HORMIGÓN y acero

Nº 198

ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DEL PRETENSADO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

MIEMBROS PROTECTORES DE LA ASOCIACION TECNICA ESPAÑOLA DEL PRETENSADO

Dentro de nuestra Asociación existe una categoría, la de **"Miembro Protector"**, a la que pueden acogerse, previo pago de la cuota especial al efecto establecida, todos los Miembros que voluntariamente lo soliciten. Hasta la fecha de cierre del presente número de la Revista, figuran inscritos en esta categoría de **"Miembros Protectores"** los que a continuación se indican, citados por orden alfabético:

AGROMAN EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.—Raimundo Fernández Villaverde, 43. 28003 Madrid.

ALVI, S.A. (PREFABRICADOS ALBAJAR).—Orense, 10. 28020 Madrid.

ARPO EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.—Avda. de la Innovación, s/n. Edificio Espacio, planta 3.ª, mód. 4-7. 41020 Sevilla.

AUTOPISTAS, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.—Plaza Gala Placidia, 1. 08006 Barcelona.

CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L.—Grijalba, 9. 28006 Madrid.

CEMENTOS MOLINS, S.A.—C.N. 340, Km. 329,300. 08620 Sant Viçenc dels Horts (Barcelona).

CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACION DE OBRAS PUBLICAS (CEDEX). Gabinete de Información y Documentación.—Alfonso XII, 3. 28014 Madrid.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.—Almagro, 42. 28010 Madrid.

COLEGIO DE INGENIEROS TECNICOS DE OBRAS PUBLICAS.—Miguel Angel, 16. 28010 Madrid.

COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TECNICOS. Centro de Documentación "Josep Renat".–Bon Pastor, 5. 08021 Barcelona.

COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TECNICOS.–Santa Eugenia, 19. 17005 Gerona.

COL. LEGI OFICIAL D'ARQUITECTES DE CATALUNYA.–Plaça Nova, 5. 08002 Barcelona.

COMYLSA, EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.–Lagasca, 88. 28001 Madrid.

CONSULTECO, S.L.–Pintor Lorenzo Casanova, 26. 03003 Alicante.

C.T.T. STRONGHOLD, S.A.–Aribau, 185. 08021 Barcelona.

CUBIERTAS Y M.Z.O.V., S.A.–Parque Empresarial La Moraleja. Avda. de Europa, 18. 28100 Alcobendas (Madrid).

DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, S.A.–Avda. de Tenerife, 4-6. Edificio Agua. 1ª planta. 28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid).

DYWIDAG - SYSTEMS INTERNATIONAL, S.A.—Azor, 25-27. Polígono Industrial Matagallegos. 28940 Fuenlabrada (Madrid).

EMESA-TREFILERIA, S.A.—Apartado 451. 15080 La Coruña.

EMPRESA AUXILIAR DE LA INDUSTRIA, S.A. (AUXINI).—Padilla, 46. 28006 Madrid.

ENTRECANALES Y TAVORA, S.A. Biblioteca.—Cardenal Spínola, s/n. Edificio E. 28016 Madrid.

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.—Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

ESTEYCO, S.A.—Menéndez Pidal, 17. 28036 Madrid.

ESTUDIOS Y PROYECTOS TECNICOS INDUSTRIALES, S.A. (EPTISA).—Arapiles, 14. 28015 Madrid.

EUROCONSULT, S.A.–Apartado 99. 28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid).

FERROVIAL, S.A.–Príncipe de Vergara, 125. 28006 Madrid.

(Continúa en el int. de contraportada)

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

FUERZAS ELECTRICAS DE CATALUÑA, S.A.–Barcelona.
FUNDACION DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES.–Madrid.
G.O.C.S.A.–Orense.
GRUPO SGS Ciat.–Madrid.
HORMADISA, S.L.–Valga (Pontevedra).
IBERICA DE ESTUDIOS E INGENIERIA, S.A. (IBERINSA).–Madrid.
IDEAM, S.A.–Madrid.
IMECO, S.A.–Madrid.
INDAG, S.A.–Madrid.
INGENIERIA DE AUTOPISTAS Y OBRAS CIVILES, S.A.–Madrid.
INGENIERIA FLORS, S.A.–Grao de Castellón.
INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASOCIADOS, S.A.–Madrid.
INSTITUCIONES COLEGIALES PARA LA CALIDAD EN LA EDIFICACION.–Murcia.
INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIO DE CATALUNYA.–Barcelona.
INSTITUTO JUAN DE HERRERA.–Madrid.
INSTITUTO TURISTICO VALENCIANO, I.T.V.A.–Valencia.
J. CASTRO MATELO, S.A.–Sigueiro (La Coruña).
JUNTA DE CASTILLA Y LEON.–Consejería de Fomento.–Valladolid.
JUNTA DE CASTILLA Y LEON.–Dirección General de Transportes y Carreteras. Servicio de Gestión.–Valladolid.
LABORATORIO GEOCISA. Biblioteca.–Coslada (Madrid).
LABORATORIO DE INGENIEROS DEL EJERCITO.–Madrid.
LABORATORIOS DEL SURESTE, S.L.–El Palmar (Murcia).
LUIS BATALLA, S.A. (LUBASA).–Castellón de la Plana.
METALURGICA GALAICA, S.A.–Narón (La Coruña).
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS. SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA, TECNOLOGIA Y PROYECTOS.–Madrid.
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCION GENERAL PARA LA VIVIENDA Y ARQUITECTURA. SUBDIRECCION GENERAL DE NORMATIVA BASICA Y TECNOLOGICA.–Madrid.
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. SUBDIRECCION GENERAL DE NORMATIVA TECNICA Y ANALISIS ECONOMICO.–Madrid.
O.C.P. CONSTRUCCIONES, S.A.–Madrid.
POSTENSA, S.A.–BILBAO.
PRAINSA.–Barcelona.
PREFABRICADOS AGRICOLAS E INDUSTRIALES, S.A. (PRAINSA).–Zaragoza.
PREFABRICADOS DEL CEMENTO, S.A. (PRECESA).–León.
PREFABRICADOS DE HORMIGON, S.A. (CUPRE-SAPRE).–Valladolid.
PREFABRICADOS POUSA, S.A.–Santa Perpetua de Moguda (Barcelona).
PREVALESA, S.L.–Valencia.
RUBIERA, S.A. FORJADOS Y CUBIERTAS.–León.
RUBIERA BURGOS, S.A.–Burgos.
SERVICIO MILITAR DE CONSTRUCCIONES.–Barcelona.
SERVICIO MILITAR DE CONSTRUCCIONES.–Burgos.
SERVICIO TERRITORIAL DE CARRETERAS.–Gerona.
SESTRA, S.A.L.–Andoain (Guipúzcoa).
SOCIEDAD ANONIMA ESPAÑOLA TUBO FABREGA.–Madrid.
SPANDECK CATALANA, S.A.–Barcelona.
TECNICA Y PROYECTOS, S.A.–Madrid.
TERRATEST, S.A.–Madrid.
TIGNUS, S.A.–Valencia.
TUBERIAS Y PREFABRICADOS, S.A. (TYPSA).–Madrid.
UNIVERSIDAD DE CADIZ.–Algeciras (Cádiz).
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Biblioteca Universitaria.–Santander
UNIVERSIDAD DE LA CORUNA.–Biblioteca.–La Coruña.
UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA.–Rectorado.–La Coruña.
UNIVERSIDAD DE OVIEDO. Biblioteca Universitaria.–Oviedo.
UNIVERSIDAD POLITECNICA. Hemeroteca.–Valencia.
UNIVERSIDAD POLITECNICA.–E.T.S. de Ingenieros Agrónomos.–Departamento de Construcción y Vías Rurales.–Madrid.
UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA.–Pamplona.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

UNIVERSITAD DE GIRONA.–Girona.
VORSEVI, S.A.–Ingeniería y Control de Calidad.–Sevilla.
V.S. INGENIERIA Y URBANISMO, S.L.–Sevilla.

EXTRANJERO

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND.–Sao Paulo (Brasil).
COLTENSA, S.A.–Santa Fé de Bogotá. D.C. (Colombia).
FACULTAD DE INGENIERIA/UBA.–Estados Unidos de Norteamérica.
LABORATORIO DE ENGENHARIA DE ANGOLA.–Luanda (República Popular de Angola).
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.–Lima (Perú).
POSTES, S.A.–Lima (Perú).
PUENTES Y TORONES, LTD.–Bogotá (Colombia).
SWETS SUBSCRIPTION SERVICE.–2160 Lisse (Holanda).
UNIVERSIDAD CATOLICA DE QUITO. Biblioteca.–Quito (Ecuador).
UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO. Biblioteca Central.–Valparaíso (Chile).
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO. Biblioteca.–Mayagüez (Puerto Rico).

MIEMBRO CORRESPONDIENTE

ASOCIACION BOLIVIANA DEL PRETENSADO (A.B.P.).—La Paz (Bolivia).

* * *

AVISO IMPORTANTE

DISCUSION DE LOS ARTICULOS ORIGINALES PUBLICADOS EN LA REVISTA "HORMIGON Y ACERO"

Todos los artículos originales que se publican en "Hormigón y Acero", quedan sometidos a discusión y al comentario de nuestros lectores. La discusión debe limitarse al campo de aplicación del artículo, y ser breve (cuatro páginas mecanografiadas a doble espacio, como máximo, incluyendo figuras y tablas).

Debe tratarse de una verdadera discusión del trabajo publicado y no ser una ampliación o un nuevo artículo sobre el mismo tema; el cual será siempre aceptado para su publicación en nuestra Revista, pero con tal carácter.

Debe ofrecer un interés general para los lectores. De no ser así, se trasladará al autor del artículo al que se refiera, para que la conteste particularmente.

Los comentarios deben enviarse, por duplicado, a la Secretaría de la A.T.E.P., Apartado 19.002, 28080 Madrid, dentro del plazo de tres meses contados a partir de la fecha de distribución de la Revista.

El autor del artículo cerrará la discusión contestando todos y cada uno de los comentarios recibidos.

Los textos, tanto de las discusiones y comentarios como de las contestaciones de los autores de los correspondientes artículos, se publicarán conjuntamente en una Sección especial que aparecerá en las últimas páginas de la Revista.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

NOTA: Se concluye en este número 198 de "Hormigón y Acero" la publicación de los textos de las Comunicaciones presentadas a la XIVª Asamblea Técnica Nacional de la ATEP celebrada, en Málaga, durante los días 8 al 12 del mes de noviembre de 1993.

Se incluyen trece Comunicaciones presentadas al Tema III A "Realizaciones. Ingeniería Civil".

EL COMITE DE REDACCION

SERVICIO DE ESTUDIOS ESPECIALES

hormigón y acero n.º 198

índice

TEMA III A: "REALIZACIONES. INGENIERIA CIVIL"

Págs.

591-2-281 **Puente sobre el río Segura** 9-13
Pont sur la Rivière Segura.
Bridge over the Segura river.
J. Manterola Armisen; L. Fernández Troyano y A. Martínez Cutillas.

591-2-282 **Nueve puente del Pilar** 15-20
Nouveau "Pont du Pilar".
New "Puente del Pilar".
J. Manterola Armisen; L. Fernández Troyano; A. Martínez Cutillas y A. López Padilla.

591-2-283 **Pasarela peatonal de Plentzia** 21-25
Passerelle à Plentzia.
Footbridge in Plentzia.
J. Manterola Armisen; L. Fernández Troyano y J. Montero López.

591-2-284 **Pasos a distinto nivel de la M-40, en el tramo entre la carretera de Extremadura y la carretera de La Coruña** 27-34
Passages supérieures sur l'autoroute M-40 entre l'autoroute d'Extremadura et l'autoroute de La Coruña.
Overpasses in M-40 motorway between Extremadura motorway and La Coruña motorway.
L. Fernández Troyano; J. Manterola Armisen; J. Cuervo Fernández; A. Sevilla Bayal; C. Iglesias Pérez; J. Muñoz-Rojas Fernández y A. López Padilla.

591-2-285 **Pasos superiores del Centro de Transportes de Coslada** 35-38
Passage supérieur au Centre de Transport, à Coslada.
Overpasses in the Transportation Center, in Coslada.
L. Fernández Troyano; J. Manterola Armisen y J. Cuervo Fernández.

591-2-286 **Viaducto de La Albufera, en la M-30** 39-42
Viaduc de l'avenue de L'Albufera dans l'autoroute M-30 (Madrid).
"Avenida de La Albufera", viaduct in M-30 motorway (Madrid).
L. Fernández Troyano; J. Manterola Armisen y J. Muñoz-Rojas Fernández.

591-2-287 **Puentes mixtos de HORMIGON y hormigón** 43-49
Ponts mixtes BÉTON-béton.
Composite bridges CONCRETE-concrete.
J. Montaner Fragüet y J. M.ª López García.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-288 **Acueductos Val de la Olivera y barranco del Reguero, pertenecientes al canal de Sástago (Los Monegros)** 51-56
Aqueducs Val de la Olivera et barranco del Reguero, appartenants au canal de Sástago (Los Monegros).
Aqueducts Val de la Olivera and barranco del Reguero, belonging to the canal of Sástago (Los Monegros).
J.A. Llombart y J. Revoltós.

591-2-289 **Ampliaciones de puentes en arco** 57-79
Agrandissement de ponts en arc.
Enlargement of arch bridges.
J.A. Llombart y J. Revoltós.

591-2-290 **Puentes semiurbanos** 81-91
Ponts semiurbaines.
Semiurban bridges.
F. del Pozo Frutos; F.J. del Pozo Vindel; J.M. Arrieta Torrealba y L.M. Viartola Laborda.

591-2-291 **Puentes construidos por vanos sucesivos** 91-102
Ponts construits par portées successives.
Bridges built by consecutive spans.
F. del Pozo Frutos; F.J. del Pozo Vindel; J.M. Arrieta Torrealba y L.M. Viartola Laborda.

591-3-14 **Paso inferior de la Plaza de Castilla** 103-109
Passage inferieur sous la Place de Castille (Madrid).
Plaza de Castilla underpass (Madrid).
L. Fernández Troyano; J. Manterola Armisen; J. Cuervo Fernández y A. Sevilla Bayal.

591-9-53 **Traslado de la pasarela atirantada de la Plaza de las Glorias Catalanas** 111-116
Déplacement de la passerelle haubannée de la "Place de les Gloires Catalanes".
Removal of a cable-stayed footbridge from "Plaza de las Glorias Catalanas".
L. Fernández Troyano y J. Manterola Armisen.

NOTA: A continuación se incluyen los textos de dos de las Conferencias pronunciadas en la Jornada Técnica sobre "Prefabricación", celebrada con motivo de la Asamblea General Ordinaria de la ATEP, el 4 de mayo de 1995.

591-8-33 **La prefabricación en edificación. Estado del arte en España** 117-125
La préfabrication des bâtiments. L'état du art à L'Espagne.
Precast for buildings. State of the art in Spain.
M. Burón.

591-8-34 **La prefabricación en obras civiles. Estado del arte en España** 127-144
La préfabrication dans la construction civile: situation en Espagne.
The prefabrication for civil works: State of the art in Spain.
J.L. Lleyda.

EN PORTADA: Reproducción del Cartel anunciador de la XIVª Asamblea Técnica Nacional de la ATEP, que obtuvo el primer premio en el concurso al efecto celebrado.

AUTOR: *José F. Berlanga Ponce.*

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Normas que deben cumplir los artículos que se envíen para su publicación en "Hormigón y Acero"

1. CONDICIONES GENERALES

Los originales de los artículos que se desee publicar en "Hormigón y Acero", se enviarán a la Secretaría de la ATEP. Deberán cumplir rigurosamente las normas que a continuación se especifican. En caso contrario, serán devueltos a sus Autores para su oportuna rectificación.

Los que cumplan los requisitos exigidos pasarán al Comité de Redacción de la Revista el cual, previo informe y evaluación de su calidad por el correspondiente Cuerpo de Censores, decidirá si procede o no su publicación, sugiriendo eventualmente al Autor los cambios que, en su opinión, deben efectuarse para su final publicación en "Hormigón y Acero". Toda correspondencia en este sentido se mantendrá directamente con el Autor o primero de los Autores que figuren en el Artículo.

Los originales que por cualquier causa no fueran aceptados serán devueltos al Autor.

2. PRESENTACION DE ORIGINALES

Los originales se presentarán mecanografiados a doble espacio, por una sola cara, en hojas tamaño UNE A4. De cada artículo se enviará original y dos copias.

2.1. Título

El título, *en español, francés e inglés* deberá ser breve y explícito, reflejando claramente el contenido del artículo. A continuación se hará constar nombre y apellidos del Autor o Autores, titulación profesional y, si procede, Centro o Empresa en el que desarrolla sus actividades.

2.2. Resumen

Todo artículo deberá ir acompañado de un resumen, *en español e inglés,* de extensión no inferior a cien palabras (unas ocho líneas mecanografiadas) ni superior a ciento cincuenta palabras (doce líneas).

2.3. Gráficos y figuras

Los gráficos y figuras deberán ir numerados correlativamente en el orden en que se citen en el texto, en el cual deberá indicarse el lugar adecuado de su colocación.

Se presentarán delineados en tinta china negra sobre papel vegetal o sobre papel blanco, o en reproducibles de muy buena calidad. Todas las figuras llevarán su correspondiente pie explicativo.

Los rótulos, símbolos y leyendas deberán ser tales que, tras su reducción a la anchura de una o dos columnas de la Revista (setenta y dos o ciento cincuenta mm, respectivamente) queden letras de tamaño no inferior a 1,5 mm y sean, en todo caso, fácilmente legibles.

2.4. Fotografías

Se procurará incluir sólo las que, teniendo en cuenta la reproducción, sean realmente útiles, claras y representativas. Podrán presentarse en copias de papel opaco negro o en color, en negativo, o en diapositivas. Se tendrán en cuenta las normas sobre tamaño de rótulos y leyendas dadas en el punto 2.3 anterior. Irán

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

numeradas correlativamente y llevarán su correspondiente pie explicativo.

2.5. Tablas y cuadros

Cumplirán las proporciones y dimensiones indicadas para las figuras. Llevarán numeración correlativa, citada en el texto, y un pie con la explicación adecuada y suficiente para su interpretación directa.

2.6. Unidades

Las magnitudes se expresarán, preferiblemente, en unidades del Sistema Internacional (S.I.) según las UNE 5001 y 5002.

2.7. Fórmulas, letras griegas, subíndices y exponentes

En las fórmulas se procurará la máxima calidad de escritura y emplear las formas más reducidas siempre que no entrañen riesgo de incomprensión. Para su identificación se utilizará, cuando sea necesario, un número entre paréntesis a la derecha de la fórmula.

Se cuidará especialmente que todas las letras griegas, subíndices y exponentes resulten perfectamente identificables, procurando evitar los exponentes complicados y letras afectadas simultáneamente de subíndices y exponentes.

Cualquier expresión que, por su complejidad, pueda dar lugar a interpretaciones equivocadas, se presentará manuscrita. Se diferenciarán claramente mayúsculas y minúsculas y aquellos tipos que puedan inducir a error (por ejemplo, la / y el 1; la O y el cero; la K y la k, etc.).

2.8. Referencias bibliográficas

Las referencias bibliográficas citadas en el texto se recogerán al final del mismo dando todos los datos precisos sobre la fuente de publicación, para su localización.

Las citas en el texto se harán mediante números entre paréntesis. En lo posible, se seguirán las normas internacionales utilizadas generalmente en las diversas publicaciones, es decir:

Referencias de artículos publicados en revistas

Apellidos e iniciales del Autor o Autores; título del artículo; nombre de la publicación; número del volumen y fascículo; fecha de publicación, y número de la primera y última de las páginas que ocupa el artículo al que se refiere la cita.

Referencias de libros

Apellidos e iniciales del Autor o Autores; título del libro; edición; editorial, y lugar y año de publicación.

