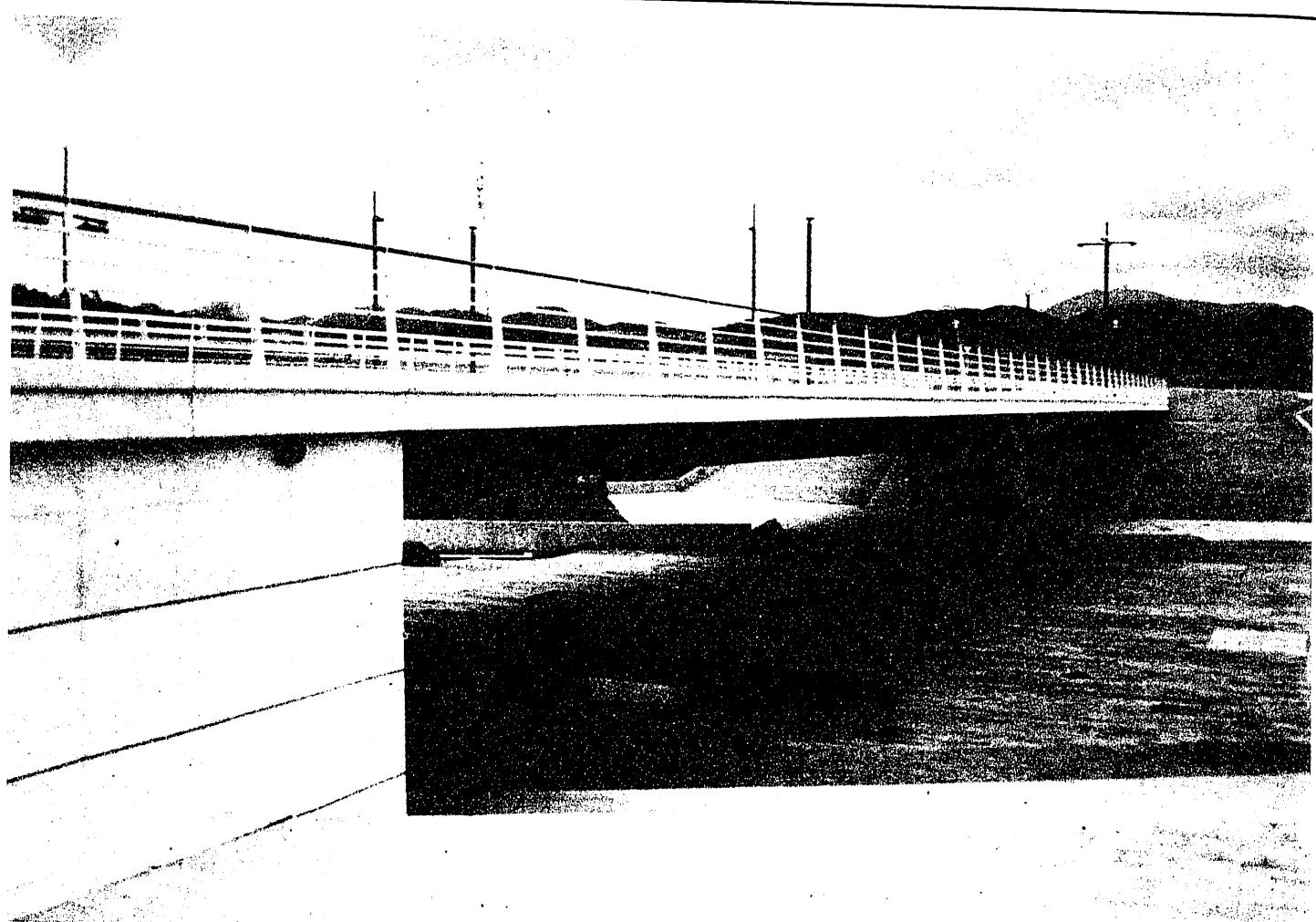


Fig. 7: Alzado lateral del puente.

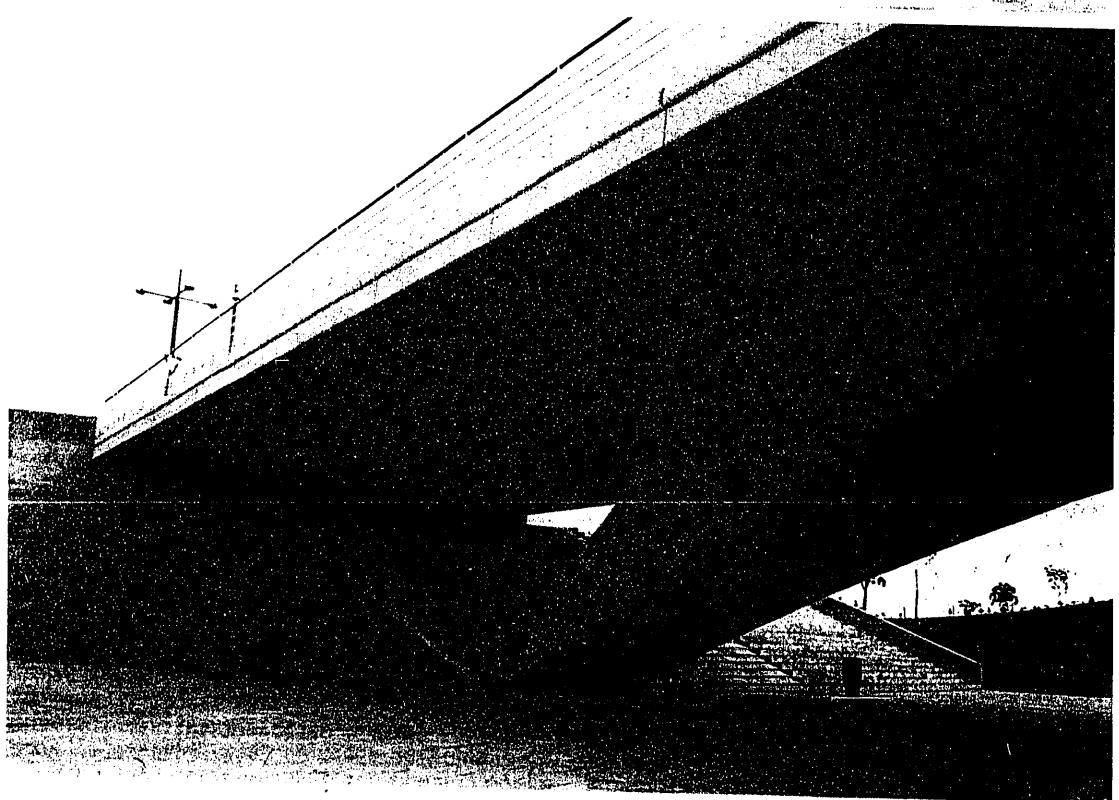


Fig. 8: Detalle de célula triangular en estribio glorieta.

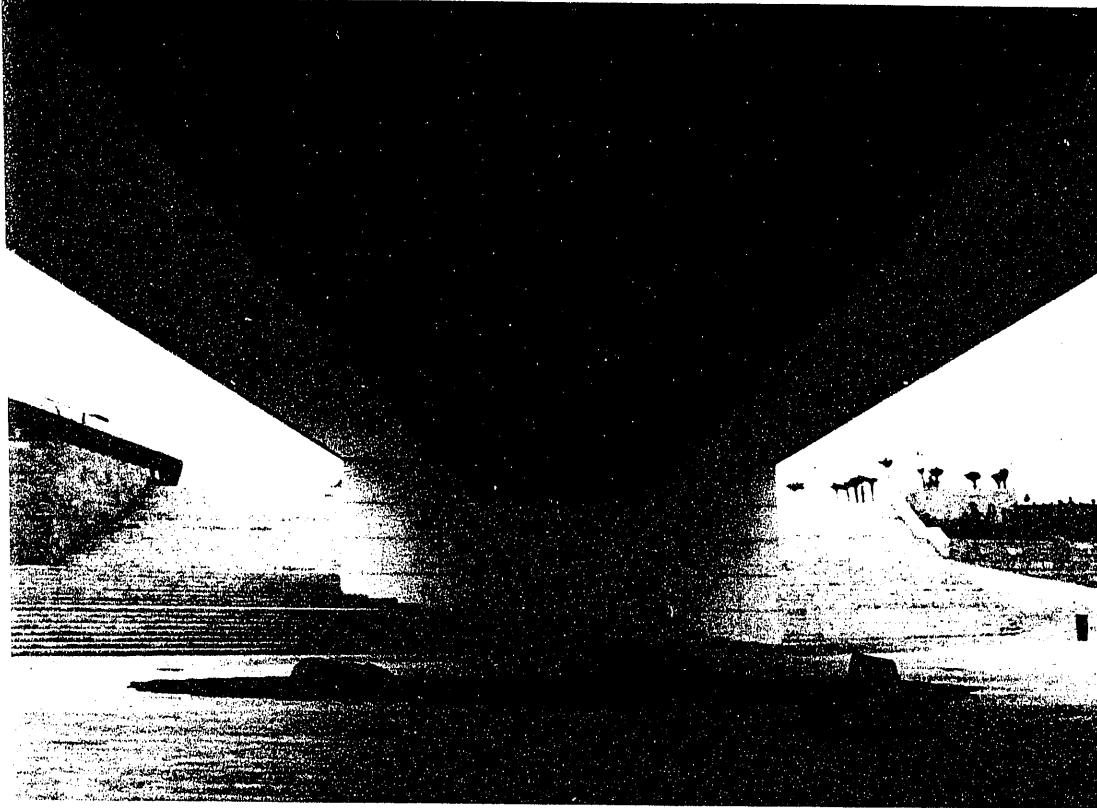


Fig. 9: Vista estribo bulevar.