3. PRUEBAS DE IMPRENTA

De las primeras pruebas de imprenta se enviará una copia al Autor para que, una vez debidamente comprobadas y corregidas, las devuelva en el plazo máximo de quince días, con el fin de evitar el riesgo de que la publicación de su artículo tenga que aplazarse hasta un posterior número de "Hormigón y Acero".

En la corrección de pruebas no se admitirán modificaciones que alteren sustancialmente el texto o la ordenación del artículo original.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Puente sobre el río Segura

PROPIEDAD: MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES.

DIRECCION DE OBRA: Ing. José García León, Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia.

PROYECTO: CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L.

Ings. Javier Manterola Armisén, Leonardo Fernández Troyano, Antonio Martínez Cutillas.

CONSTRUCCION: FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

Ing. José Martínez Salazar.

El puente se encuentra situado en el Tramo 0 de la Autovía Murcia-Puerto Lumbreras, entre los P.K. 4 + 530 y 5 + 186 (Murcia), sobre la vega de inundación del río Segura, constituida por cultivos de regadío, fundamentalmente limoneros. En esta vega se encuentra el encauzamiento del río, el ferrocarril Madrid-Cartagena y la carretera Nacional N-344 desde Alcantarilla a las Torres de Cotillas.

Desde el primer estudio de soluciones quedó patente la necesidad de construir una estructura sobre toda la vega para, por un lado, salvar todas las interferencias mencionadas y por otro, provocar el mínimo impacto ambiental en una zona de gran riqueza agrícola.

I. TABLERO

El puente continuo de hormigón pretensado, posee una longitud total de 656 m. Está formado por dos tableros de 13,5 m de anchura, dejando una mediana de 3 m. En los 13,5 m se incluye la posibilidad de alojar tres carriles en cada dirección, que se dispondrán en el futuro. El puente queda así constituido por dos aceras, para alojar las defensas, de 0,5 m, y una calzada, de 12,5 m, para alojar los dos o tres carriles y sus arcenes correspondientes. Fig. 1.

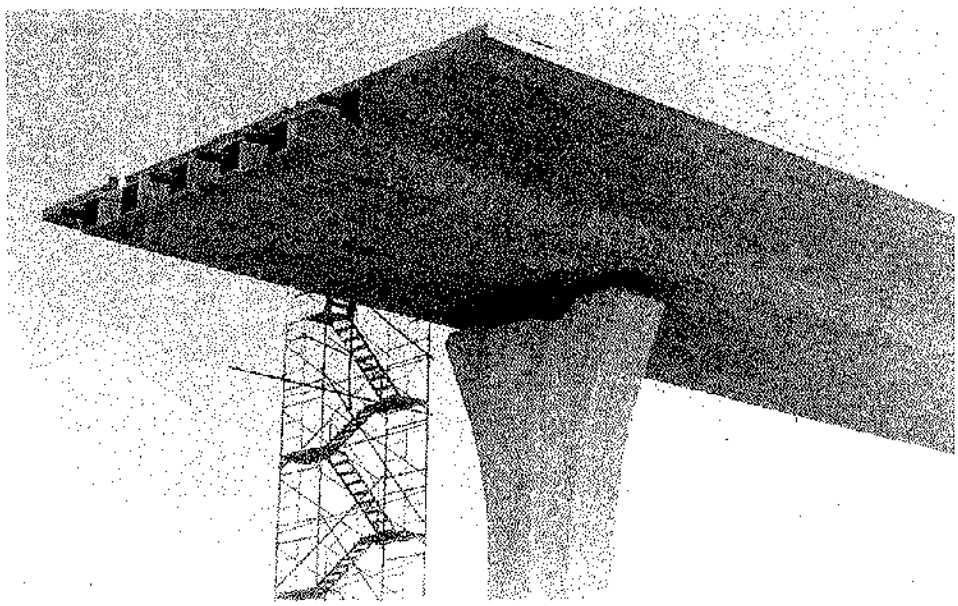


Fig. 1

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

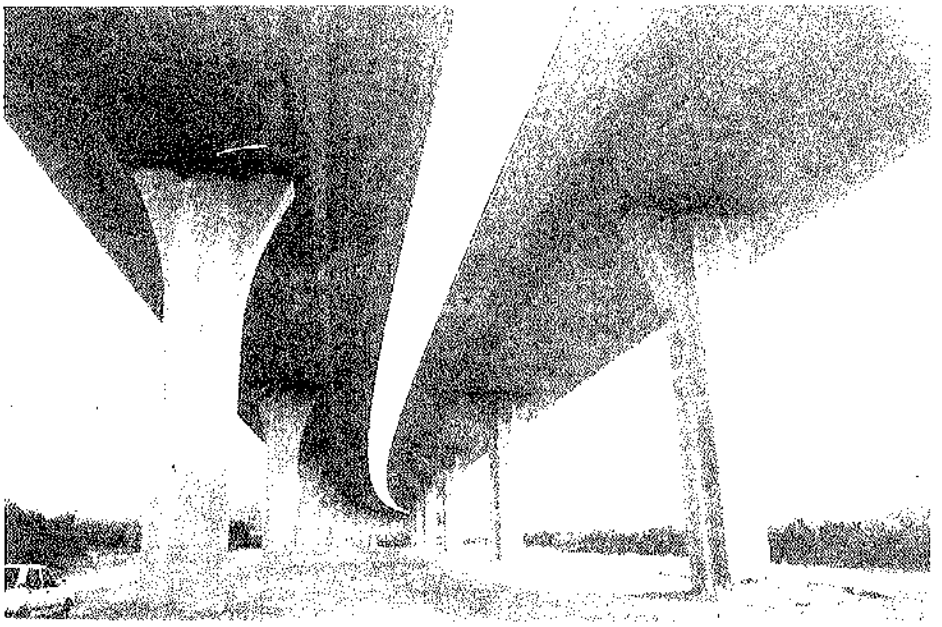


Fig. 2.

Longitudinalmente, el puente está dividido en tres tramos (I, II y III) de 236,375; 201,000 y 218,625 m de longitud, respectivamente, unidos por medio de apoyos a media madera sobre los que se disponen apoyos de neopreno-teflón y las correspondientes juntas de dilatación. Esta división longitudinal permite disminuir los esfuerzos provocados por las acciones horizontales originadas por las deformaciones impuestas y la acción sísmica, muy importante en esta región.

El tramo I está formado por un primer vano de 30,00 m de luz, un vano de 64,00 m sobre el cauce del río, cuatro vanos de 33,50 m, y 8,375 m que son parte de un vano de 33,50 m del tramo II. Fig. 2.

El tramo II está formado por seis vanos de 33,50 m de luz. Las juntas con los tramos I y III se encuentran a 8,375 m de los ejes de pilas.

El tramo III está formado, a su vez, por dos vanos de 33,50 m, cinco vanos de 34,00 m y el último de vano, de 24,00 m. Los 8,375 primeros metros del primer vano pertenecen al tramo II.

Cada uno de los tableros del viaducto está formado por una losa de 1,50 m de canto, con cuatro aligeramientos circulares de 1,10 m de diámetro.

Para mantener el mismo canto que en el resto del tablero, el vano de 64,00 m está formado por una estructura arco, con tablero inferior formado por los tableros-tipo unidos transversalmente por costillas, espaciadas 4,50 m, de sección rectangular, de 0,60 m de ancho, y variable de 0,60 a 0,70 en la zona de empotramiento al cordón inferior, y canto variable linealmente, desde 0,20 m por debajo del canto del cordón inferior del arco, hasta 1,50 m en el encuentro con los viaductos. Fig. 3.

La flecha del arco, medida desde los ejes del cordón superior al del inferior, es de 8,25 m. La

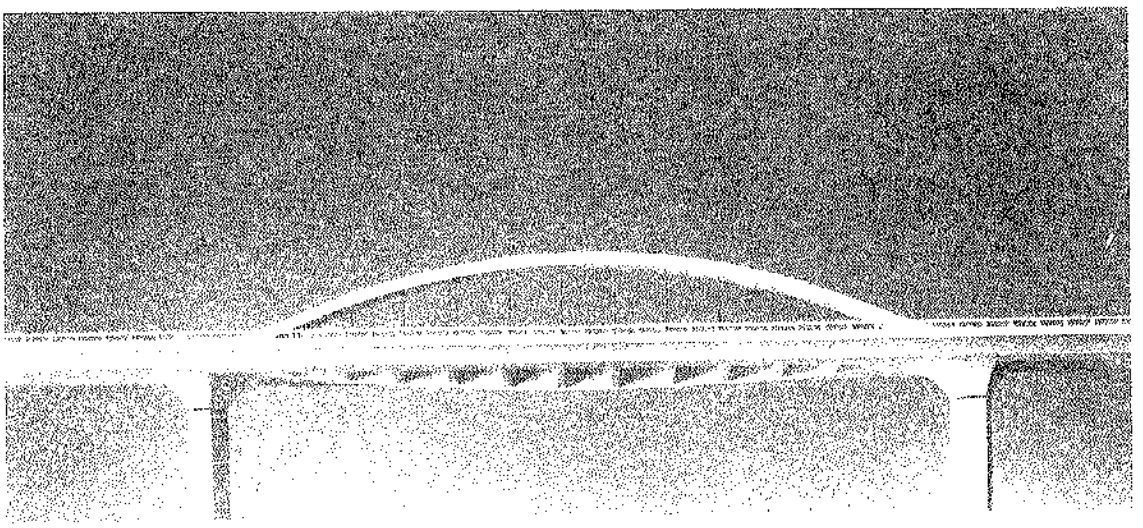


Fig. 3.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

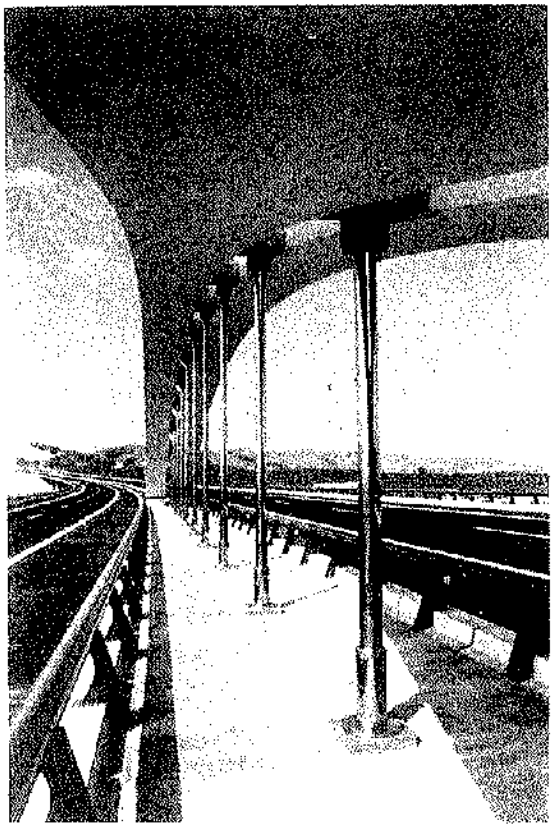


Fig. 4.

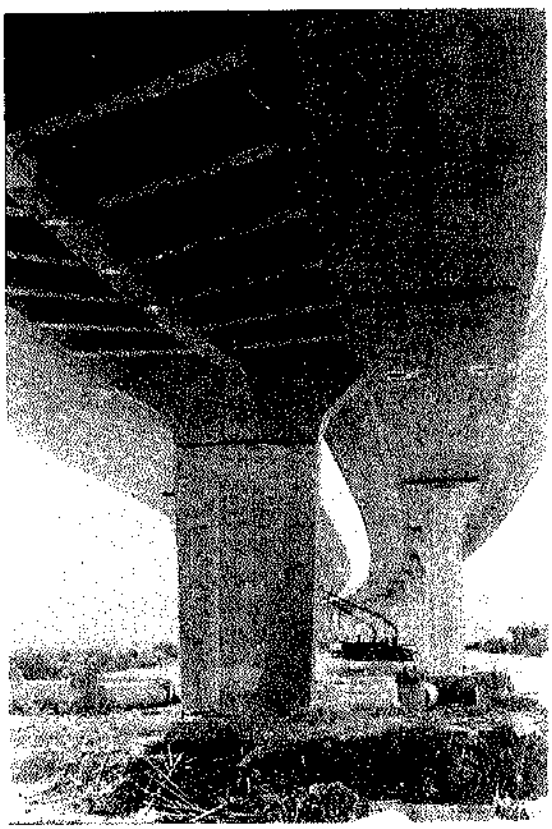


Fig. 5.

sección del cordón superior está formada por dos rectángulos, de 1,50 m de ancho y 1,00 m de canto cada uno, unidos cada 4,50 m por riostras, de 0,50 m de longitud y sección de 0,90 por 1,40 m, en donde se anclan los doce tirantes que lo conectan con el cordón inferior. El cordón inferior posee una sección trapecial, de canto variable de forma parabólica, desde los 3,00 m en la sección central, hasta los 1,50 m en las secciones extremas. Figs. 4 y 5.

II. PILAS Y CIMIENTOS

Cada uno de los apoyos del viaducto tipo está formado por una pila con un solo fuste prismático, obtenido como intersección de un prisma cuadrado, de 2,20 m de lado, y superficies cilíndricas de 0,50 m de radio en los vértices. La altura de los fustes es variable y por encima de ellos se dispone un cabezal que permite situar los apoyos de neopreno, separados 3,70 m entre sí.

La cimentación de las mismas se realiza o bien por pilotes o por zapatas, en cuyo caso se dispone un plinto, de altura variable y de sección cuadrada de 3 x 3 m que permite la transición entre el fuste visible y la cara superior de las mismas.

El arco se apoya sobre dos pilas cuya sección varía linealmente desde la base hasta el encuentro con el tablero. La sección se obtiene a partir de un rectángulo de 6,00 y 3,00 m de lado, cortado por arcos de circunferencia de 2,08 m de radio.

III. APARATOS DE APOYO

El tablero descansa sobre las pilas y los estribos mediante apoyos de neopreno, que serán especialmente aptos para resistir movimientos horizontales bruscos originados por el sismo en los estribos.

Los aparatos en los apoyos a media madera, que conectan los diferentes tramos del tablero entre sí, son de neopreno teflón.

IV. ESTRIBOS

La posibilidad de realizar el derrame de tierras por delante del estribo, permite el empleo de estribos abiertos, formados por dos cuchillos de canto variable, un cabezal de 1,10 m de canto junto a los muretes de guarda, y las aletas para permitir la transición con los terraplenes de acceso.

Las cimentaciones están formadas por zapatas rectangulares, en las que el canto es variable con

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

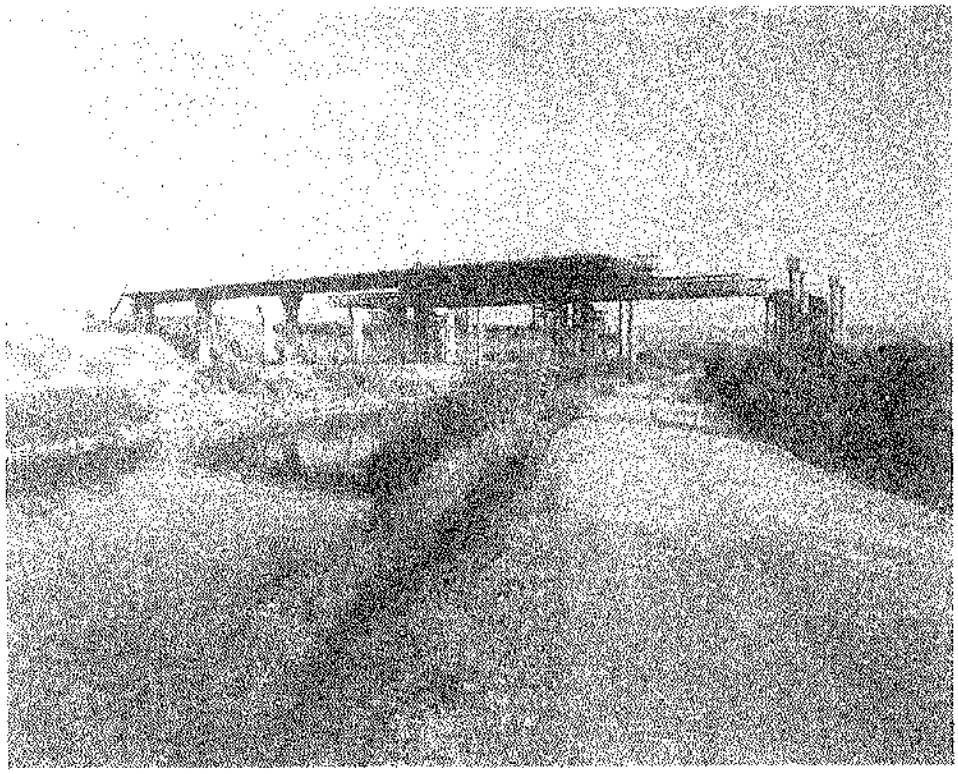


Fig. 6.

objeto de aumentar la seguridad frente al deslizamiento.

V. CONSTRUCCION

El procedimiento de ejecución adoptado en los viaductos tipo ha sido el empleo de cimbra autoportante, constituida por una estructura metálica que, apoyándose en la cimentación de las pilas, pueteam la luz de 33.50 m, que es la adoptada en el cuerpo principal del viaducto. De esta manera se estableció un procedimiento de ejecución, económico e industrializado, sólo válido para obras de gran longitud que permiten amortizar su coste. Fig. 6.

Con objeto de mantener el mismo proceso constructivo de los viaductos en la zona del arco, con una luz de 64,00 m sobre apoyos indirectos, fue necesario la construcción de tres pilas provisionales por viaducto, dos correspondientes a las secciones de las pilas definitivas y la tercera entre ambas, en medio del cauce del río Segura. De esta forma se consiguieron dos vanos de 32,00 m, que pudieron ser ejecutados de la misma forma que los demás. Fig. 7.

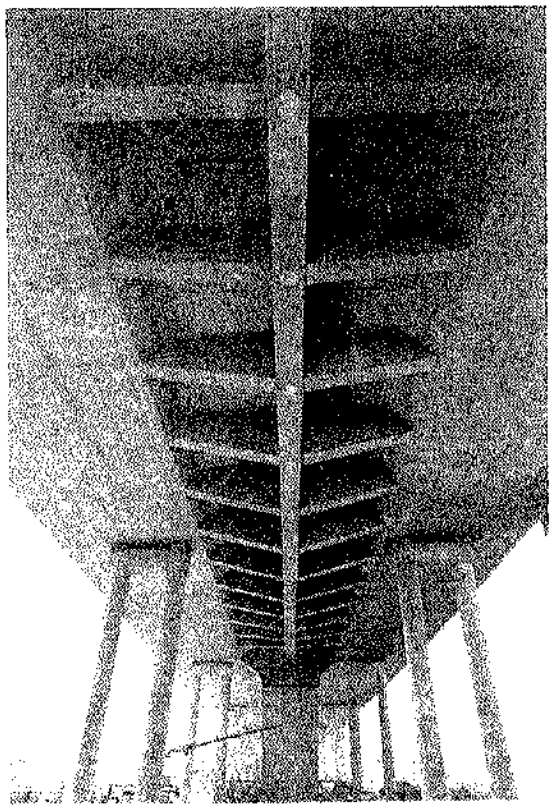


Fig. 7.

El resto de la sección transversal en la zona del arco, se construyó mediante un carro de dovelas que, apoyándose en los viaductos de ambas calzadas, permitió el hormigonado del cordón inferior del arco, costillas y resto de losa. De esta manera se consiguió la mínima interferencia en el cauce del río.

Una vez construida la sección transversal completa en la zona del arco, se procedió a construir

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

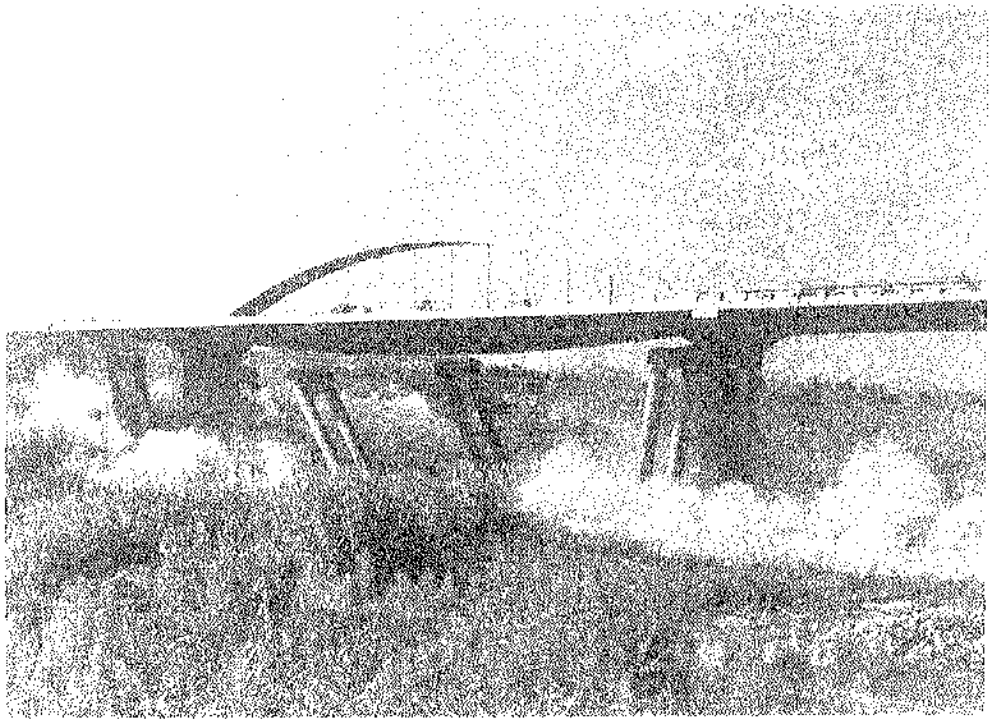


Fig. 8.

el cordón superior del mismo mediante cimbra que se apoyaba en la propia estructura.

Tras el descimbrado del cordón superior, se procedió a la puesta en carga, por etapas, de los tirantes. La aparición de diferentes esquemas resistentes durante la construcción del tablero en la zona del arco, hizo necesario el empleo de cables de pretensado de carácter provisional y el seguimiento de diferentes etapas para la puesta en carga de los definitivos, mientras los tirantes se llevaban a su carga final.

Por medio de gatos hidráulicos se liberaron los apoyos del tablero en las pilas provisionales y finalmente se demolieron mediante voladura controlada. Fig. 8.

RESUMEN

El puente sobre el río Segura se encuentra situado en el tramo 0 de la Autovía Murcia-Puerto Lumbreras, en Murcia.

Se trata de un puente continuo de hormigón pretensado, con una longitud total de 656,0 m, formado por dos tableros de 13,50 m de anchura, con una mediana de 3,0 m de ancho.

Longitudinalmente, se encuentra dividido en tres tramos por medio de juntas a media madera. Las luces principales oscilan entre 33,50 y 34,00 m. El tablero está formado por una losa aligerada de 1,50 m de canto. En el primer tramo, donde se encuentra el cruce del río, existe una luz principal de 64,00 m que se ha resuelto con una estructura arco con tablero inferior formado por los dos tableros unidos mediante costillas transversales, para mantener el mismo proceso constructivo y el canto del tablero.

Se detallan tanto las características estructurales como constructivas.

SUMMARY

The bridge over the Segura river is located in the Murcia-Puerto Lumbreras motorway, in Murcia.

It is a prestressed concrete continuous deck 656 m long. There are two independent decks 13,50 m wide with a 3,0 m wide median strip.

It is longitudinally divided into three parts by halved joints. The main spans vary from 33,50 m to 34,00 m with a constant depth of 1,50 m. In the first part there is a 64,0 m long main span. It has been solved with a lower deck arch structure. The two carriageways are joined together by transverse ribs. With this solution the same depth of the deck and the same construction procedure has been used.

The main structural and constructional characteristics are detailed.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

I CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE RIESGO SISMICO, CIRS-96
15 - 17 de enero de 1996 Guayaquil, Ecuador

INFORMACION GENERAL

Este primer Congreso Internacional sobre "Riesgo Sísmico", que ha sido organizado dentro del ámbito de la cooperación científica entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Lecce, Italia y la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, tendrá lugar en Guayaquil durante los días 15, 16 y 17 de enero de 1996.

El próposito de este Congreso es el de incrementar la cooperación entre ingenieros, investigadores y científicos latinoamericanos y del resto del mundo que esten involucrados en la Ingeniería Sísmica y sus campos afines.

Se presentarán los últimos adelantos en el campo de los nuevos materiales y de la nueva tecnología en la Ingeniería Sísmica.

TEMAS

Las Sesiones Técnicas del Congreso cubrirán los siguientes temas:

1.– Riesgo Sísmico.

2.– Control de Calidad de materiales de construcción.

3.– Evaluación del daño sísmico y mitigación de los desastres por sismo.

PROGRAMA CIENTIFICO

Se ha programado una Conferencia diaria. En ella, el Ponente General informará sobre el tema que será tratado en las Sesiones correspondientes a ese día. A continuación, el Presidente de las Sesiones ofrecerá un resumen de las Comunicaciones que en ellas vayan a exponerse y, seguidamente, se procederá a la presentación de dichas Comunicaciones, en dos Sesiones, una por la mañana y otra por la tarde.

El tiempo adjudicado a cada presentación es de 20 minutos, con 15 minutos de presentación y 5 minutos para discusión.

IDIOMA OFICIAL

El Inglés y el Español serán los idiomas oficiales para las presentaciones orales y lo textos escritos de las Comunicaciones.

SEDE DEL CONGRESO

El Congreso tendrá lugar en el Aula Magna de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.

CUOTA DE INSCRIPCION

La cuota de Inscripción al Congreso incluye la entrada a las Sesiones Técnicas, el Cóctel de Recepción, almuerzos, café y la Cena de Clausura del Congreso. Su importe será:

Para los Delegados	250 dólares USA
Para los Estudiantes	100 dólares USA

Las esposas de los Delegados están invitadas al Cóctel de Recepción y a la Cena de Clausura del Congreso.

PROCEEDINGS

Los Proceedings del Congreso serán entregados a los participantes en el momento de su inscripción.

EXPOSICION

Habrá una exposición de productos relacionados con el tema del Congreso, durante el transcurso del mismo, en la cual podrán participar constructores especializados, consultores y fabricantes. Se entregará a todos los Delegados participantes una lista de expositores y una breve descripción de los productos exhibidos.

Las Empresas interesadas en participar en esta Exposición deberán contactar con los Organizadores para informarse sobre los requisitos que deben cumplir.

PROGRAMA SOCIAL

Están programados diversos eventos sociales para los invitados al Congreso, con el fin de contribuir a que su estancia en el Ecuador, sea lo más placentera posible. Se recomienda a todos los acompañantes de los Delegados que participen en dichos Actos.

Los interesados en recibir una mayor información sobre este Congreso, deberán dirigirse a:

Secretaría CIRS-96
Estrella Cedeño
Relaciones Internacionales
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
Apartado 09-01-4671
Guayaquil - Ecuador
Tel.: 5934-206956/202130
Fax.: 5934-200071

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Nuevo puente del Pilar

PROPIEDAD:	EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA.
	Ings. José Enrique Ocejo Rodríguez, José Luis Cerezo Lastrada, Manuel Júlvez Herranz.
PROYECTO:	CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L.
	Ings. Javier Manterola Armisén, Leonardo Fernández Troyano, Antonio Martínez Cutillas, Amando López Padilla.
DIRECCION DE OBRA:	SERS, S.A. Ings. José Miguel Marco Tello, Joaquín Bernad Bernad CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L. Ings. Javier Manterol Armisén, Leonardo Fernández Troyano
CONSTRUCCION:	OCISA Ing. José Luis Oliveros Escamilla.

El puente se encuentra situado en la ciudad de Zaragoza, uniendo ambas orillas del río Ebro. Abraza al antiguo Puente metálico del Pilar, al que sustituye en cuanto al tráfico rodado, manteniendo al primero para tránsito peatonal, una vez reparado, lo que se hizo en la misma actuación.

En realidad, la obra la constituyen dos puentes de planta curva que partiendo de los accesos comunes, obligados, en las márgenes, se van separando entre sí recogiendo y potenciando en una orla al antiguo, a la vez que se crea un espacio urbano de notable valor.

La curvatura en planta no solo sirve para no asfixiar al puente antiguo sino que es la respuesta a las necesidades de acceso a la vialidad urbana en ambas márgenes. Fig. 1.

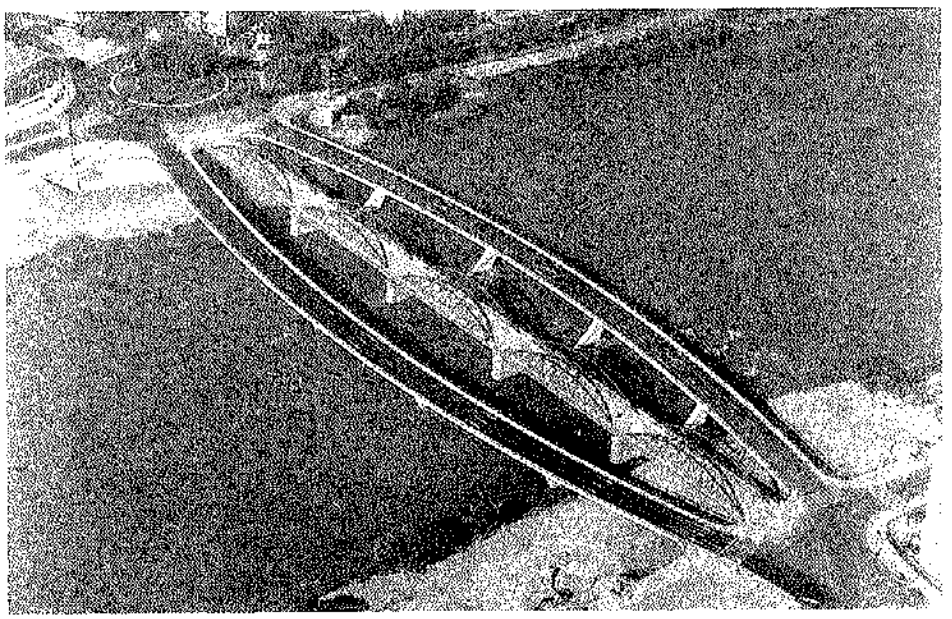


Fig. 1.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

El último compromiso de los nuevos puentes es no reducir la capacidad de desagüe del río. Esto se consigue colocando las pilas alineadas con las del puente viejo y reduciendo al máximo el canto de los tableros.

Los puentes tienen una longitud desarrollada de 238,64 m, distribuidos en cinco vanos de luces aparentes iguales, de 47,00 m, pero con desarrollos distintos, impuestos por la condición de alineación de sus pilas con las del viejo y por la curvatura en planta. Las longitudes desarrolladas de esos vanos son de 48,40 m para los vanos extremos, de 47,02 m para el central y de 47,27 m para los intermedios.

El radio en planta, en ambos, es de 460,00 m. Las plataformas son de 11,00 m de ancho, con una calzada de 9,00 m y dos aceras, que alojan a las defensas, de 1,00 m.

Los dos puentes son totalmente iguales.

dintel sobre las pilas, aumento que se consigue con una transición lineal en 4,70 m.

Encima de las pilas y estribos se disponen vigas riostras transversales, de 1 m de anchura.

El proceso constructivo del puente –procedimiento de empuje longitudinal– y el reducido canto del dintel, por razones estéticas e hidráulicas, ha determinado la necesidad de disponer dos vigas riostras intermedias en cada vano, de gran tamaño, para alojar los anclajes del pretensado, que variarán de situación provisional a definitiva.

El pretensado es de tres tipos. Un primer tipo, útil para las fases de proceso y servicio y cuyos anclajes están en el dintel, tanto en su losa superior como inferior.

Un segundo tipo de pretensado, utilizado en la fase de proceso constructivo y cuyos anclajes son todos practicables al estar ubicados en las vigas riostras intermedias en el vano.

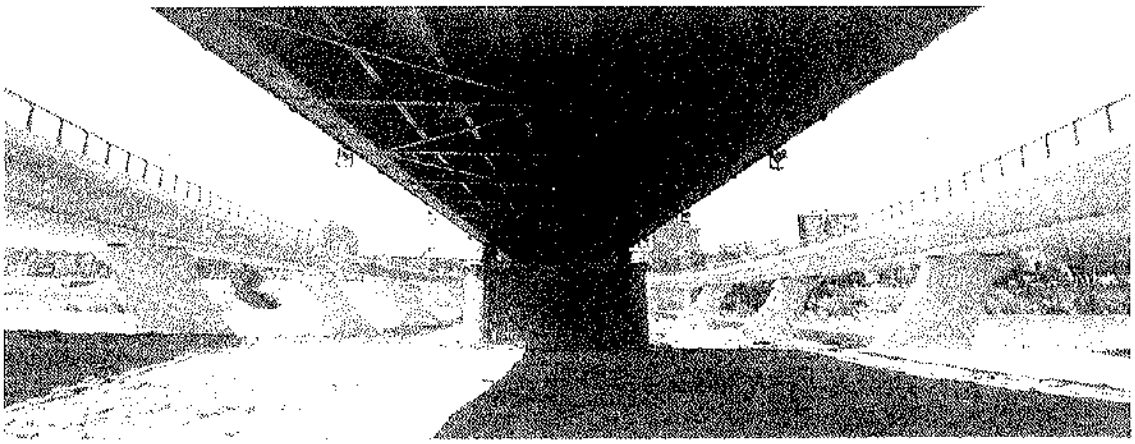


Fig. 2.

I. TABLERO

El dintel es continuo, de hormigón pretensado, de 1,8 m de canto constante y peralte transversal del 3%.

La sección transversal es un cajón trapecial, con una anchura en la losa superior, de 10,9 m, y una anchura de la losa inferior, de 5,6 m. Las almas están inclinadas, determinando un inter-eje en la losa inferior de 4 m, dimensión ésta fundamental para todo lo que se refiere a la sustentación del puente y a su construcción. Fig. 2.

La losa superior tiene dos voladizos laterales de unos 2,6 m de luz y la losa inferior también tiene unos pequeños tacones que vuelan desde las almas.

El espesor de la losa superior es de 0,20 m y el de las almas 0,4 m. La losa inferior tiene espesor constante de 0,2 m en la zona central de los vanos, pero crece hasta 0,42 m en el apoyo del

Un tercer tipo de pretensado, cuyos anclajes también se sitúan en vigas riostras intermedias, que sirven para la situación de servicio y que están constituidos por unidades utilizadas en el proceso y otras nuevas exclusivamente para la situación definitiva.

Todos son tendones de 15 cordones de 0,6".

II. PILAS

Las pilas tienen una forma trapecial curvilínea, con claro desplome hacia aguas arriba, las del puente situado aguas abajo del puente actual, y hacia aguas abajo, las del puente situado aguas arriba. Esta forma ha sido seleccionada con el fin de acentuar la dimensión espacial del puente nuevo, rodeando y orlando al antiguo.

El alzado está compuesto por dos cuerpos triangulares, definidos por los lados de la forma trapecial y por la diagonal de sus ángulos agudos.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

El cuerpo superior, con un espesor constante de 1,40 m, está limitado por un lado horizontal, de 5,00 m de longitud, que recibe al tablero y un segundo lado, formado por dos curvas de 15,00 y 30,00 m, que va desde el lado superior hasta el plinto de base, proyectando horizontalmente una longitud de 8,00 m. El tercer lado es la diagonal común. Fig. 3.

El cuerpo inferior es también triangular y queda limitado por la mencionada diagonal, por la base inferior horizontal que la une al plinto y por un tercer lado curvo de 30,00 m de radio. Su espesor es constante, de 1,00 m.

Las pilas están pretensadas verticalmente para hacer frente a las grandes flexiones que producen las cargas verticales del puente; y el encepado lo está horizontalmente para contrarrestar las flexiones producidas por los pilotes.

III. ESTRIBOS

Los estribos de los dos puentes forman una unidad con el del puente antiguo, sin que deje de diferenciarse entra la obra antigua y la nueva. Su

Fig. 3.

Los dos cuerpos quedan claramente diferenciados no solo por espesores sino porque el inferior está marcado con "berenjenos" horizontales.

La pila descansa sobre un plinto troncopiramidal, de 1,00 m de altura, que sirve de transición entre ésta y el encepado. Este plinto queda parcialmente visible con el nivel medio de las aguas.

El encepado tiene un ancho de 6,40 m y tiene un cuerpo central, de 2,00 m de espesor y 10,00 m de longitud, que se prolonga con dos formas trapeciales de canto variable, de 6,00 y 3,50 m de longitud.

Se cimentan sobre cuatro pilotes, de 1,50 m de diámetro, dispuestos en un rectángulo de 8,50 x 4,50 m.

planta es ligeramente curva y de una longitud de 105 m. En el centro se establece una discontinuidad, de donde emerge el estribo del puente antiguo, y en los bordes se relaciona con el muro de encauzamiento actual de la margen derecha, con la presencia de una discontinuidad, un pilar cilíndrico de 3 m de diámetro, que da sentido al cambio de dirección.

Dentro del estribo se diferencia, por medio de un resalto, un muro de 1 m de anchura, zona donde se apoya el dintel. Todo el estribo, salvo los dos ensanchamientos, pilar cilíndrico y apoyo del dintel, se recubre con mampostería dispuesta en hiladas horizontales, similar a la actualmente existente en el muro de encauzamiento.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

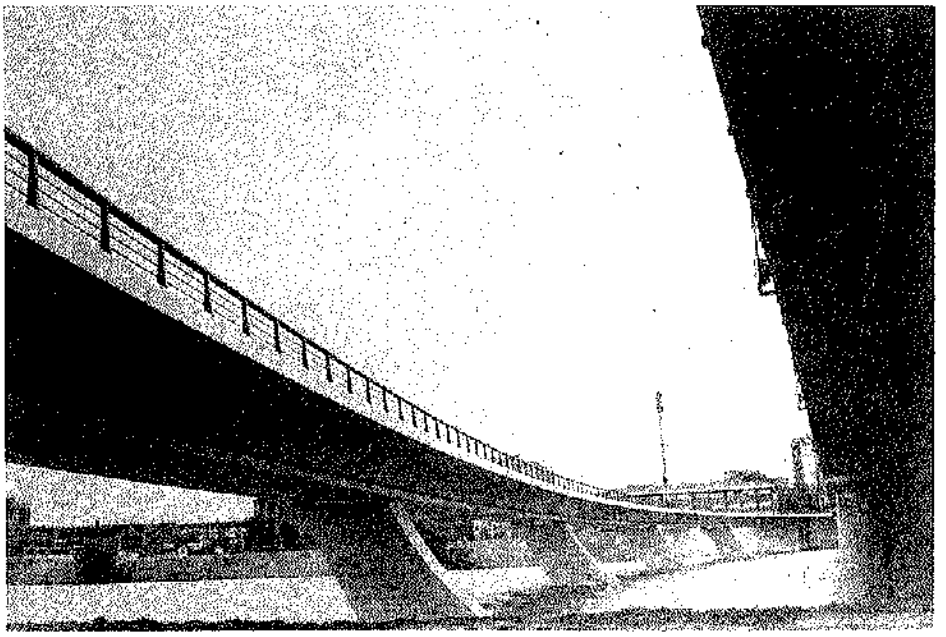


Fig. 4.

La sección transversal del estribo está constituida por un muro en "**L**" que se apoya sobre pilotes de 1,25 m de diámetro, que se disponen al tresbolillo. La parte horizontal del muro en "**L**" constituye su encepado. Bajo el dintel y en sus proximidades, así como bajo el soporte cilíndrico, se disponen pilotes de 1,5 m de diámetro.