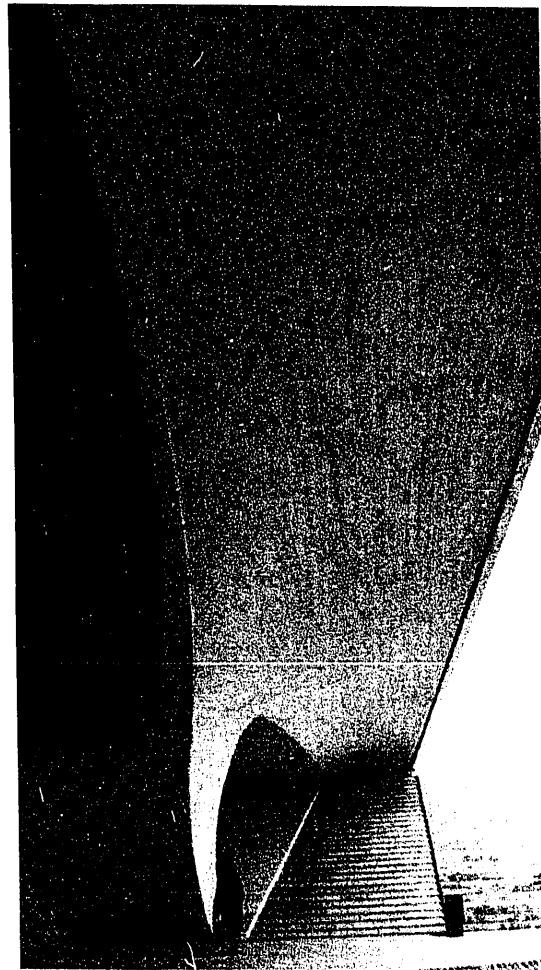


Fig. 10: Vista lateral inferior.

el acero del tablero se pierde bajo el hormigón de la pila inclinada, cosido adecuadamente por la prolongación de los cables de postesado del tablero, pila que a su vez engarza visualmente y se continúa formalmente por la imposta del tablero.

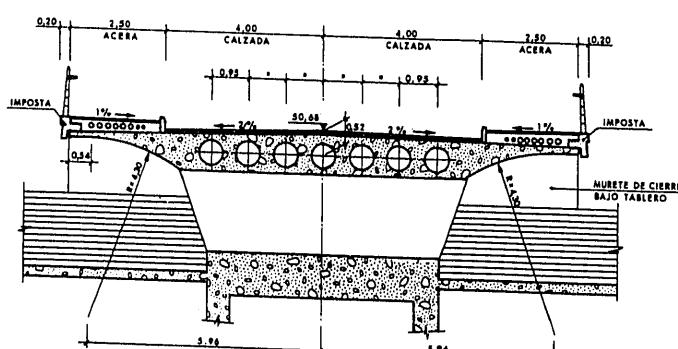
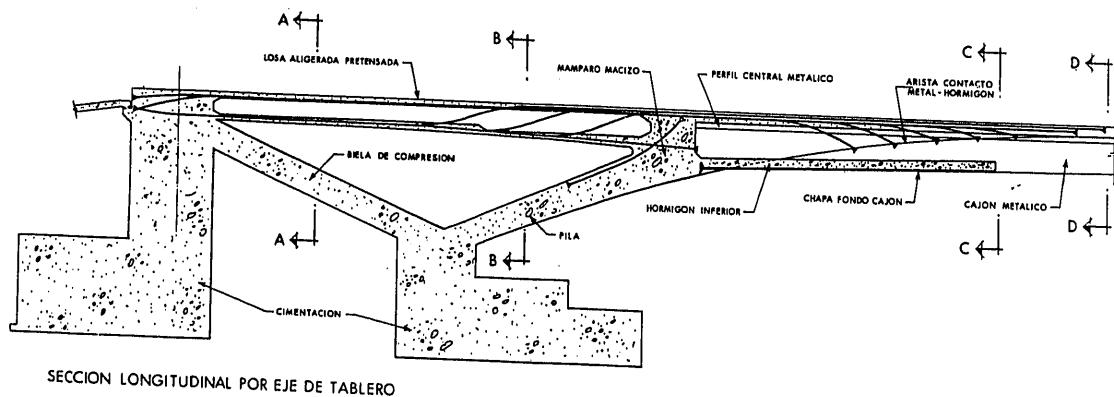
La barandilla, diseñada en acero pintado de color blanco, intenta asimismo realzar la dimensión horizontal de la obra, alargándola visualmente.

Finalmente destacar la importancia del diseño integrado con el puente de las escaleras en ambos estribos, cuyas pendientes y formas se han pensado de forma conjunta con la forma y dimensiones de los estribos, permitiendo destacar y realzar el carácter asimétrico de la obra, apoyada y lanzada desde la glorieta y con suave apoyo en el bulevar, lo que nos ha parecido la mejor solución para los problemas formales y estéticos que planteaba el esvaje del trazado del puente sobre la plaza.

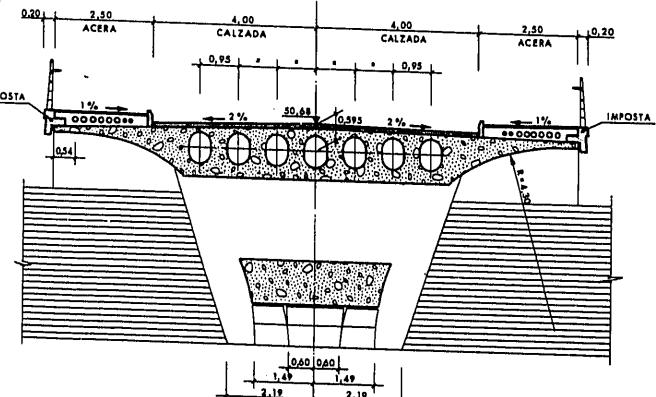
2.3. Descripción de la estructura

El puente proyectado consiste en un tablero continuo con una tipología estructural de marcada asimetría. La distancia entre estribos es de 72,05 m. y se resuelve mediante un vano único sin apoyo interno en la plaza. Dicho vano está constituido por un dintel mixto en sección cajón unicelular de acero tipo corten, resistente a la corrosión, y una losa superior de hormigón armado blanco, de 350 kp/cm^2 de resistencia característica y 0,30 m. de canto. El canto total del tablero mixto es de 1,30 m., en la zona central del vano, experimentando un fuerte y rápido incremento hacia la zona del estribo lado glorieta don-

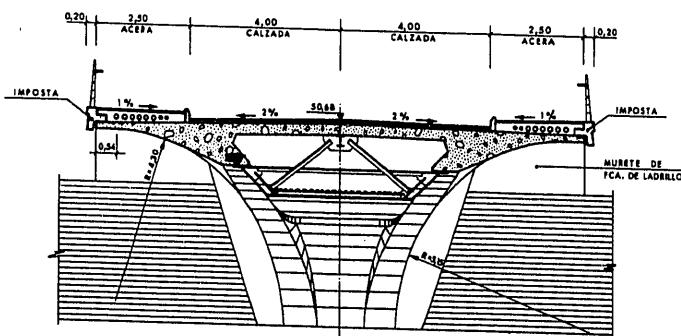
Fig. 11: Sección longitudinal por eje tablero y secciones transversales.



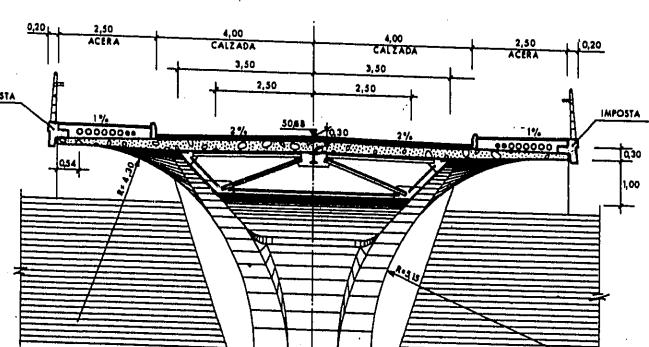
SECCION TRANSVERSAL A-A (ZONA DE BIELA Y TIRANTE)



SECCION TRANSVERSAL B-B (ZONA PILA Y TIRANTE)



SECCION TRANSVERSAL C-C (ZONA MIXTA HORMIGÓN-METAL)



SECCION TRANSVERSAL D-D (ZONA METAL HORIZONTAL)