Las dimensiones de la parte vertical del muro en "**L**" son de 0,4 m en coronación y 1,25 m en pie. El encepado de los pilotes es de 1,25 m de espesor. El estribo, el encepado y los pilotes son de hormigón armado.

En la parte superior del estribo se dispone una losa, de anchura variable, que establece una transición continua con el dintel, acoplando el reborde del mismo con el muro del estribo.

Encima del pilar cilíndrico, esta losa se ensancha en un voladizo circular de 6 m de radio, voladizo que no es sino la respuesta de la parte superior a la presencia del pilar. En su eje se levanta una columna de iluminación, de 33 m de altura, que servirá para iluminar los viales de tráfico del puente y de las plazas colindantes. Todos los parámetros vistos de hormigón se pintaron de color blanco agrisado.

IV. CONSTRUCCION

Fue voluntad expresa del Ayuntamiento y de la Comisaría de Aguas, ocupar el menor tiempo posible el lecho del río. En estas condiciones, se contemplaron dos procedimientos constructivos posibles; el avance en voladizo, atirantado desde la margen izquierda a la derecha, o el finalmente adoptado de utilizar la técnica del empujado. Los dos puentes se realizaron casi simultáneamente.

La cimentación de las pilas y sus alzados se realizaron en dos fases, impuestas por la necesidad de que las penínsulas artificiales necesarias no ocuparan más de la mitad del cauce. En primer lugar se iniciaron las de la margen izquierda y después las de la derecha. Se hicieron simultáneamente para los dos puentes.

Los pilotes se construyeron encamisados. Los encepados se construyeron dentro de un recinto impermeabilizado y desecado por medio de bombas. Los de los estribos se ejecutaron igual que los de las pilas. Sus encepados, y por tanto el muro, quedaban por encima del nivel de las aguas, por lo que no fué necesario tomar ninguna precaución salvo cuidar que no se descalzaran las cimentaciones de los muros existentes en la margen derecha.

Los tableros, como se ha dicho, se construyeron por el método de empujado. Fig. 4.

El parque de fabricación se instaló en la margen izquierda. el encofrado metálico curvo y la suela metálica de deslizamiento se colocaron tras el estribo. Los muretes que servían de apoyo a las suelas de deslizamiento se cimentaron sobre diez micropilotes de 50 t para evitar descensos en el parque. Tanto la suela como la curvatura y colocación de la parte inferior de los encofrados, que definen los tacones laterales en la losa inferior de la sección, se colocaron con precisión milimétrica.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

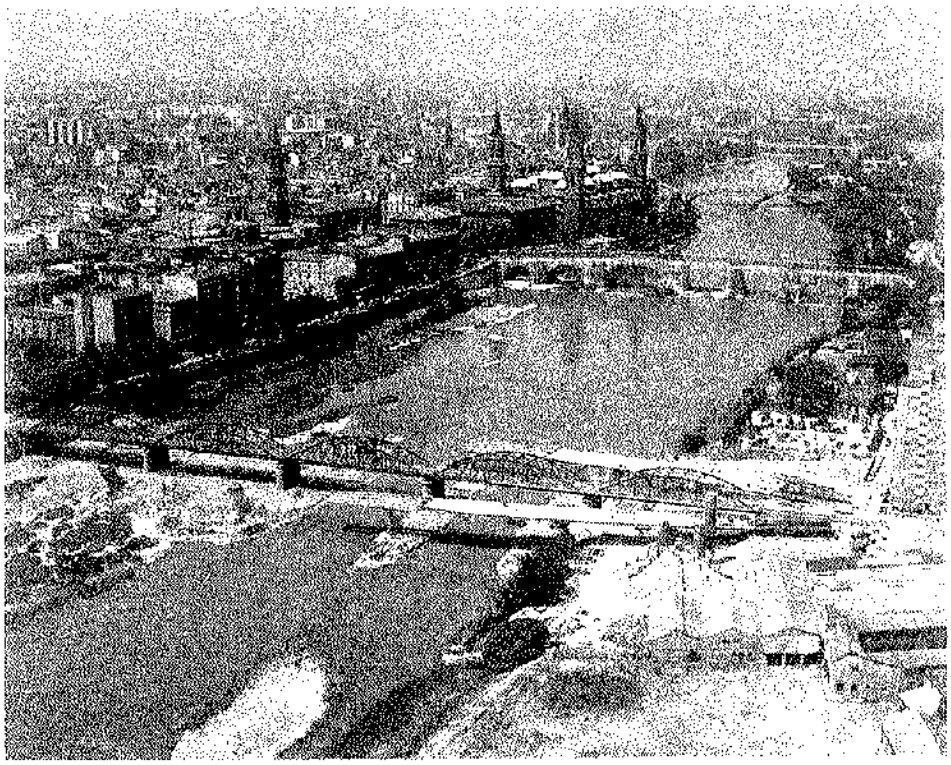


Fig. 5.

Los gatos de empuje se colocaron sobre dos macizos de hormigón, de 3,4 x 1 m, arriostrados sobre pilotes, situados a 21,00 m del eje del estribo y por delante de éste, al que estaban unidos por medio de dos vigas de 2,00 m de canto por 1,00 de ancho, de hormigón armado. Este elemento de apoyo tenía la misión de evitar el vuelco del dintel hasta que se alcanzó la primera pila.

En las primeras fases, se tiró de la dovela por medio de cables hasta que se obtuvo suficiente reacción vertical sobre los gatos.

Los apoyos provisionales para deslizamiento sobre las pilas fueron metálicos. Las guías laterales son fundamentales para la situación en planta y, singularmente, en un puente curvo. La precisión en la situación final fue también milimétrica.

Una vez lanzado todo el puente, se procedió a la sustitución de los apoyos provisionales por los definitivos. Esta operación de sustitución, como la de descender el puente a su cota definitva, se realizó con la ayuda de gatos de 500 t. Fig. 5.

La "nariz metálica" utilizada, para cada puente, tenía una longitud de 28,5 m y estaba formada por dos vigas de alma llena, de canto variable entre 1,50 y 3,00 m, arriostradas entre sí con un intereje de 4,00 m. Se construyó en tres módulos rectos formando una poligonal, pero los patines laterales inferiores eran curvos pues constituían la primera guía del puente.

Las longitudes de las dovelas variaban de unas a otras, motivado por la presencia de las riostras de anclaje del pretensado que estaban situadas simétricamente respecto a las pilas, en la situación definitiva. La necesidad de colocar estos macizos en la parte delantera de la dovela para que tuviera salida el encofrado, hacia atrás, hicieron que las longitudes variasen.

El tiempo de ejecución medio fue inferior a una semana por dovela.

Antes de realizar el cambio de apoyos, se procedió al hormigonado de las riostras sobre pilas, se descendió el puente a su cota definitiva y se procedió al tesado del pretensado de servicio y al destesado de los tendones provisionales.

RESUMEN

El puente se encuentra en la ciudad de Zaragoza, sobre el río Ebro, justo "abrazando" el antiguo puente metálico del Pilar, al que sustituye en cuanto a tráfico rodado, manteniéndose el primero para tránsito peatonal, una vez reparado.

Se trata de dos tableros de hormigón pretensado, de planta curva, con una longitud de 238,64 m en cinco vanos de luces aparentes de 47,00 m.

La sección del tablero es un cajón de canto constante de 1,8 m.

Las pilas poseen una forma trapecial curvilínea en desplome, también construidas con hormigón pretensado.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

La construcción se realizó por dovelas in situ empujadas longitudinalmente.

SUMMARY

The bridge is located in the city of Zaragoza over the Ebro river. It is "embracing" the old "Puente del Pilar" made of steel, which is now being used by pedestrians after it was repaired. The new one is being used for vehicle traffic.

The new bridge is made of two prestressed concrete continuous decks with a curved plan. Their length is 238,64 m and they have five spans 47,00 long. The box girder is 1,8 m depth.

The piers, with a curvilinear shape, are leant and they are also made of prestressed concrete.

Both decks are formed by segments cast-in place which were incrementally launched from one of the riversides.

* * *

CONFERENCIA INTERNACIONAL Y EXPOSICION sobre "DISMINUCION DE LOS DESASTRES NATURALES".– NDR'96 5 al 8 de marzo de 1996, Washington, DC, USA

El objetivo de la Conferencia Internacional y Exposición sobre "Disminución de los desastres naturales (NDR'96)" es promover y asegurar el papel de la ingeniería civil, a través de su interacción con otras disciplinas ingenieriles, ciencias, etc., en prevenir, mitigar, prepararse para, y recobrarse de, los perjuicios que los desastres naturales ocasionan en los edificios y en el medio ambiente, incluyendo consideraciones institucionales, socio-económicas, políticas y de salud pública.

NDR'96 está organizada bajo los auspicios de la Década Internacional de las Naciones Unidas para la Disminución de los Desastres Naturales (IDNDR), y como tal, en ella intervendrán técnicos de los diversos países. NDR'96 será la contribución de los Estados Unidos al propósito de IDNDR.

LUGAR

Washington, DC, la capital de los Estados Unidos, ha sido elegida para la celebración de la NDR'96. Por ser la sede del gobierno de los Estados Unidos, donde se toman muchas decisiones sobre temas impactantes relacionados con la disminución de los desastres naturales, se estima que es un lugar muy apropiado para celebrar la NDR'96. Por otra parte, Washington también tiene el Monumento Washington, Lincoln Memorial, los Archivos Nacionales, el Instituto Smithsonian, y otras muchas atracciones.

PROGRAMA DE LA CONFERENCIA

La conferencia tendrá Sesiones Plenarias para la presentación de algunas Comunicaciones destacadas, y otras Sesiones simultáneas. Las comunicaciones enviadas serán revisadas por un grupo cualificado, y los resúmenes de aquellas que sean aceptadas serán incluidos en un volumen, que se podrá conseguir en la Conferencia. Habrá también una sesión de posters ya que los temas de la Conferencia dan pie a buenas presentaciones gráficas. Por otra parte, se celebrarán mesas redondas para poder discutir sobre los temas principales.

EXPOSICION

En la NDR'96 habrá una exposición en la que participarán diseñadores, fabricantes y suministradores de equipos, material de ordenador, etc.; ingenieros; científicos; investigadores; economistas; diseñadores; constructores y otros muchos.

Los interesados en recibir mayor información sobre esta Conferencia, deberán dirigirse a:

Conferences and Conventions Department
American Society of Civil Engineers (ASCE)
345 East 47th Street
New York, NY 10017, U.S.A.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-283

Pasarela peatonal de Plentzia

PROPIEDAD:	DIPUTACION FORAL DE VIZCAYA.
DIRECCION DE OBRA:	Ing. Carlos Estefanía Angulo. Diputación Foral de Vizcaya.
PROYECTO:	CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L.
	Ings. Javier Manterola Armisén, Leonardo Fernández Troyano, José Montero López.
CONSTRUCCION:	FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
	Ings. José Manuel López Saiz, Luis Viñuela Rueda, Javier Torres.

Hasta la construcción de la nueva pasarela, la comunicación entre las dos márgenes de la ría en Plentzia (Vizcaya), se realizaba por un puente de fábrica antiguo, en situación precaria, sucesivamente reformado por sus continuas roturas por problemas de socavación de los cimientos.

Tras la construcción de la nueva pasarela se demolió el puente antiguo, restituyéndose la comunicación peatonal directa entre el pueblo y la estación de ffcc.

Es una estructura metálica en arco, con tablero inferior de 117,60 m de luz libre entre apoyos y 122,60 m de longitud metálica total. La anchura es ligeramente variable, con máximo de 10 m entre las intersecciones de los ejes de arco y tablero en ambos lados. Fig. 1.

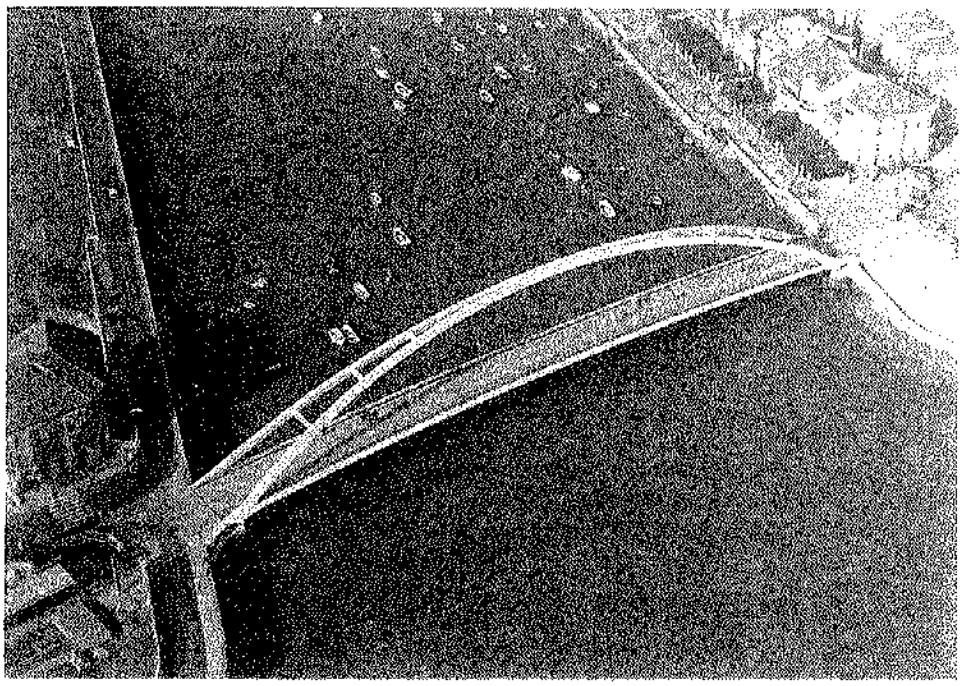


Fig. 1.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

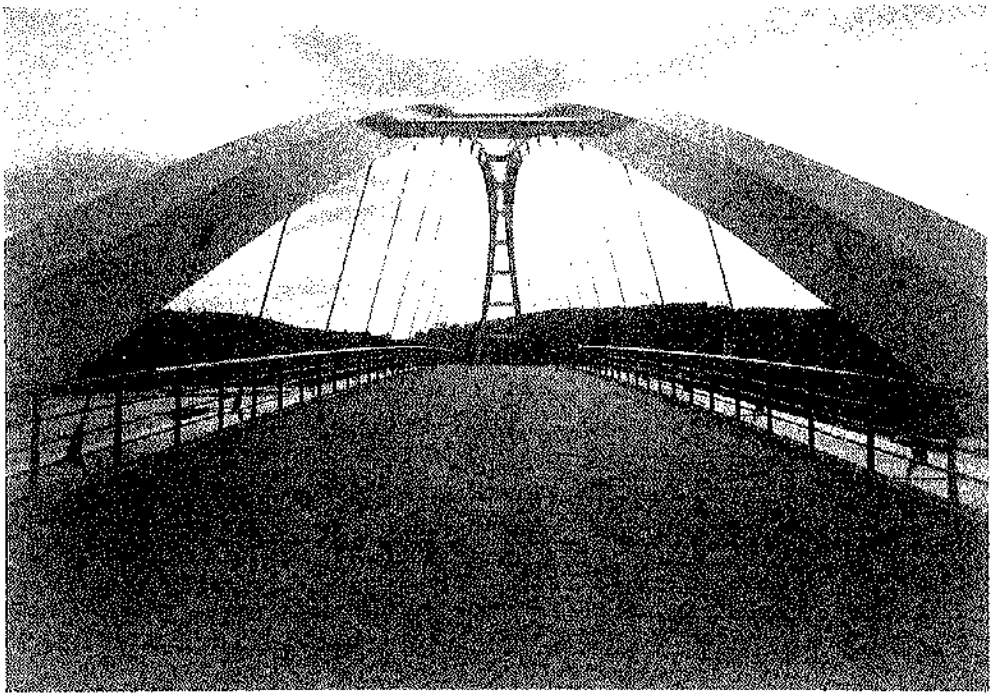


Fig. 2.

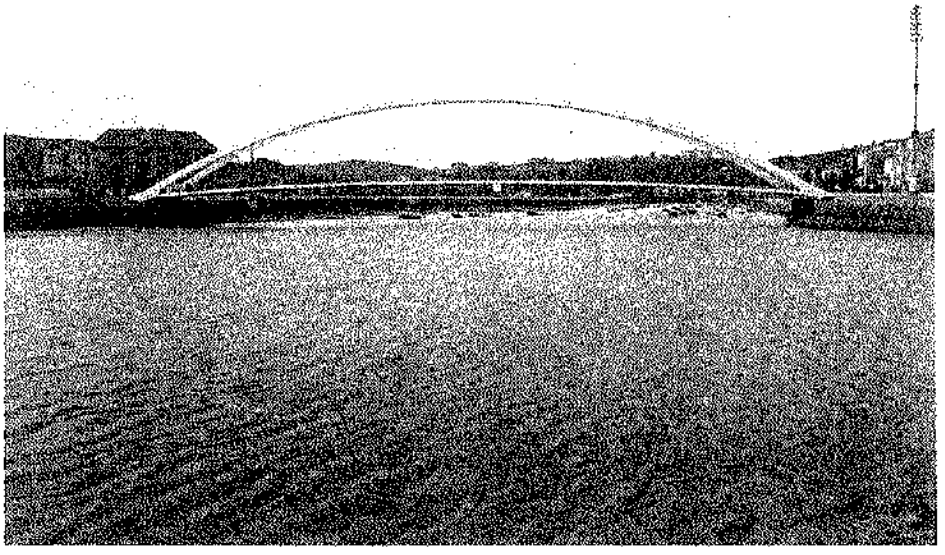


Fig. 3.

Los dos arcos que soportan la pasarela no están situados en un plano vertical sino que se instalan sobre planos inclinados 14,1911° (15,7679 g) respecto a la vertical, lo que confiere a la pasarela una sección transversal trapecial. En su plano, los arcos son circulares, con radio de 105,2937 m, lo que le proporciona una flecha, en el centro de la luz, de 17,947 m, que proyectada sobre el plano vertical es de 17,40 m. La sección transversal de los arcos es una sección cajón, de 1,20 m por 0,80 m y chapas de 25 y 20 mm de espesor. Fig. 2.

Los arcos se arriostran transversalmente por vigas de sección cajón, de 0,70 x 0,40 m y espesores de chapa de 20 y 15 mm.

I. TABLERO

El tablero es una estructura mixta constituida por dos vigas metálicas laterales de sección cajón, de 50 cm de canto y 82,518 cm de anchura. Su sección es un paralelogramo, con tapa y fondo horizontales y caras laterales situadas en el plano

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

inclinado que determinan los arcos. El espesor de sus chapas es de 20 y 15 mm. Su trazado en el plano inclinado definido por los arcos es un círculo de 699,5574 m de radio, con flecha en el centro, de 2,4750 m, que proyectada en el plano vertical es de 2,4 m.

Arcos y vigas laterales se sitúan en el plano inclinado 14,1911° respecto a la vertical. Fig. 3.

Entre las vigas laterales se disponen una serie de vigas transversales, separadas entre sí 2,4530 m, de sección en doble "T" y canto variable entre 0,34 m en su unión con la viga lateral, y 0,39 m en el centro de la luz. Estas vigas son de longitud variable a lo largo del tablero, como consecuencia del ángulo de inclinación del plano en que se instalan arco y vigas laterales, y el trazado curvo en alzado del tablero. En el apoyo del arco, la luz de estas vigas transversales, entre ejes, es de 10 m en el centro de 8,7860 m.

Sobre estas vigas se dispone un tablero de hormigón conectado a las vigas, lo que les confiere su dimensión de estructura mixta.

El tablero está formado por una losa de hormigón, construida sobre una chapa grecada, empleada como encofrado perdido, con el canto máximo de 0,16 m.

Los conectadores entre las vigas metálicas y el tablero son de 22 mm de diámetro y 100 mm de altura.

En su unión con el arco, la viga transversal del tablero cambia a una sección cajón, de 84 cm de canto en el eje y 40 cm de anchura. Esta viga, además de cumplir su misión como tal, sirve para recoger el empuje lateral que establece la inclinación de los arcos.

El tablero se prolonga 2,50 m más a cada lado de los apoyos de la pasarela.

Todo el acero de arcos y tablero es de A42b.

II. TIRANTES

La vinculación entre arco y tablero se realiza por medio de 46 tirantes formados por cables helicoidales galvanizados, de 1 5/8" y terminales pasivo y activo dispuestos, respectivamente, en arco y tablero.

La pasarela se apoya sobre los estribos por medio de apoyos de neopreno zunchado, de 600 x 450 x 84 (60) mm.

Sobre el tablero de hormigón se dispone un pavimento de 4 cm de espesor, formado por losetas de 30 x 30 cm, aproximadamente, de color gris claro, lisas, con raya central más oscura.

Lateralmente, se disponen dos canalizaciones autoportantes entre vigas transversales, para alojar en una de ellas 3 tuberías de 150 mm y una de 250 mm en la otra.

Toda la parte metálica está pintada de color blanco mezclado con un poco de gris, comprendiendo arco, tablero, barandilla y bordillos. Las canalizaciones laterales se pintaron de color azul o gris.

III. ESTRIBOS

La pasarela se apoya sobre dos estribos macizos, de hormigón armado, cimentados cada uno de ellos sobre seis pilotes, dos de 1.500 mm de diámetro y cuatro de 100 mm de diámetro.

La forma del estribo es trapecial en planta, con bordes curvos para acoplarse a la oblicuidad que forma el eje de la pasarela con los bordes de la canalización. Salvo en dos elementos verticales situados para recoger la carga directa de la pasarela, el resto del estribo está recubierto de mampostería.

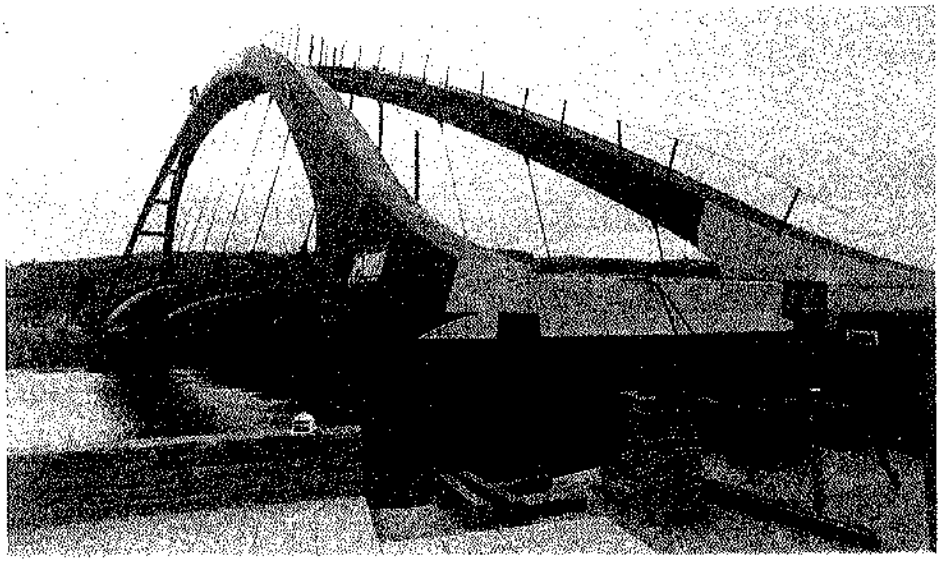


Fig. 4.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Junto a la pasarela propiamente dicha se disponen muros laterales que reponen la eliminación de puente y estribos antiguos, así como prolongan la canalización actual de la ría en la margen izquierda de la misma. Estos muros se cimentan sobre escollera, con unidades de peso mínimo de 100 kg. La escollera alcanza una profundidad de 2,00 m. Sobre ella se dispone una gran zapata de hormigón en masa, ligeramente armado, sobre la que se sitúa un muro de hormigón armado de 0,60 m de espesor. Este muro, al igual que los estribos, se recubre de mampostería. En la margen derecha y para acomodar el estribo actual de la pasarela a la vialidad existente, se prolongó la alineación con terraplén recubierto de escollera.

IV. CONSTRUCCION

Dado que la posición de la nueva pasarela se encontraba en situación paralela al puente antiguo, con su eje situado a 8 m de su borde de aguas arriba, su construcción se realizó desde el puente antiguo.

La pasarela se montó, en una de las márgenes, en cinco elementos que sucesivamente se alineaban y empujaban hasta ponerlos en posición sobre el puente antiguo. Fig. 4.

Al mismo tiempo, se construyeron los estribos y los muros de ribera.

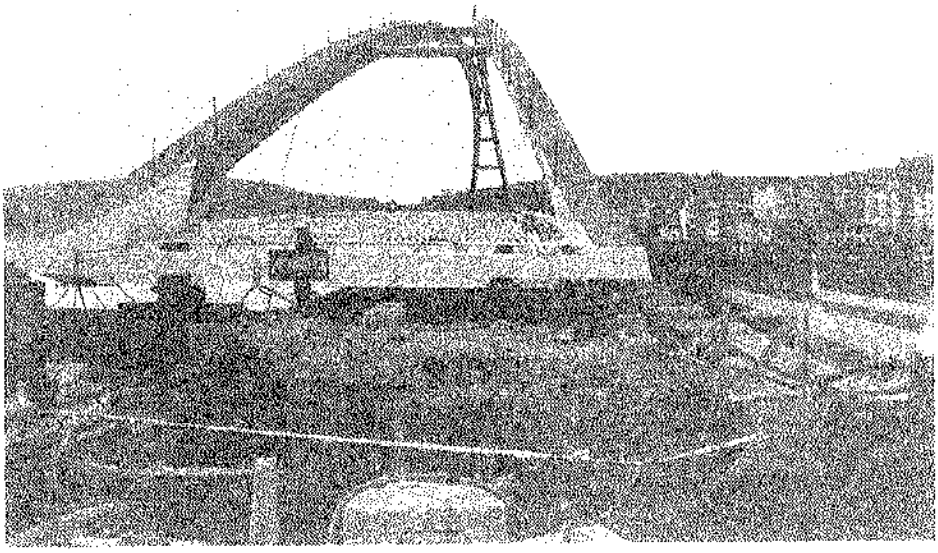


Fig. 5.

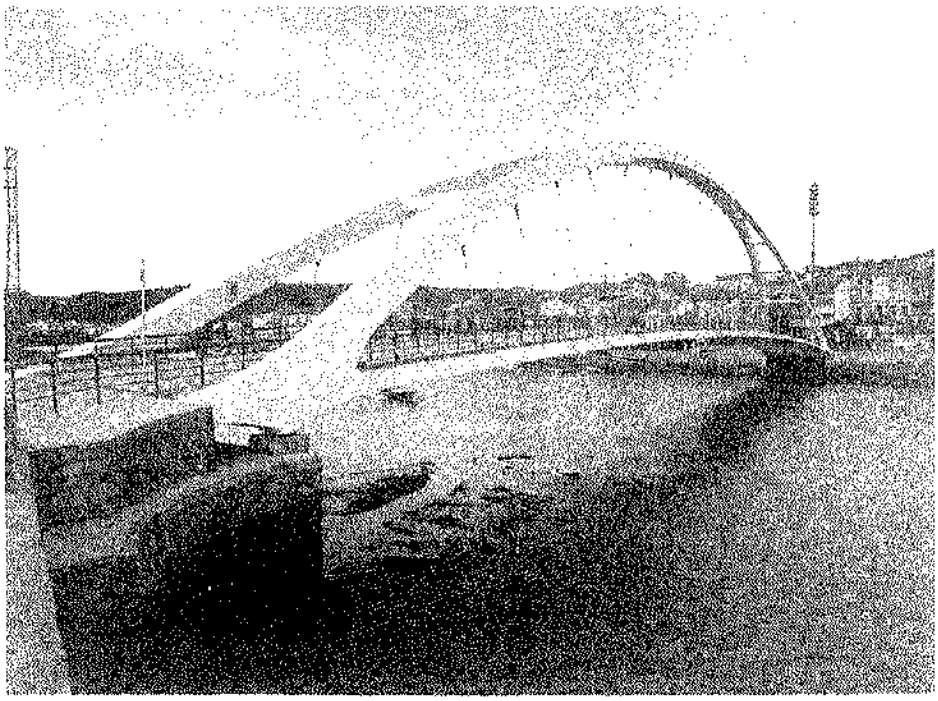


Fig. 6.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Para evitar la interrupción del tráfico peatonal se construyó una pasarela provisional. Fig. 5.

Una vez finalizadas las operaciones de montaje, se procedió al desplazamiento transversal, en primer lugar, y posteriormente vertical.

Estos movimientos se realizaban, a pequeños intervalos, con la ayuda de gatos y calzos de madera, hasta el posicionamiento final de la pasarela sobre los apoyos en los estribos. Fig. 6.

RESUMEN

La pasarela que se describe sustituye a un antiguo puente de fábrica, en situación precaria, situado en la ría de Plentzia, en Vizcaya.

Se trata de una estructura metálica en arco, con tablero inferior de 117,60 m de luz libre.

Está formada por dos arcos en planos inclinados, arriostrados transversalmente por riostras en sección cajón.

El tablero está constituido por una estructura mixta hormigón-acero formada por dos cajones metálicos longitudinales, vigas transversales y una losa de hormigón de 0,16 m de canto máximo.

La vinculación entre el arco y el tablero se realiza por 46 tirantes formados por cables helicoidales galvanizados.

SUMMARY

The footbridge described has replaced an old stone bridge in bad conditions located in the Plentzia Estuary in Vizcaya.

It is a bow-string structure made of steel with a free span of 117,60 m.

It has two arches in two inclined planes which are tied transversely by box struts.

The lower deck is a composite steel concrete structure formed by two longitudinal box girders, transverse beams and a concrete slab with a maximum depth of 0,16 m.

The upper arches and the deck are joined by 46 stays hangers made of galvanized helicoidal cables.

* * *

COLOQUIO de la IABSE sobre "BASES DE CALCULO Y ACCIONES SOBRE ESTRUCTURAS" DOCUMENTOS DE APOYO Y APLICACIONES DEL "EUROCODIGO 1" 27 al 29 de marzo de 1996

INTRODUCCION

El Eurocódigo 1 está en proceso de publicación en varias Partes como ENV (Prenormas Europeas). Presenta las bases de cálculo y las acciones que se deben tener en cuenta en el cálculo de estructuras de cualquier clase de material. Es, por lo tanto, un documento de gran importancia para la seguridad y economía de edificios y otras estructuras de ingeniería civil. El Coloquio ofrecerá la oportunidad de intercambiar información y experiencias relacionadas con el Eurocódigo 1. El propósito del Coloquio es facilitar la utilización de la versión ENV del Eurocódigo 1 y recoger sugerencias para su futuro desarrollo y perfeccionamiento.

OBJETIVOS

Los objetivos del Coloquio son:

- Presentar las Partes del Eurocódigo 1 que están disponibles como ENV.
- Presentar y discutir los correspondientes documentos de apoyo.
- Presentar ejemplos de aplicación y discutir su utilización en la práctica.
- Discutir posibles correcciones y perfeccionamientos durante la etapa de "Prenorma".
- Discutir el proceso de preparación de las Partes pendientes de redacción del Eurocódigo 1 y las relacionadas con otros Eurocódigos.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

– Revisar las normas vigentes en los distintos países, con la intención de armonizar los códigos relativos a bases de cálculo y acciones en las estructuras.

PROPOSITO

En la Conferencia Internacional en Davos, en 1992, se presentó el borrador del Eurocódigo 1: Parte 1, junto con los borradores de otros Eurocódigos. Se ha progresado mucho desde entonces y las Partes principales del Eurocódigo 1 se aprobaron en 1994. A partir de esa fecha se ha estado trabajando en la preparación de las Partes restantes, que se espera estarán disponibles para finales de 1995.

En el Coloquio se hará una revisión general del Eurocódigo 1 y de su estado actual de desarrollo. Se describirá su utilización en el proyecto y cálculo de estructuras de acero, hormigón, madera y mampostería. Se prestará especial atención a la determinación de acciones en el cálculo estructural. Se discutirán temas específicos relacionados con los problemas geotécnicos, el cálculo de puentes y la resistencia al fuego.

En el Coloquio se comentará también la evolución de los Códigos de otros países Americanos y Asiáticos, el desarrollo de las normas ISO y su comparación con los Eurocódigos.

POSIBLES PARTICIPANTES

- Proyectistas habituados a la aplicación de los Eurocódigos.
- Miembros de los Comités nacionales de normalización incluyendo los encargados de preparar los Documentos Nacionales de Aplicación de los Eurocódigos.
- Representantes de las Administraciones Públicas.
- Expertos en investigación y técnicos de laboratorios, institutos y universidades.
- Científicos y técnicos dedicados a redactar los Códigos de ingeniería estructural en países fuera de Europa.

PROGRAMA TECNICO

En las sesiones plenarias se discutirán los siguientes temas:

1. Introducción al Eurocódigo 1.
2. Bases de diseño.– Concepto general.
3. Bases de diseño. Método del factor parcial.
4. Correlación entre los Eurocódigos 2 a 9.
5. Aplicaciones, incluyendo ejemplos, utilización práctica, ayudas en el cálculo, aspectos instructivos y legales.
6. Comparación con otros Códigos.
7. Valoraciones y programas previstos para el futuro.

En sesiones paralelas se discutirán los siguientes temas:

- Edificios (Acciones y métodos de cálculo).

  Puentes (Cargas de tráfico, cargas térmicas y de ejecución; estudio de la fatiga).
- Silos y otras estructuras.
- Acciones accidentales: Fuego, impactos, explosiones, sismos.
- Bases de cálculo: Aptitud al servicio, robustez, durabilidad, cálculo mediante ensayos, seguridad y control de calidad.
- Modelo estructural, métodos numéricos lineales y no lineales e interacción estructura-terreno de cimentación.

LUGAR Y FECHA

El Coloquio tendrá lugar en la Universidad Tecnológica de Delft, desde el 27 de marzo de 1996, a las 9,30 horas, al 29 de marzo a las 14,00 horas.

IDIOMA

El idioma para todas las Ponencias orales y escritas será el inglés.

PUBLICACIONES

Todas las Ponencias se publicarán en los Proceedings del Coloquio de la IABSE. Las discusiones y conclusiones se resumirán en la revista trimestral "Structural Engineering International". Los documentos básicos correspondientes al Eurocódigo 1, podrán obtenerse en volúmenes independientes.

Los que deseen mayor información sobre el tema, deberán dirigirse a:

Secretariat of IABSE
ETH-Hönggerberg
CH-8093 Zurich (Switzerland)

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-284

Pasos a distinto nivel de la M-40, en el tramo entre la carretera de Extremadura y la carretera de La Coruña

PROPIEDAD Y DIRECCION DE OBRA:	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE José Ramón Paramio Fernández
PROYECTO:	CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L. Leonardo Fernández Troyano, Javier Manterola Armisén, José Cuervo Fernández, Agustín Sevilla Bayal, Celso Iglesias Pérez, Javier Muñoz-Rojas Fernández, Amando López Padilla
CONSTRUCCION:	AUTECO, U.T.E. (HUARTE, S.A. Y FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.) Miguel Jurado, Alfonso García, Tomás Arce.
PRETENSADO:	BBRV

En el tramo de la autopista M-40 entre la N-V y la N-VI, se han hecho 18 pasos a distinto nivel sin incluir los pasos inferiores de luces pequeñas, y dos grandes cruces bajo las autovías.

Estos pasos pueden agruparse en varios grupos, en función de su estructura, las condiciones del cruce, y los procedimientos de construcción.

I. CRUCE DE AUTOVIAS

La estructura E-7 es un paso inferior que resuelve el cruce con la N-V y con el ferrocarril que discurre paralelo a ella. A su vez, sirve para establecer comunicación entre las dos zonas en que quedan divididos los terrenos de las instala-

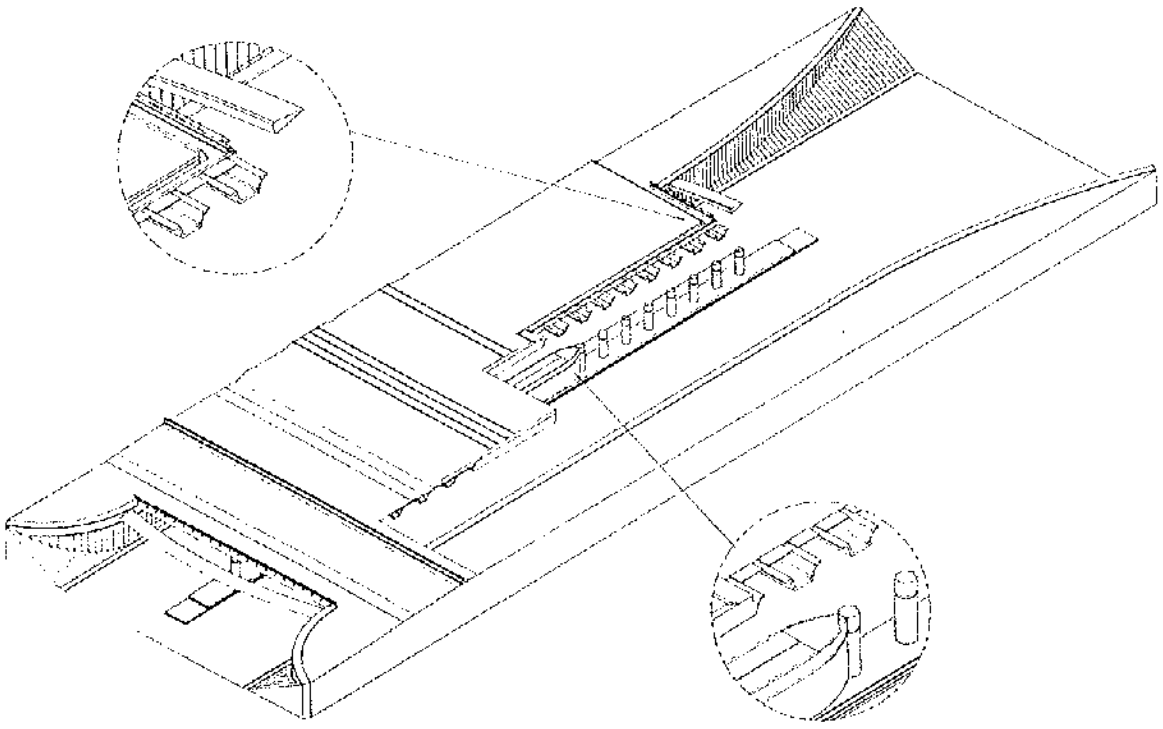


Fig. 1. Axonométrica general del paso de la N-V sobre la M-40.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

ciones militares de Cuatro Vientos.

El paso tiene dos vanos, de 22,525 metros y 19,475 metros. La longitud total del paso es de 117,30 metros y en el se distinguen tres zonas diferenciadas claramente por su tipología estructural. La zona central, de 31,61 metros de longitud, corresponde al paso bajo las vías de ferrocarril y se resuelve con dos cajones empujados, uno para cada calzada, con unos anchos exteriores de 23,80 y 21,10 metros y una altura de 9,70 metros (Fig. 1). El grueso de las paredes es de 1,60 metros. Las otras dos zonas laterales tienen unas longitudes de 42,24 metros, bajo los terrenos militares, y 43,45 metros en el lado opuesto, bajo la N-V. En ambos casos, los tableros son de vigas artesa, prefabricadas, de 1,10 metros de canto y losa sobre ellas de 0,30 metros de espesor. Estas vigas, en número de ocho, con un intereje de 5,10 metros en la zona de tierras y en número de siete e intereje de 6,06 metros en la zona baja la carretera, van apoyadas sobre muros corridos en los lados exteriores y sobre pilas circulares, de 1,40 metros de diámetro, en el centro. En la zona bajo terrenos de las instalaciones militares, los muros se construyeron a cielo abierto, con cimentación directa. En la zona bajo la N-V los muros están hechos con pilotes ∅ 0,85 metros, separados 1,00 metro y arriostrados todos ellos con un cabezal común. La cimentación de las pilas es directa.