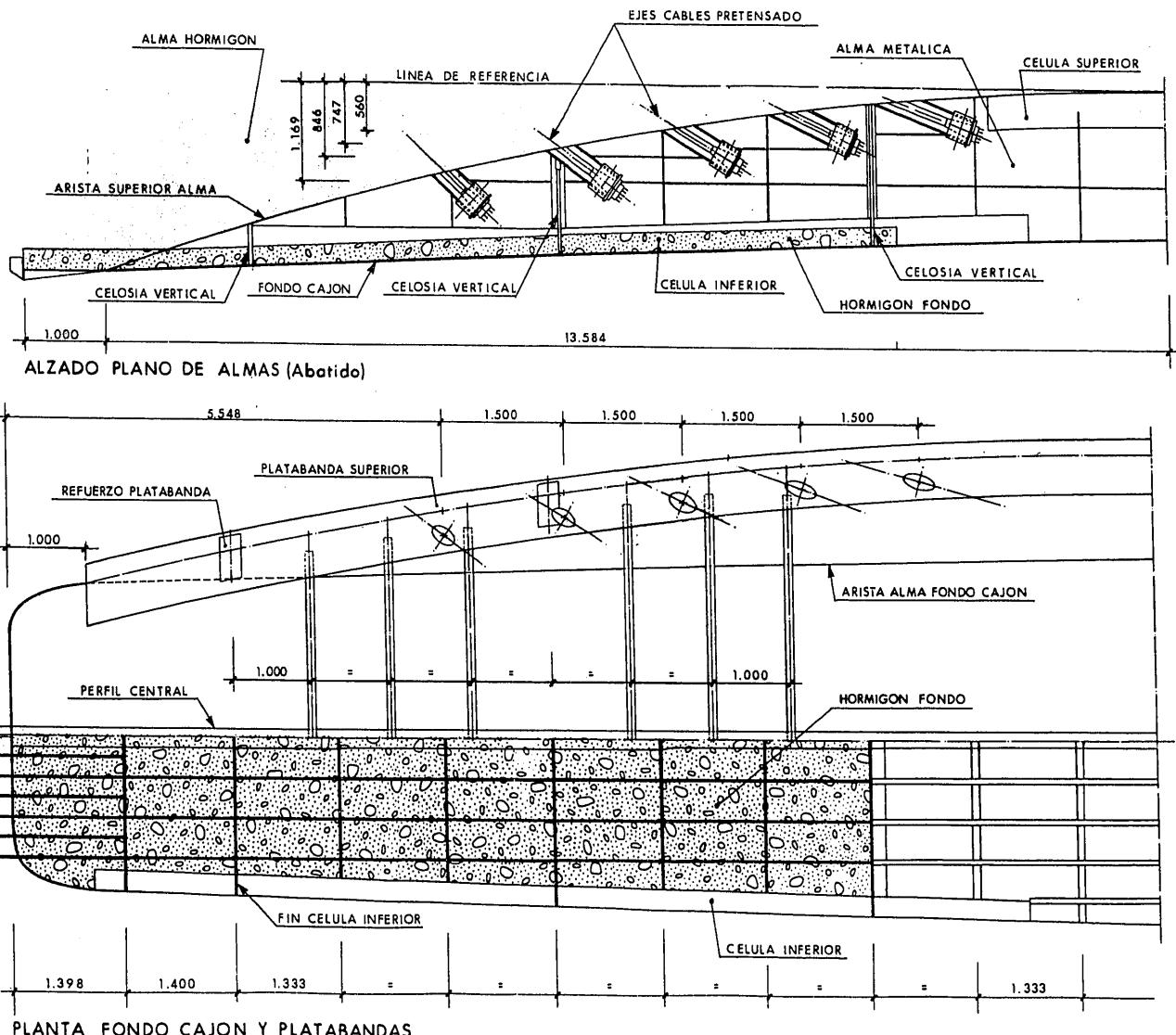


Fig. 12: Anclajes de pretensado en zona metálica.

de se materializa el empotramiento al giro mediante una ménsula de hormigón blanco de 5,40 m. de canto en arranques y 22,25 m. de dimensión longitudinal.

Dicha ménsula se formaliza mediante una pieza singular en forma de delta invertida en la que la recogida del cortante y flector de empotramiento se descompone en una biela a compresión fuertemente inclinada, un tirante traccionado constituido por la propia sección del tablero en losa aligerada pretensada y una biela inclinada en el plano de las escaleras que cierra el circuito y, trabajando a compresión, autoequilibra las componentes horizontales de la tracción del tirante y la compresión de la pila inclinada. La cimentación debe por tanto recoger únicamente la carga vertical y el momento de empotramiento resultantes de la componente vertical de la compresión de la pila y el tiro en el estribo procedente de la descomposición de la tracción en el tablero y la compresión de la biela de escaleras.

En el estribo opuesto, la flexión positiva del dintel, en una zona alejada del empotramiento en ménsula, es ayudada por la creación de un empo-

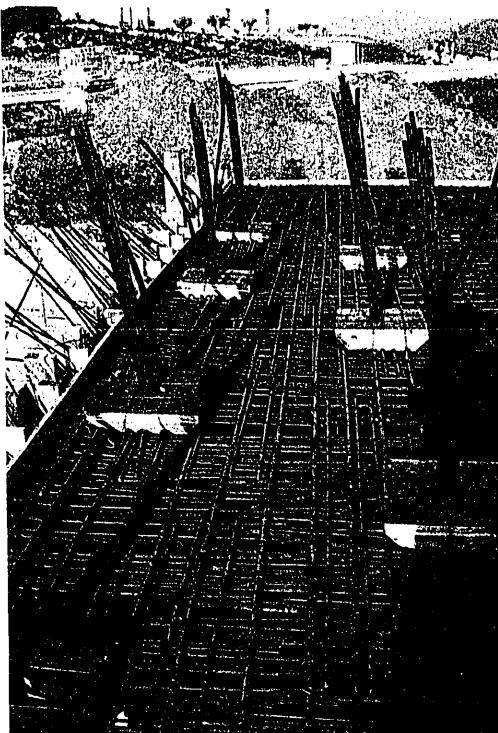


Fig. 13: Prestensado vertical en estribo glorieta.



Fig. 14: Ferralla de tablero pretensado.