El paso se completa con unas embocaduras con muros aletas de planta curva. La longitud total del conjunto es de 173,35 metros. (Fig. 2).

Todos los muros y las paredes de los cajones hincados están cubiertos con paneles prefabricados de hormigón reforzado con fibra de vidrio.

La construcción se hizo a cielo abierto, salvo la zona bajo las vías que se realizó con los cajones empujados. La zona de vigas bajo la N-V se construyó en dos fases, siendo necesario realizar un desvío provisional de la carretera.

La estructura E-33 es la correspondiente al cruce de la M-40 bajo la N-VI. Tiene dos vanos, de 28,40 y 32,95 metros, medidos en el sentido de la carretera superior, y una longitud total de 54,60 metros.

Los tableros son de vigas prefabriadas tipo artesa, de 1,30 metros de canto, que se completan con una losa superior de 0,28 metros de espesor.

El cruce es oblicuo, formando ambas direcciones un ángulo de 57°.

Los muros laterales se realizaron con pilotes, ∅ 0,85 metros, separados 1,00 metro y arriostrados en su parte superior por un cabezal que sirve de apoyo a las vigas. Las pilas centrales, comunes para ambos vanos, son pilotes de ∅ 1,00 metro, que se ensanchan en su último metro, en forma tronco-cónica, hasta 1,40 metros de diámetro, para facilitar el alojamiento de los apoyos de ambas vigas. En toda la altura vista, las pilas van provistas de una camisa metálica.

Los muros laterales de pilotes van recubiertos con paneles de muros prefabricados.

La construcción se llevó a cabo en dos fases, siendo necesario realizar un desvío provisional de la carretera N-VI. La excavación de tierras se hizo una vez acabados los tableros. (Fig. 3).

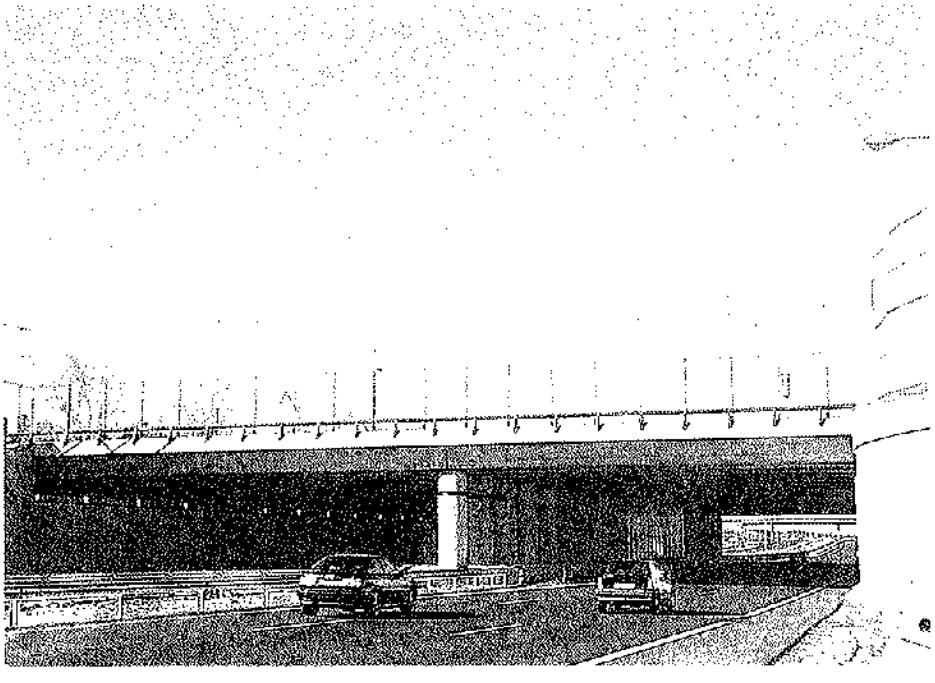


Fig. 2. Vista general del mismo paso.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

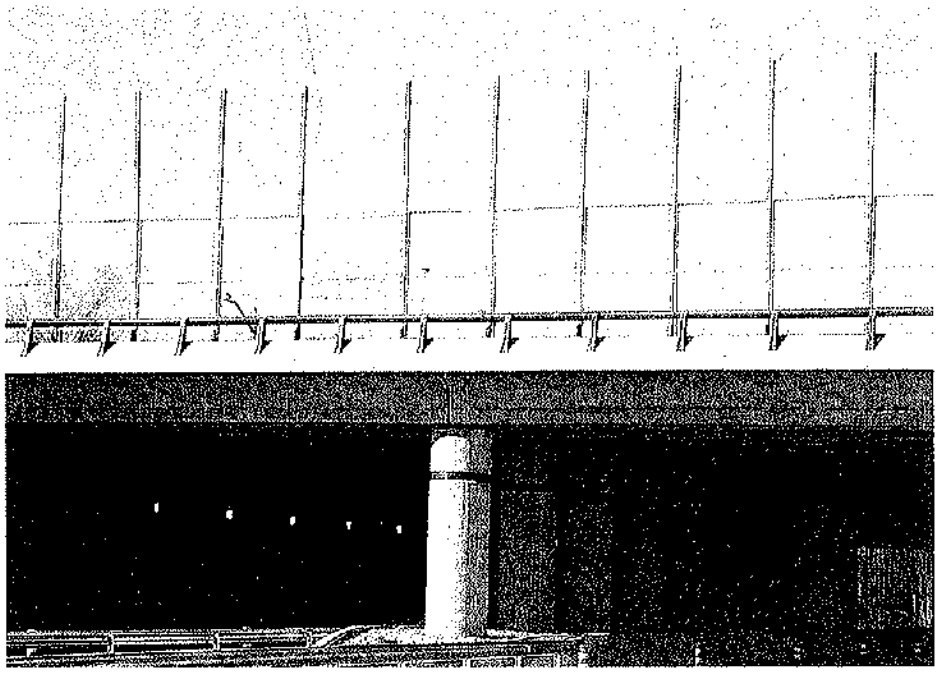


Fig. 3. Detalle de las pilas e impostas.

II. PASOS NORMALES SOBRE LA AUTOPISTA

Se han hecho once pasos superiores. En su proyecto se ha tratado de reducir el paso a distinto nivel a su mínima expresión: un tablero en losa continua de canto constante, apoyado en la mediana y en los bordes de las calzadas, para conseguir luces mínimas y con ello el canto del tablero también será mínimo. Las pilas son tabiques lo más delgados posible, 0,60 metros de espesor, con un alzado en forma de doble T con bordes curvos. (Figs. 4 y 5). Estos bordes curvos se cierran en circunferencias casi completas, para repetir el módulo inicial de la pila en doble T, cuando el tablero requiere una pila más ancha. (Figs. 6 y 7).

Con este planteamiento general se han resuelto todos estos pasos:

Cinco de ellos son prácticamente ortogonales y su ancho es de 10,60 metros. Se han resuelto con cuatro vanos, con luces laterales del orden de 12 metros y centrales del orden de 25 metros. El tablero es una losa de 1 metro de canto, aligerada con alvéolos de sección circular. Las pilas son una doble T.

Dos son oblicuos y curvos; la E-18 tiene una luz máxima de 35 metros, y la E-40 de 31,6. La

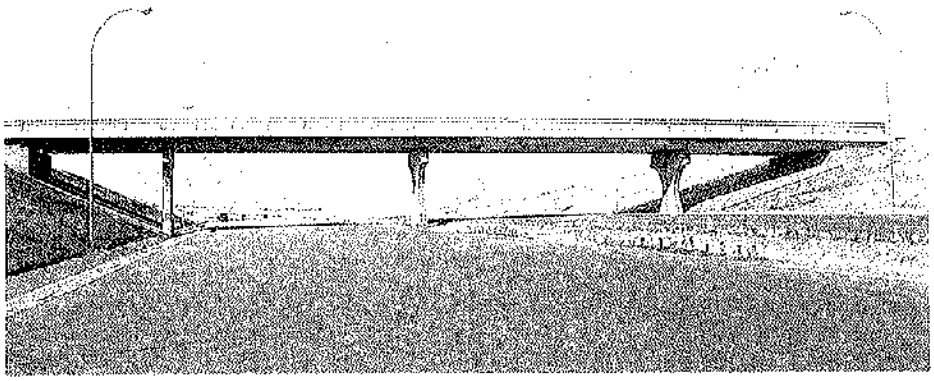


Fig. 4. Vista general del paso superior normal.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

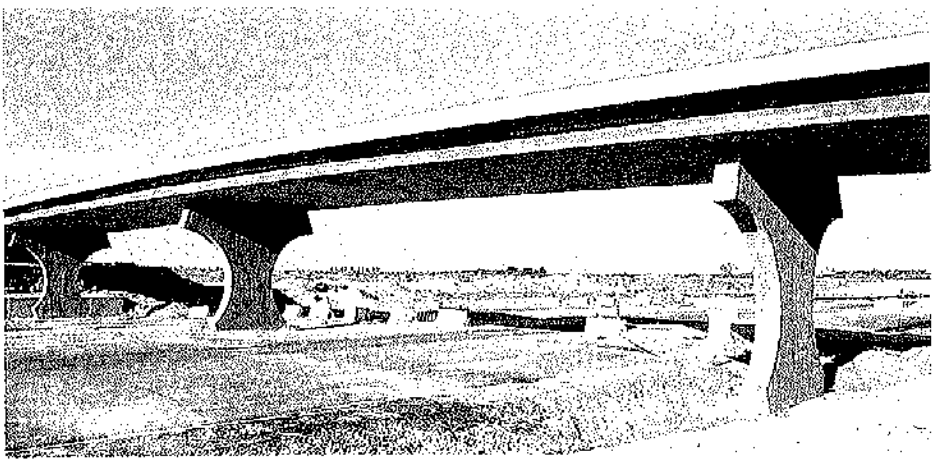


Fig. 5. Vista lateral del paso superior normal con pilas sencillas

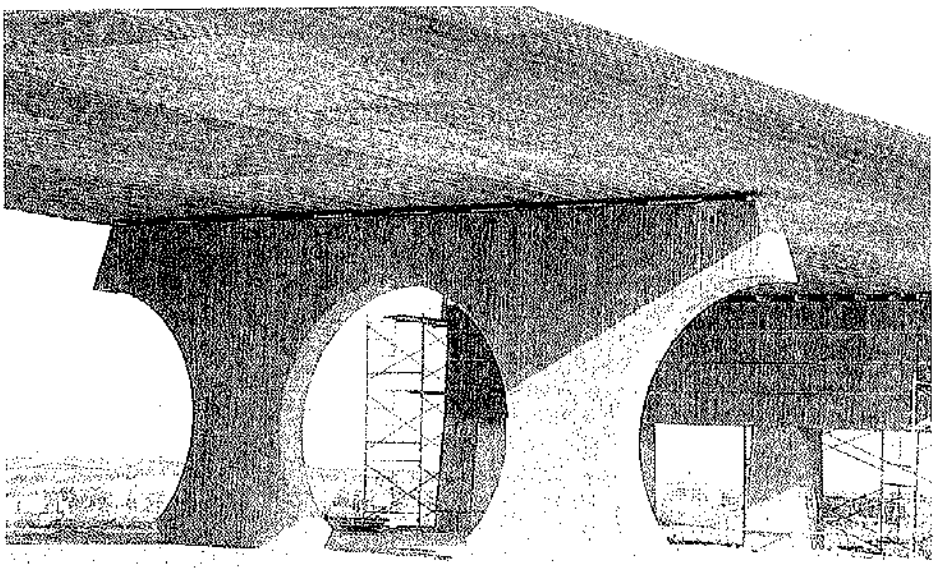


Fig. 6. Vista de una pila doble.

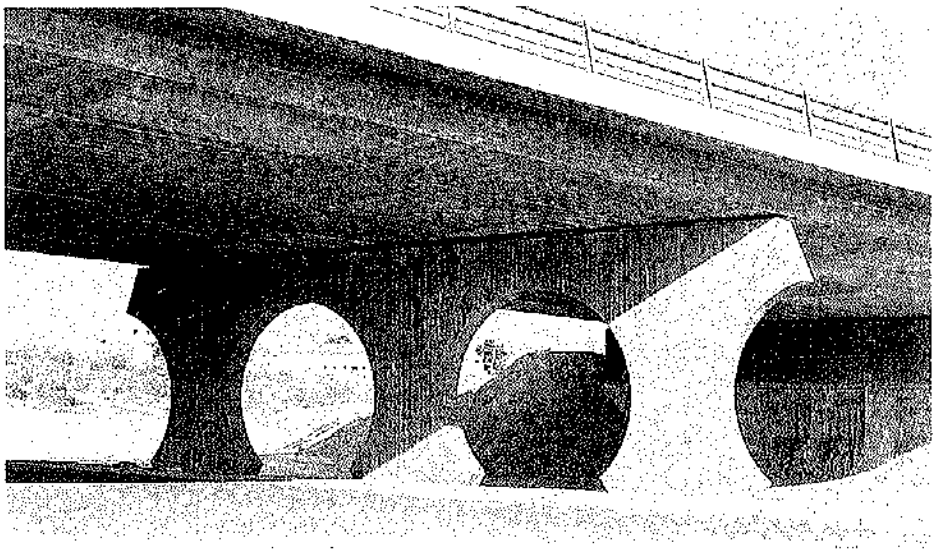


Fig. 7. Vista de una pila triple.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

solución es igual a la de los pasos ortogonales, salvo el canto de la primera que ha pasado a 1,50.

Los otros cuatro pasos tienen diferentes anchos, lo que ha obligado a ampliar las pilas con dos o tres módulos en doble T, enlazados como antes hemos visto.

III. PASOS DE PILA UNICA SOBRE LA AUTOPISTA

En este grupo se incluyen los tres pasos del enlace de la M-40 con la carretera de Extremadura que, por su gran oblicuidad, no se han podido hacer con la solución anterior. Esta oblicuidad genera luces grandes, de 45 metros en la E-1, 43 en la E-2 y 42,50 en la E-6. Se incluye también la E-31 que se ha hecho con pilas únicas por un problema de construcción.

Los tres pasos del enlace se han resuelto con una solución análoga; un cajón continuo, de 1,80 metros de canto, apoyado sobre pilas circulares únicas, situadas en el eje del cajón, de forma que la torsión se resiste únicamente en los estribos.

Dos de estos tres puentes, la E-1 y la E-2, son de hormigón pretensado, hormigonados in situ, y pretensados en una sola fase de extremo a extremo. (Figs. 8 y 9).

La E-6 es una estructura mixta con las mismas dimensiones de las dos anteriores; la razón de utilizar estructura mixta se ha debido a que se encuentra sobre las calzadas actuales del enlace de la carretera de Extremadura con la M-40, que tienen un tráfico muy intenso y, por tanto, debía alterarse lo menos posible; para ello era necesario montar la estructura prefabricada en un tiempo muy corto, y ello, dadas las luces del paso, solo puede conseguirse con un cajón metálico inicial, sobre el que luego se ha montado la losa de hormigón. (Fig. 10).

El cajón metálico se montó en dos piezas que se han empalmado in situ, y se ha empotrado a torsión en los estribos. El tablero se ha hecho con prelosas prefabricadas de todo el ancho de la sección, y sobre ellas se ha hormigonado el resto del tablero. Una vez hormigonado éste se ha introducido el pretensado longitudinal que actúa sobre la sección completa. (Figs. 11; 12 y 13).

La E-31 tiene 7 vanos, con una luz máxima de 27 metros. La razón de utilizar la solución de pila unica se ha debido también a su proceso de cons-

Fig. 8. Vista general de la E-1.

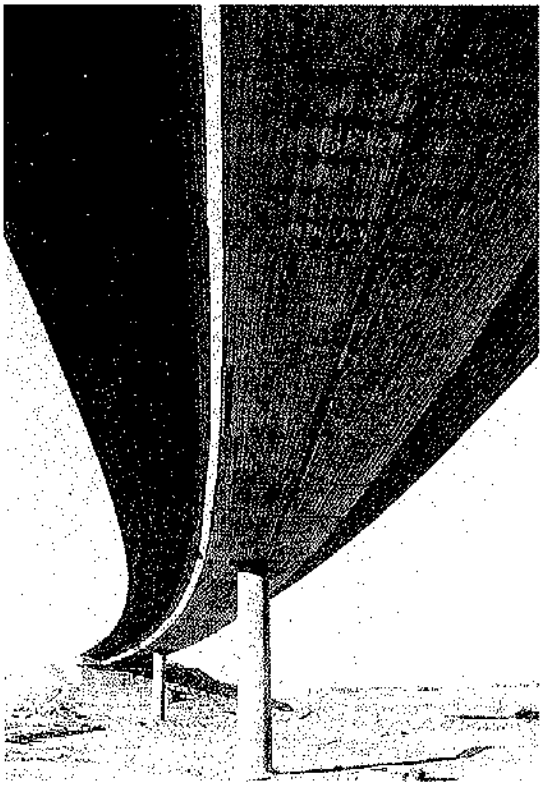


Fig. 9. Vista inferior de la E-2.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

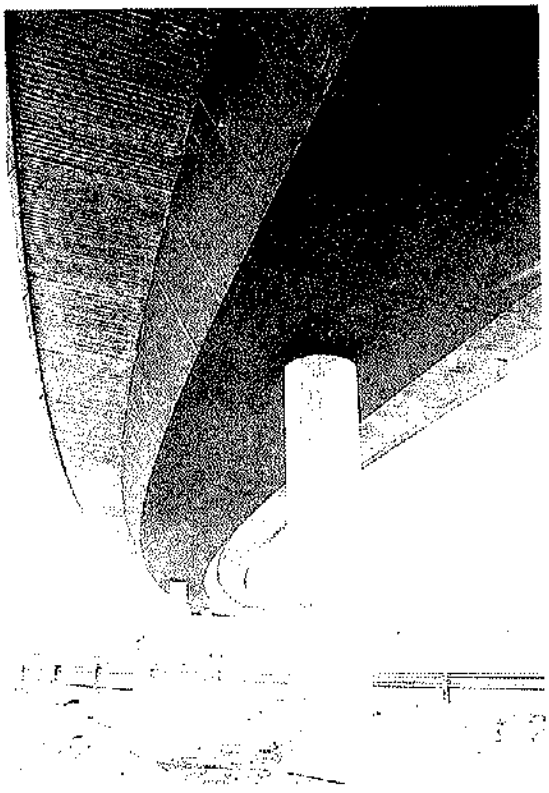


Fig. 10. Vista inferior de la E-6.