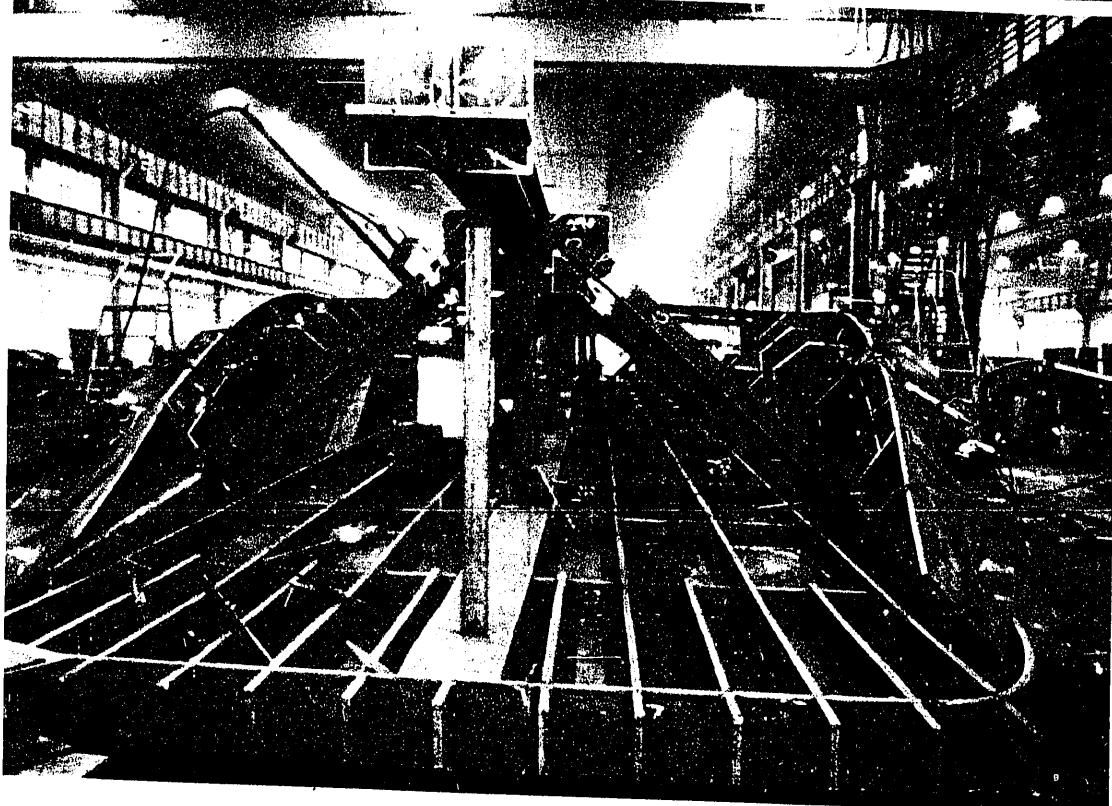
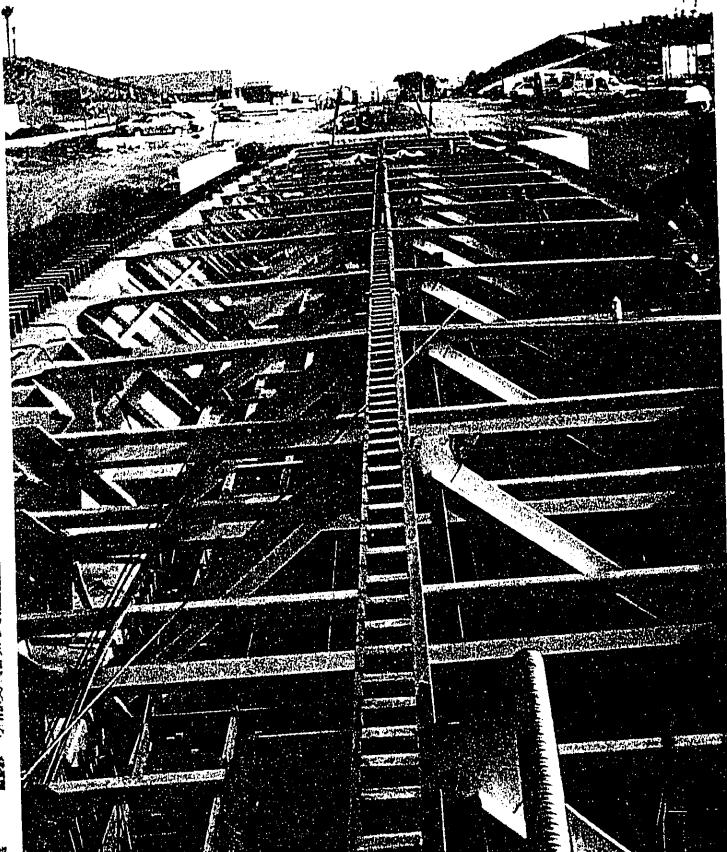
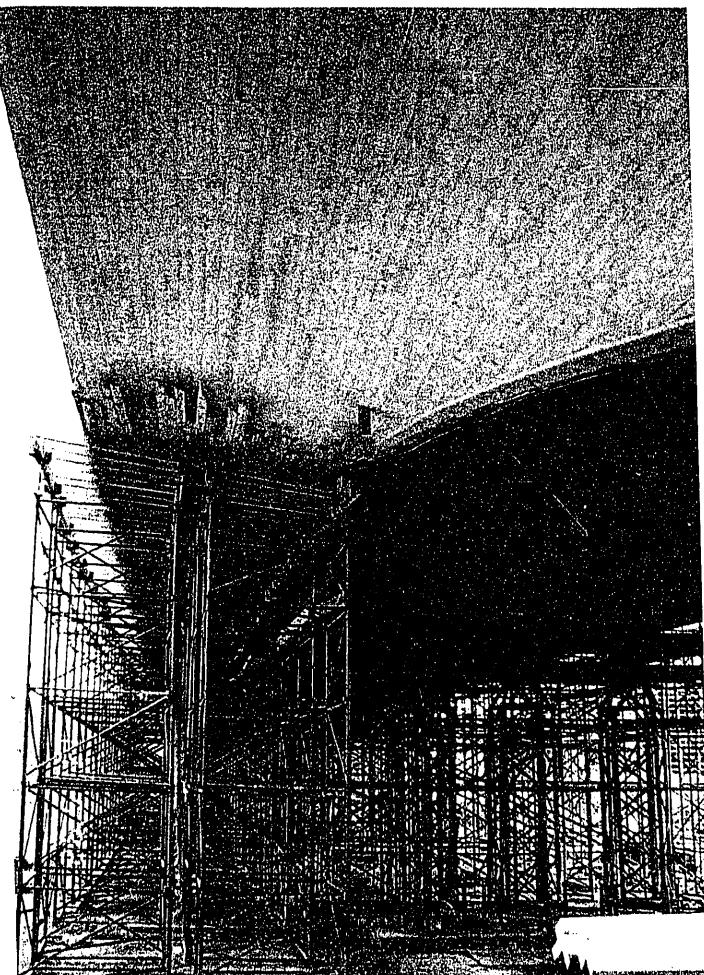