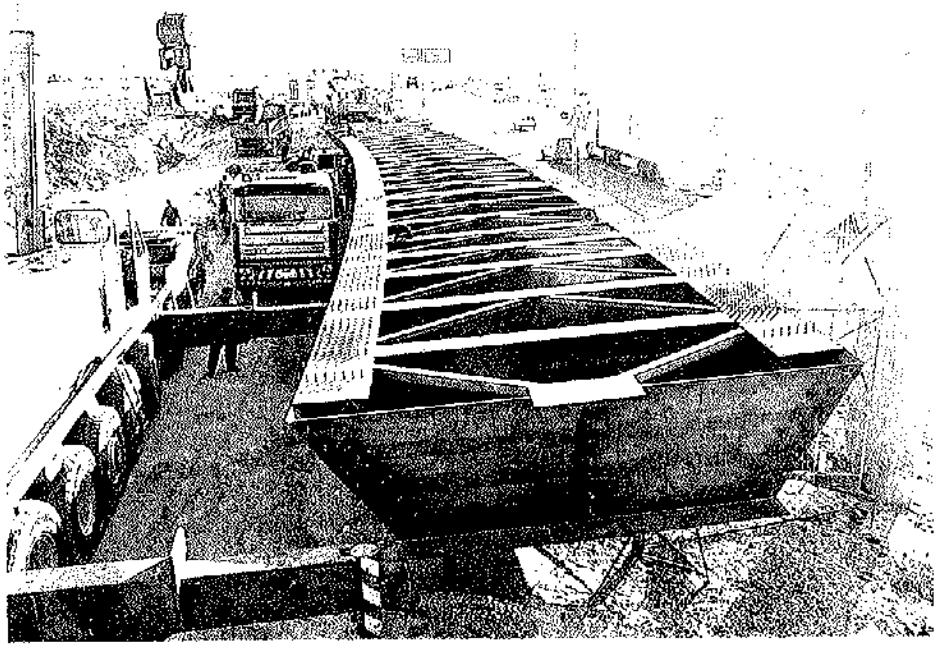


Fig. 11. Vista del cajón metálico de la E-6 antes de montarlo.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

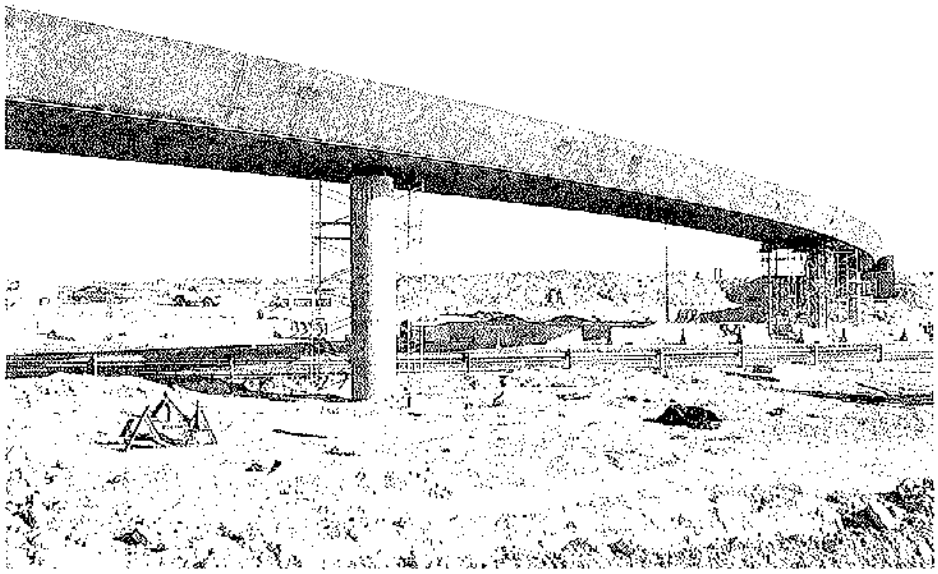


Fig. 12. El cajón metálico de la E-6 ya montado.

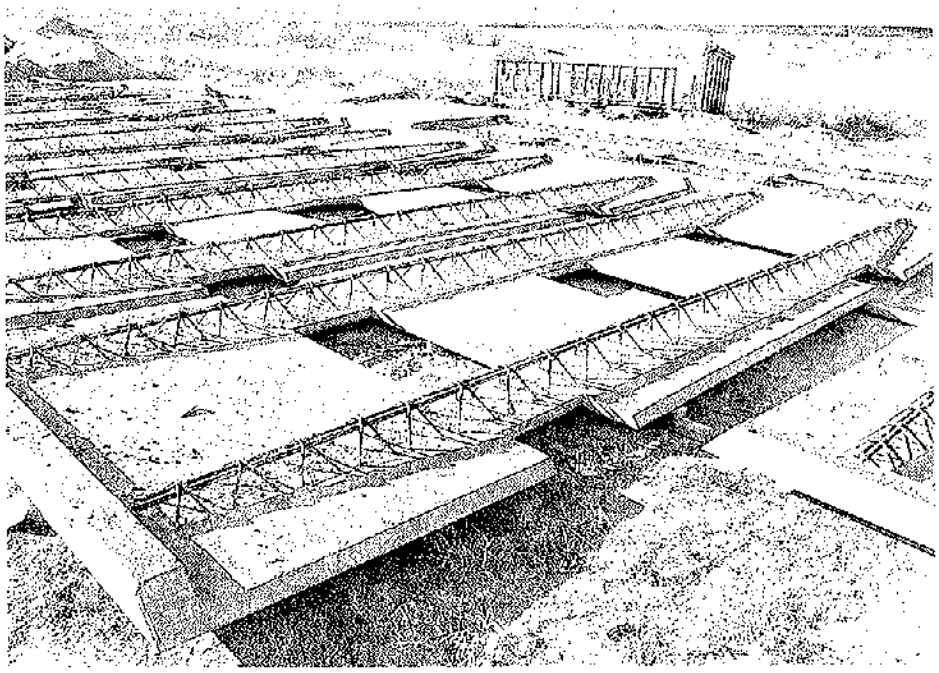


Fig. 13. Prelosas prefabricadas de la E-6.

trucción. Por razones de expropiación, era necesario hacer las pilas enterradas, después hacer el dintel y por último excavar bajo la estructura. Por ello, se han hecho pilas únicas en el eje, mediante pilotes encamisados con un forro de chapa. Una vez que se ha excavado bajo el puente, las pilas son columnas exteriormente metálicas. El tablero se construyó en dos fases.

IV. CRUCE DE LA M-40 SOBRE EL EJE PINAR

Este cruce se compone de tres pasos, de dos luces de 35-25 metros. El paso central tiene un ancho extraordinario de 38 metros y los dos laterales 10,80 metros.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Estos pasos se han hecho con una losa de espesor variable, con canto máximo de 1,60 y mínimo de 0,80, aligerado con alvéolos de sección circular.

Las pilas de los pasos laterales se han hecho con un módulo de la pila-tipo en doble T; pero el paso central ha necesitado cuatro módulos.

RESUMEN

Se describen las principales características del conjunto de estructuras realizadas en la M-40 (Madrid), entre la N-V y la N-VI.

Las distintas tipologías elegidas responden a los condicionamientos que las vías que había que cruzar imponían: cajones hincados y empujados en el cruce con el ferrocarril, tableros continuos de hormigón pretensado sobre la nueva autovía, tableros mixtos sobre las autovías en servicio. Las estructuras se estudian y agrupan en:

- Cruces de autovías existentes.
- Pasos normales de la autovía construida.
- Pasos de pila única sobre la autopista.
- Cruce de la M-40 sobre el eje Pinar.

SUMMARY

The main features of different structures which have been constructed in the M-40 motorway, in Madrid, between N-V and N-VI motorways are described.

The different typologies which have been chosen are conditioned by the ways they have to cross: Incrementally pushed caissons were used under the railway, prestressed concrete decks over the new motorways and composite steel-concrete decks were used over the motorway with traffic.

The structures have been grouped into:

- Overcrossings over the old motorways.
- Overcrossings over the new motorways.
- Simple-pier overcrossings.
- Overcrossings between the M-40 and the "Eje Pinar".

* * *

TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

EL INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIO DE CATALUNYA (ITEC) ha publicado el segundo fascículo de la colección "Papeles de la Construcción", en el que se describen varias tecnologías presentadas por la empresa japonesa Taisei Corporation en el transcurso de la Jornada celebrada en "Construmat-93".

Estar al acecho de lo que hacen otros países en una determinada rama de la industria, tendría que ser una constante. Las industrias de la construcción habitualmente se excusan con el argumento de que ellas siguen una dinámica propia en cada país. Es cierto que la construcción tradicional, como el idioma, se ha ido adaptando a la manera de ser de los diferentes países y acaba siendo un elemento casi tan diferenciador como aquél; pero hoy en día hay dinámicas considerables que impulsan hacia la homogeneidad y la estandardización en la industria de los materiales. La intervención de arquitectos y de constructores en concursos internacionales y, sobre todo, las limitaciones que impone un espacio económico que hoy se extiende por todo el planeta, hacen que la tendencia a uniformizar los sistemas de construir sea incuestionable.

Este fascículo es una "mirada" hacia el Japón y a sus técnicas de construir. Una ojeada hacia un sistema constructivo que considera aspectos de industrialización, de monolitismo, (a causa de los sismos) y de robótica, muy por encima de lo que habitualmente hacemos nosotros. Sin embargo, se debe constatar que no hay nada que no hubiésemos podido desarrollar nosotros en nuestro marco tecnológico. Sólo ha faltado, para estar al mismo nivel, invertir un poco más de cero en investigación sobre métodos constructivos.

Los interesados en obtener esta publicación, deberán dirigirse a:

INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIO DE CATALUNYA
Wellington, 19
08018 Barcelona
Tel.: (93) 309 34 04
Fax: (93) 300 48 52

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-285

Pasos superiores del Centro de Transportes de Coslada

PROPIEDAD: CENTRO DE TRANSPORTES DE COSLADA
Julio Suárez Llanos

PROYECTO: CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L.
Leonardo Fernández Troyano
Javier Manterola Armisén
José Cuervo Fernández

CONSTRUCCION: FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
Julio Rodríguez

I. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LOS PASOS

El centro de transportes de Coslada queda dividido en dos zonas por la autovía de acceso al polígono industrial de Coslada. Para comunicar ambas zonas se planteó hacer dos pasos superiors gemelos sobre la autovía, de 14 metros de ancho.

La autovía pasa, en esta zona, en trinchera, de forma que la rasante de los pasos es el nivel de la urbanización superior.

La sección trapecial que había que salvar, definida por la trinchera de la autovía, nos llevó a plantear una solución de luz única, con forma de arco rebajado, que saltara de un talud al de enfrente. En principio, la estructura lógica para esta solución es un arco tímpano, pero planteaba serios problemas porque el arco resultaba excesivamente rebajado, sobre todo teniendo en cuenta que el terreno de cimentación era malo, y por ello resultaba muy cara, principalmente a causa del costo de la cimentación. Por ello se hizo una viga continua, de tres vanos, con compensaciones cortas y canto fuertemente variable.

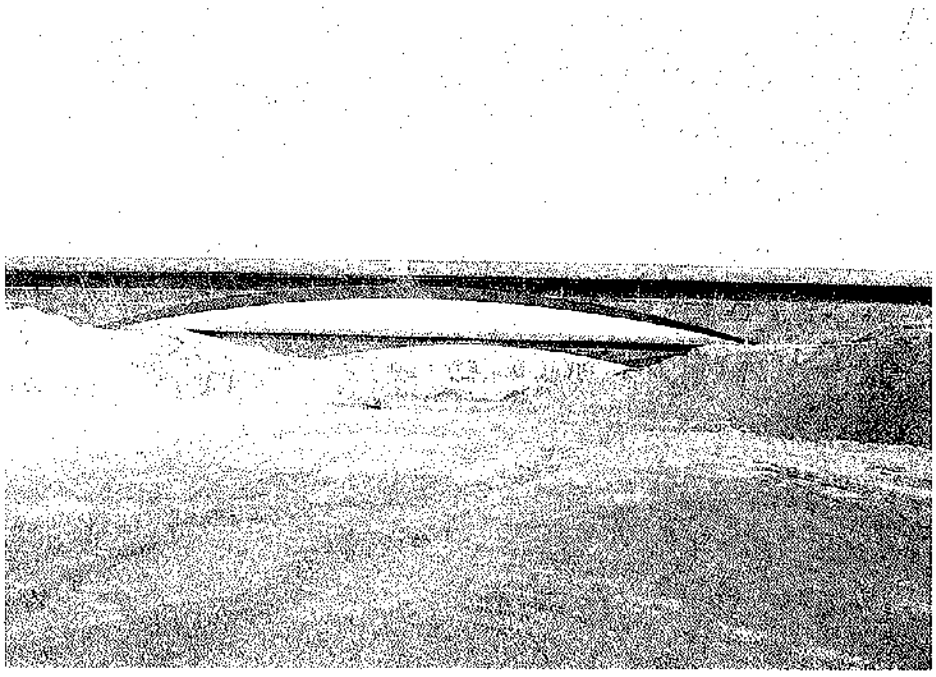


Fig. 1. Vista general de los pasos.

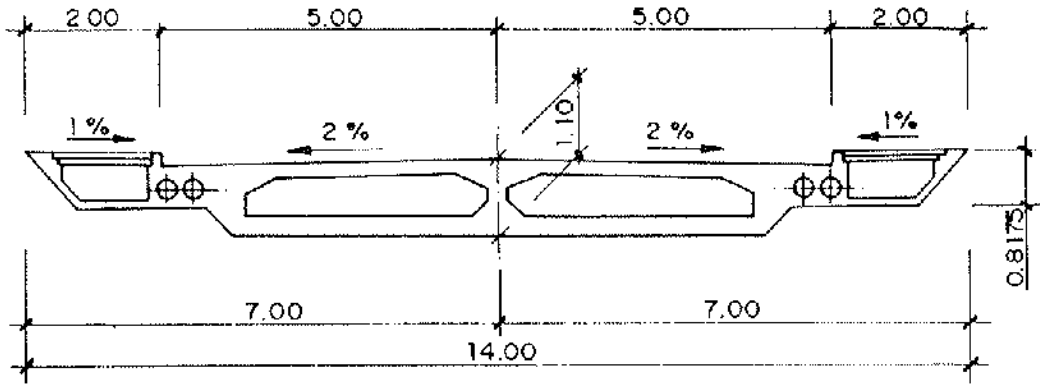
Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

II. DESCRIPCION DE LOS PASOS

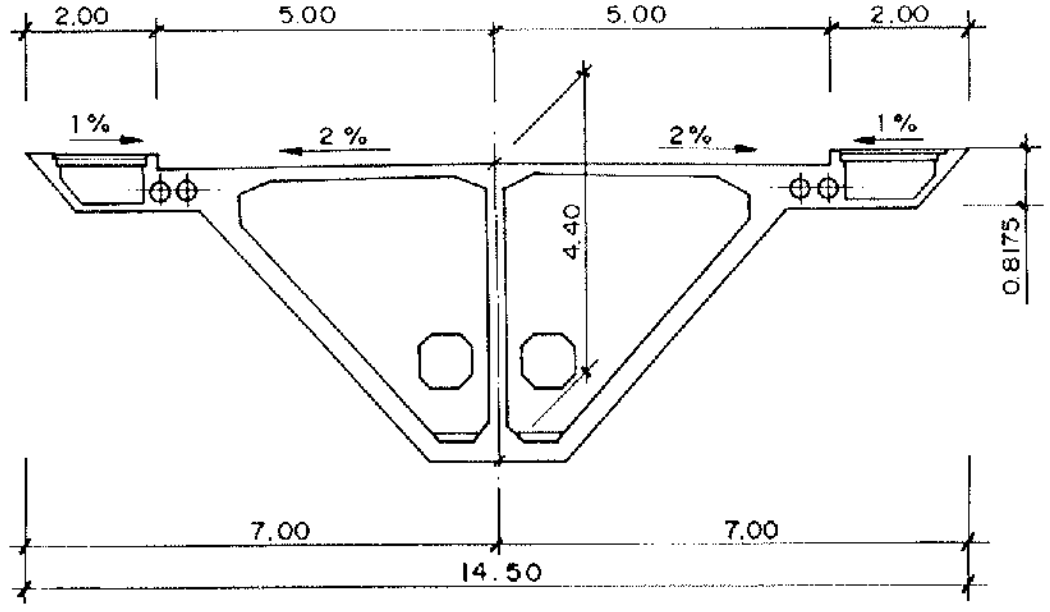
Los pasos superiores del Centro de Transportes de Coslada son gemelos, en viga continua, de tres vanos de 16 + 52 + 16 metros de luz, con canto muy variable, de 4,40 metros en apoyos centrales y 1,10 en clave y extremos. Por tanto, la variación de canto es de 4 a 1.

El ancho de los puentes es de 14 metros y la sección transversal se ha resuelto con un cajón trapecial, bicelular, que en los apoyos centrales es casi triangular porque la base inferior tiene 2 metros de ancho y la superior 10. En clave, la sección transversal es también un cajón bicelular, trapecial, con un ancho inferior de 8 metros y superior de 10 metros. El alma central vertical, y las laterales, inclinadas, tienen un espesor de 0,30 metros; la losa superior tiene un espesor de 0,20 y la inferior de 0,40.

Este cajón se prolonga transversalmente mediante voladizos de 2 metros, con un canto de 0,80 metros, en cuyo interior se alojan unas galerías para servicios.



SECCION POR CENTRO DE VANO



SECCION POR APOYOS

Fig. 2. Secciones transversales.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

La armadura activa de estos pasos es continua de extremo a extremo, y está formada por 12 unidades, de 19 torones de 0,6". Es muy poca armadura activa para un paso de 52 metros de luz; pero ello es debido al gran canto de la viga sobre los apoyos.

Como los vanos de compensación son muy cortos respecto del central, es necesario anclar el tablero, en sus extremos, a los estribos, mediante cuatro unidades de pretensado, verticales, de 9 torones de 0,6" y 12 torones de 0,6".

Los apoyos centrales del puente son dos plintos enterrados, de cinco metros de altura, con una base superior de 2 x 2 metros y una base inferior de 7 x 7 metros, que se apoyan en cuatro pilotes de 1,50 metros de diámetro.

Los estribos son muros enterrados cimentados con zapata directa.

Los dos pasos son paralelos y están situados a una distancia de 60 metros entre ejes. Por ello, el cierre entre ambos pasos se ha hecho con unos muros de borde de poca altura, que prolongan los estribos, situados en los bordes superiores de los taludes; estos muros tienen la misma imposta del puente y se les da continuidad entre ambos con una curva de enlace.

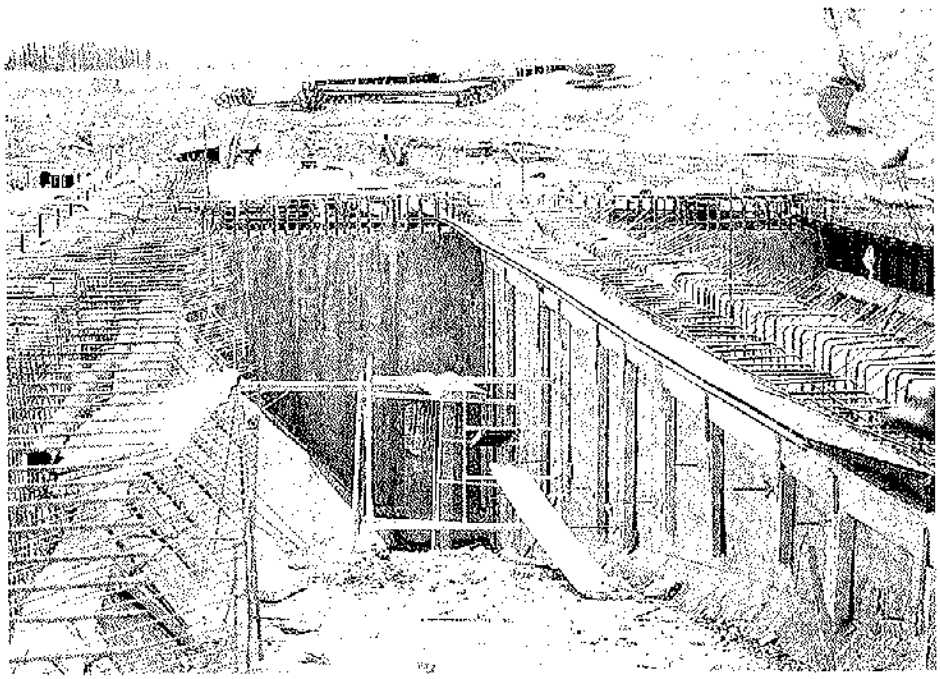


Fig. 3. Vista de interior del cajón en construcción.