Fig. 15: Vista frontal del cajón metálico en taller.



tramiento elástico mediante un vano corto, en dintel mixto de canto variable entre 1,30 m. y 0,84 m., oculto en el bloque del estribo en vuelta y con una longitud entre puntos de apoyo de 10 m.

La inercia y longitud de este tramo se han optimizado con objeto de garantizar un nivel de empotramiento elástico adecuado para compensar equilibradamente las flexiones positivas en zona de vano sin, por otro lado, aumentar excesivamente las flexiones negativas en el vano de compensación.

Las componentes verticales ascendentes que se producen en ambos estribos, como consecuencia de los momentos de empotramiento del tramo central, se recogen mediante cables de postesado vertical que anclan el tablero al bloque del estribo, que actúa de contrapeso.

Como ya se ha dicho, el tablero mixto se macla con la prolongación del fuste de pila, desapareciendo el cajón metálico en la pieza en delta invertida de hormigón blanco. Este detalle, aspecto básico del diseño final del puente que permite establecer la continuidad visual entre el hormigón blanco de pila e impostas, creaba un problema estructural complejo de resolver; la transmisión de los esfuerzos cortantes del alma del cajón mixto a la zona de hormigón. La solución se ha proyectado mediante unos conectadores de transmisión de los esfuerzos rasantes a lo largo del plano de conexión acero-hormigón y unos cables de pos-

tesado que, atravesando más o menos ortogonalmente el plano de cosido, se anclan en las almas metálicas del cajón y recogen, a modo de cuelgue, el cortante que resisten dichas almas, evitando así el despegue hacia abajo del cajón metálico y garantizando un estado de compresiones adecuado a lo largo de toda la línea de discontinuidad acero-hormigón.

Fig. 16: Vista inferior en construcción. A la derecha
Fig. 17: Tablero metálico en obra.

Fig. 18:
Vano de compensación
oculto en estribo bulevar.

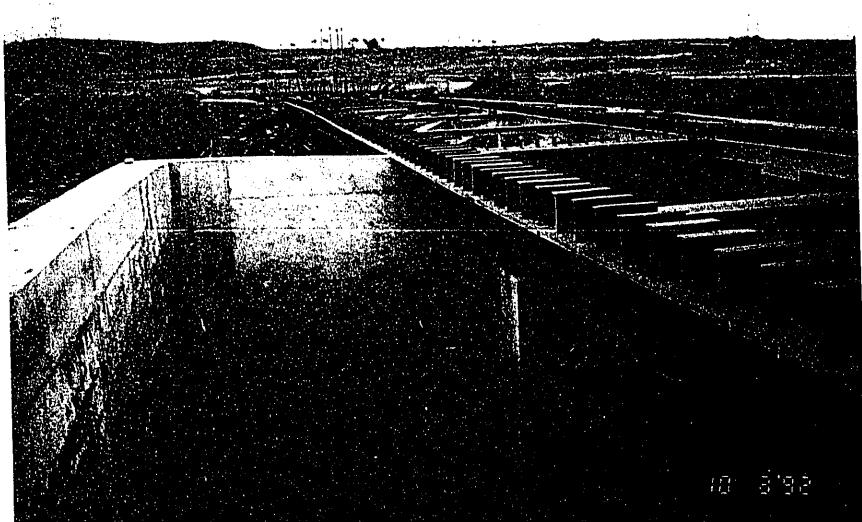
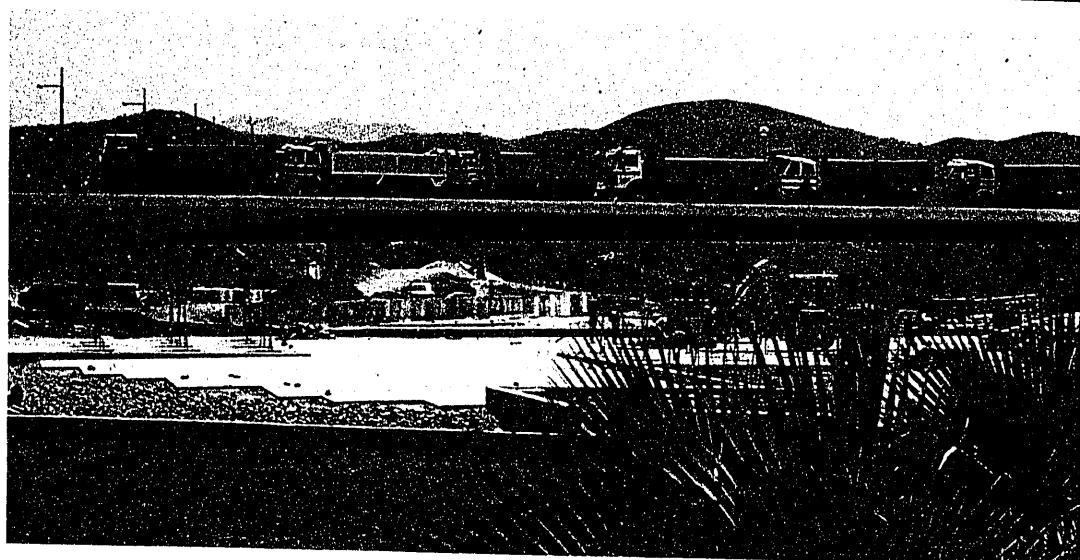


Fig. 19: Prueba de carga.



Proyecto Parque Tecnológico de Andalucía

■ Redactor del Proyecto y Director de las obras:	Carlos Miró Domínguez. Ingeniero de Caminos.
■ Asesoramiento aspectos geotécnicos y geomorfológicos:	Laboratorio de Geotecnia del CEDEX.
■ Contratista de las obras de urbanización:	Construcciones Vera, S. A.
■ Contratista de las obras de forestación:	Riegosur, S. A.
■ Fecha de comienzo de las obras:	Agosto de 1989.
■ Fecha de finalización de la urbanización 1.ª fase:	Septiembre de 1992.
■ Datos significativos de la urbanización:	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto de urbanización 1.ª fase: 5.000 millones de pts. • Superficie edificable: 60 Has. • Espacios verdes y áreas forestales: 98 Has. • Red viaria rodada: 12 Has. • Caudales de agua disponibles: 6.000 m³/día mediante doble red: riego y agua potable de bajo contenido en sales. • Potencia estimada, ocupación completa: 60.000 KVA. • Red de comunicaciones: Central digital conmutada y doble red interna, formada por anillos de fibra óptica y sistema convencional de cable, con doble acometida por parcela. • Red auxiliar de comunicaciones interiores.

2.4. Proceso constructivo

El proceso constructivo del puente siguió las siguientes fases:

- **Fase 1:** Excavación terreno existente hasta cota de cimentación. Ejecución del relleno de base de zapatas. Ferralla de las mismas. Muros laterales y biebla de estribo glorieta. Pretensado vertical del anclaje del tirante en estribo.
 - **Fase 2:** Ferralla y hormigonado del fuste de pila y tablero pretensado hasta mamparo incluido, con cimbra desde terreno existente.
- Simultáneamente a estas fases, construcción del cajón metálico en taller.
- **Fase 3:** Colocación del tablero metálico en zona de almas mixtas y hormigonado del resto de la sección, incluido fondo cajón, con cimbra desde el suelo.
 - **Fase 4:** Pretensado del tablero losa aligerada en primera fase hasta dos tercios de la fuerza total de tesado.
 - **Fase 5:** Colocación del resto de la sección metálica sobre apeos provisionales y muro frontal del estribo bulevar. Soldadura de junta de montaje. Nivelación y enrase de neoprenos en extremo del vano de compensación. Pretensado vertical en el anclaje del estribo bulevar.
 - **Fase 6:** Hormigonado del fondo cajón en estribo bulevar.
 - **Fase 7:** Hormigonado del resto de losa superior.
 - **Fase 8:** Resto pretensado y desapeos.
 - **Fase 9:** Colocación de bordillos, acera y pavimento. Colocación de la imposta y barandillas metálicas mediante nivelación precisa antes de fijar los elementos definitivamente.

Puente sobre la plaza central del parque

• Autores del Proyecto y Dirección de obra:	Francisco Millanes Mato. Javier Pascual Santos.
• Empresa Consultora:	José M. González Barcina.
• Empresa Constructora:	IDEAM S. A.
• Taller Metálico:	Construcciones Vera, S. A.
• Presupuesto Ejecución Material:	URSSA. 141.672.536. Ptas.
• Longitud.....	82,65 m.
• Anchura plataforma.....	13,00 m.
• Superficie total	1.074,45 m ²
• H-350.....	551,49 m ³
• H-250.....	1.192,40 m ³
• AEH-500 N	176.876 Kg
• Acero Corten	105,0 kg/m ²
• Acero A 42.....	33,7 Kp/m ²
Acero para pretensar.....	13.237 Kg