Fig. 4. Vista lateral de uno de los pasos.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

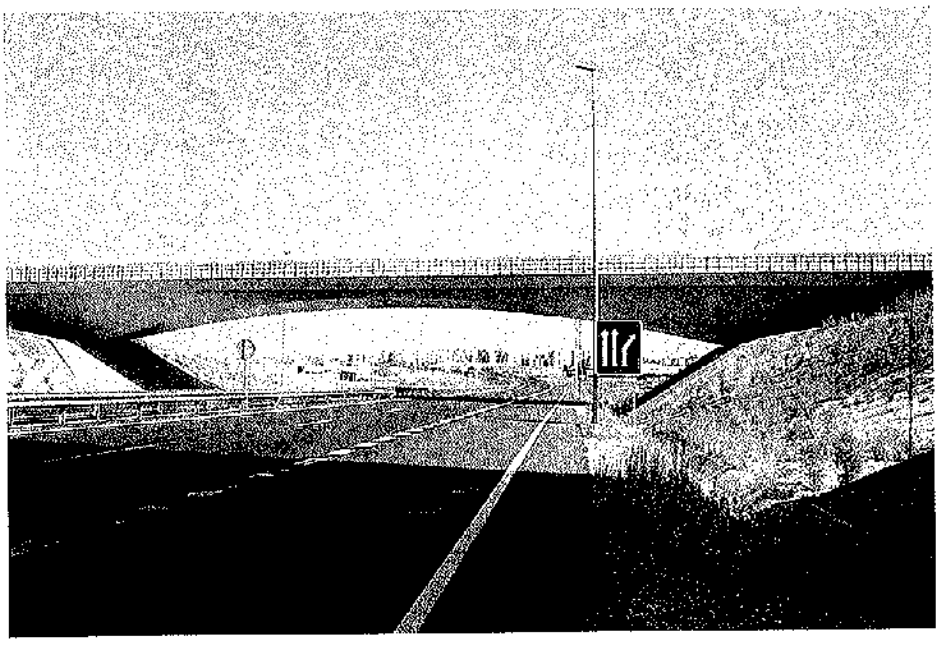


Fig. 5. Vista de uno de los pasos terminados.

RESUMEN

Se describen dos Pasos superiores "gemelos", para el Centro de Transportes de Coslada (Madrid). Se trata de un tablero de hormigón pretensado continuo, con luces de 16 + 52 + 16 m, con cantos muy variables desde 4,40 metros en los apoyos centrales hasta 1,10 en las secciones de clave y extremas.

El ancho de los puentes es de 14 metros y la sección transversal es un cajón trapecial, biceclular, que en los apoyos centrales es casi triangular.

SUMMARY

Two "twin" overpasses for the Transportation Center in Coslada (Madrid) are described. They have a continuous prestressed concrete deck with spans 16 + 52 + 16 m long and with a strongly variable depth from 4,40 m at the cetral supports up to 1,10 m in the central and edge sections.

The width of the deck is 14 m and its transverse section is a two cells box girder with an almost triangular section at the central supports.

* * *

PUBLICACION Nº 15 DE LA FEDERACION NORDICA DEL HORMIGON

El Comité Investigador de la Federación Nórdica del Hormigón, ha editado el Volumen Nº 15 de la "Investigación Nórdica del Hormigón", NCR 1994:2. Contiene una selección de artículos relativos a investigaciones sobre hormigón en curso de realización o concluidas durante 1993, en los cinco países nórdicos: Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia.

El Comité Investigador tiene, como uno de sus cometidos, el incrementar el contacto profesional entre los investigadores del hormigón en los países Nórdicos, y fomentar el contacto entre ellos y los científicos del hormigón de todo el mundo. Se espera que esta publicación pueda actuar como vínculo mundial entre los investigadores del hormigón en los países Nórdicos y el resto del mundo.

Esta publicación invita a científicos, también de fuera de los países Nórdicos, a una discusión sobre los artículos presentados. La discusión y la réplica de los Autores serán publicadas en el próximo número de NCR.

Los interesados en adquirir esta publicación, deberán dirigirse a:

Norsk Betongforening
Postboks 2312, SOLLI
0201 OSLO (Noruega)
Tel.: + 47 22 94 75 00
Fax: + 47 22 94 75 02

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-286

Viaducto sobre la Avenida de la Albufera de La M-30 (Madrid)

PROPIEDAD:	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE
DIRECCION DE PROYECTO Y OBRA:	Roberto Alberola García
PROYECTO:	CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L. Leonardo Fernández Troyano Javier Manterola Armisén Javier Muñoz-Rojas Fernández
CONSTRUCCION:	HUARTE Y CIA, S.A. José Luis García Guimaraens José Ramón Lapeña Guillermo López Cediel

I. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL VIADUCTO

El viaducto primitivo de la Albufera en la M-30, requería un ensanche para pasar de 2 a 3 carriles por calzada y, por ello, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes convocó un concurso de proyecto y construcción para sustituir los tableros primitivos por unos más anchos, conservando las pilas existentes. Por ello, era necesario ensanchar más la plataforma por los lados exteriores de los dos viaductos que por los interiores.

Tanto el proyecto como la construcción de nuevo viaducto han estado extraordinariamente condicionados porque se trataba de sustituir una obra en servicio con un tráfico extraordinariamente intenso. De los muchos problemas que planteaba este proyecto se consideraron prioritarios los siguientes:

En primer lugar, era necesario hacer un proyecto que permitiera montarlo en el tiempo más breve posible, para alterar el mínimo tiempo el tráfico de la M-30. Esta condición obligaba a hacer una estructura totalmente prefabricada que requiriera la cantidad mínima de hormigón in situ.

En segundo lugar, se ha tratado de conseguir

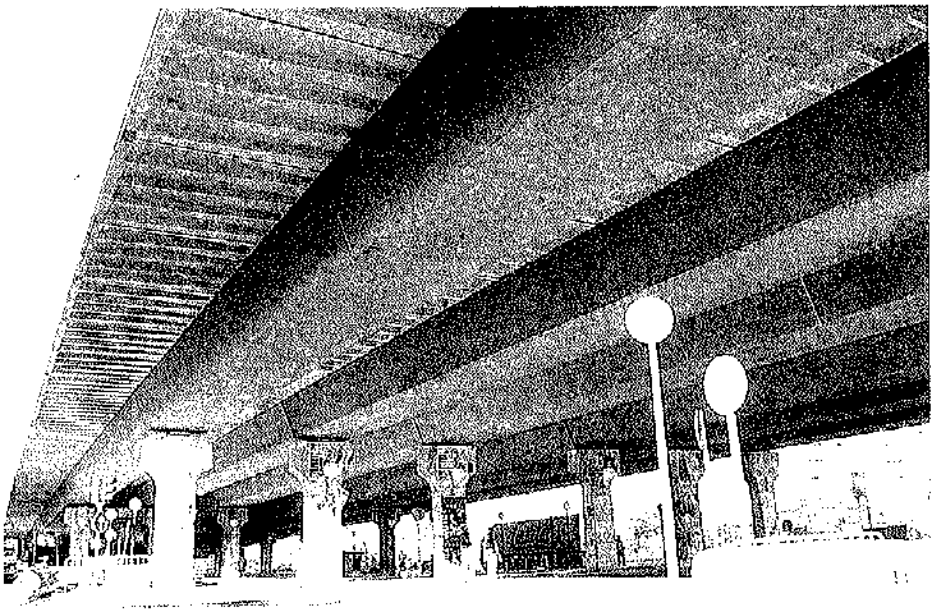


Fig. 1. Vista general del viaducto.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

una estructura que transmitiera a cimientos cargas iguales o menores que las del viaducto anterior, para evitar tener que reforzar la cimentación que era extraordinariamente compleja por la presencia de una estación de metro bajo el viaducto y otra serie de servicios. Esta condición de cargas era difícil de conseguir porque, como hemos dicho, el nuevo viaducto tenía que ser más ancho, y además, el reparto de cargas entre las pilas penalizaba la exterior porque el mayor ensanche se hacía por ese lado.

Esto nos llevó a plantear una estructura mixta, hecha con cajones tapeciales metálicos en la posición de las vigas del viaducto anterior, y una losa superior de hormigón armado, lo más ligera posible, con voladizos laterales, conectada a los cajones metálicos. La losa debía ser prefabricada, para montar los tableros lo más rápidamente posible.

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El viaducto de la Albufera se compone de dos estructuras independientes, una para cada calzada, con ocho vanos de 31 metros de luz y un ancho de 17,90 metros por calzada.

El tablero está formado por tramos simplemente apoyados, con la losa superior continua, interrumpida en las pilas 3 y 5, siguiendo el esquema del viaducto anterior para no aumentar los esfuerzos debidos a la temperatura en las pilas.

Los tableros, simplemente apoyados, están formados por tres vigas metálicas en cajón trapecial, de 1,25 metros de canto, un ancho inferior de 2 metros y uno superior de 3 metros. La cabeza superior del cajón metálico está abierta, porque se cierra con la losa de hormigón, que se conecta a las vigas metálicas mediante pernos.

Estas vigas metálicas están separadas 5 metros entre ejes, y tienen unos voladizos laterales de 2,95 en el lado exterior y 1,95 el lado interior, lo que da el ancho total de 17,90 metros que hemos visto.

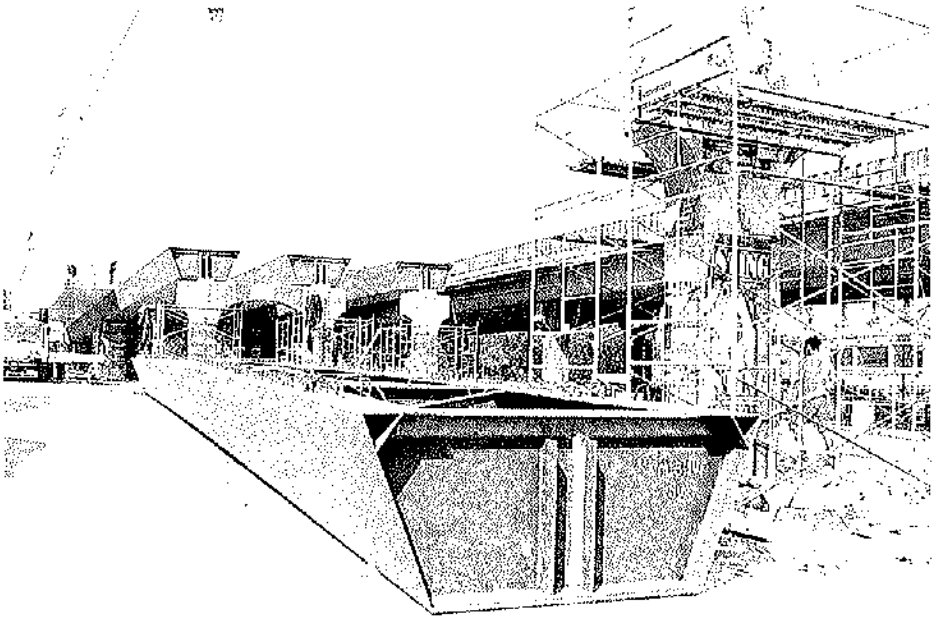


Fig. 2. La viga metálica antes de montar.

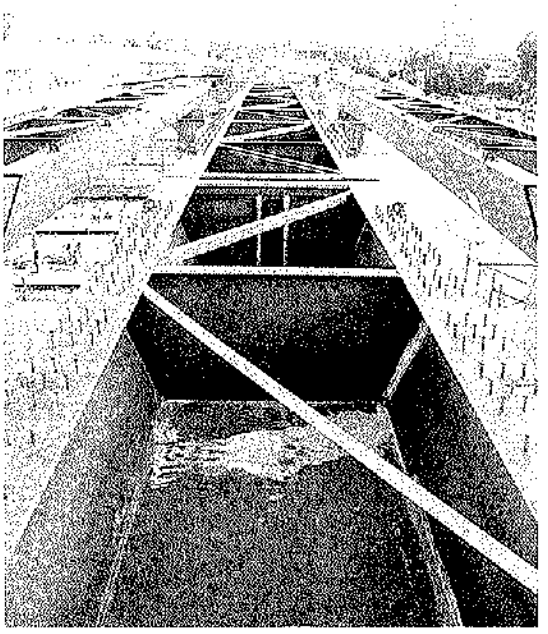


Fig. 3. Vista de las vigas metálicas ya montadas, antes de colocar las losas.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

La losa superior se ha proyectado teniendo en cuenta dos problemas fundamentales: en primer lugar, debe ser muy ligera, y en segundo lugar, debe montarse lo más rápidamente posible.

Para hacerla muy ligera se pensó en hacerla de hormigón ligero, pero posteriormente se vio que haciéndola nervada, con un hormigón de 500 kg/cm² de resistencia característica, se conseguía un peso análogo al del hormigón ligero y por ello se optó por esta segunda solución.

La losa nervada tiene un espesor total de 0,25 metros y una losa entre nervios, de 0,12 metros.

Sumando la losa más el cajón metálico, el canto total del tablero es de 1,50, igual al del viaducto anterior.

Para poderla montar lo más rápidamente posible, la losa se hizo en piezas cuya longitud es el ancho del tablero, es decir 17,90 metros y 3,10 metros de ancho. Por tanto, cada vano tiene diez piezas y cada una de ellas pesa 22 toneladas.

El problema que planteaban estas piezas era su hiperestatismo, porque cada una de ellas tenía que apoyarse en seis puntos, dos por viga metálica, y por tanto, si entre éstas había alguna diferencia de geometría, el apoyo podía ser defectuoso, o incluso no apoyar en alguna.

Para evitar el hiperestatismo del doble apoyo en cada viga metálica, éstas se apoyaron en un solo punto central, y el efecto de la diferencia de geometría entre vigas metálicas se estudió suponiendo unos errores de cota entre ellas de ± 2 centímetros, de forma que la viga central podía estar 4 centímetros por debajo de las laterales; en estas condiciones, la losa no apoyaba inicialmente en la viga central. Si la viga más baja era una de las laterales, la losa admitía la deformación de los 4 centímetros.

Una vez colocadas las losas, se hormigonaban los huecos dispuestos para conectarlas a las vigas metálicas, lo que aseguraba un perfecto apoyo de las losas en las vigas, para la sobrecarga.

III. CONSTRUCCION

Como hemos dicho, uno de los problemas fundamentales de esta obra es que su construcción se hiciera lo más rápidamente posible. La construcción comprendía desmontar el viaducto anterior y montar el nuevo.

Para afectar lo menos posible al tráfico, la construcción se hizo en Julio y Agosto, pasando el tráfico de una de las calzadas a la plataforma inferior, por una de las vías de servicio, lo que permitía desmontar uno de los viaductos primitivos y montar el nuevo. Una vez terminado el nuevo viaducto, se dio tráfico por él y en superficie por la vía contraria de servicio, para construir el segundo.

El montaje de cada viaducto, con ocho vanos de 31 metros de luz y 17,90 metros de ancho, se hizo en una semana, es decir, en siete días se montaron las 24 vigas metálicas, las 80 piezas de hormigón, y se hormigonaron las juntas y los huecos de conexión de las losas con las vigas metálicas.

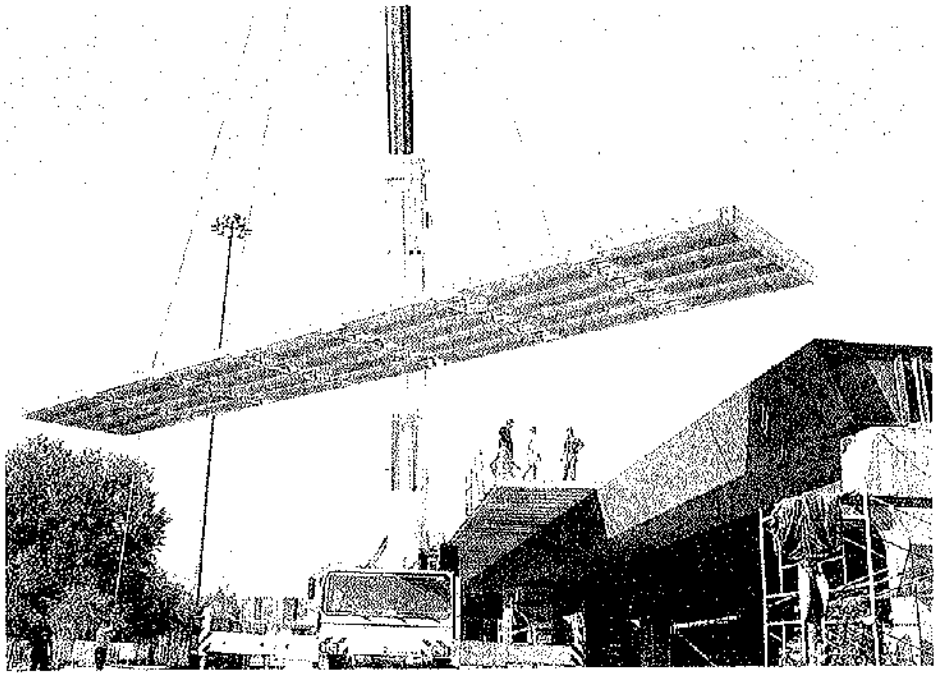


Fig. 4. Losa prefabricada.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

El plazo total desde que se cortó el tráfico en el primer viaducto para empezar a desmontar los tableros, hasta que se volvió a dar tráfico en el nuevo viaducto de la segunda calzada, transcurrió poco más de un mes; y en ello hay que tener en cuenta que, hasta que no se dio tráfico por el primero, no se pudo iniciar la obra del segundo.

Esta solución de vigas metálicas y losas prefabricadas, hormigonando in situ únicamente las juntas entre losas y los huecos de conexión, es realmente rápida de construir, como se ha demostrado en esta obra.

RESUMEN

Se describen las principales características del Proyecto y construcción del nuevo viaducto de la Avenida de la Albufera, en la M-30 (Madrid).

La sustitución del antiguo tablero por el aumento del número de carriles, obligó a la utilización de una estructura que permitiera utilizar las mismas pilas y cimientos y permitiese su montaje en el menor tiempo posible con el fin de minimizar el impacto en el tráfico.

La solución adoptada fue una estructura mixta hormigón-acero, con vigas cajón trapeciales, metálicas, de 1,25 metros de canto y losas de hormigón armado prefabricadas.

SUMMARY

The main features from the design and construction of the new viaduct in the "Avenida de la Albufera" over the M-30 motorway in Madrid are described.

As it was necessary to replace the old deck because of the increase of the number of carriageways, the old piers and foundations should be used for the new one. The erection of the deck had to be as quick as possible in order to minimize its impact in the traffic flow.

The solution adopted was a composite steel-concrete deck with steel boxgirders 1,25 m depth and precast reinforced concrete slabs.

* * *

NUEVA PUBLICACION DEL CANMET

"Avances en la Tecnología del Hormigón" 2ª Edición
Editor: V. M. Malhotra

En 1980, el CANMET ("Centro Canadiense para la Tecnología de los Minerales y la Energía"), publicó el libro "Progresos en la Tecnología del Hormigón", en el que se recogía una colección de artículos sobre varios temas relacionados con los áridos, el cemento y el hormigón. Desde entonces, se han conseguido importantes avances en la tecnología del hormigón. Como ejemplos pueden citarse los relativos a la utilización de hormigones con cenizas volantes o con humo de sílice, los hormigones de alta resistencia para estructuras marítimas y el empleo de nuevos compuestos de polímeros. También se han desarrollado nuevos métodos de ensayo no destructivo y se están utilizando métodos de ensayo acelerado para determinar la reactividad de los áridos alcalinos. Así mismo se han hecho avances en los hormigones reforzados con fibra, los hormigones proyectados, y los fabricados con escorias de alto horno.

Todos estos nuevos temas, se recogieron en un libro titulado "Avances en la tecnología del hormigón" cuya primera edición se distribuyó en el Simposio Internacional que, con el mismo título, se celebró en Atenas, Grecia, en Mayo de 1992.

Debido a la imprevista demanda de la primera edición, se decidió sacar, en 1994, una segunda edición revisada, en la que se han puesto al día varios capítulos de la primera.

Se espera que esta publicación, contribuirá significativamente a un mejor conocimiento de las nuevas tecnologías y a fomentar su aplicación en la industria del hormigón.

Los interesados en adquirir esta publicación, deberán dirigirse a:

Publications Sales & Distribution
CANMET/NRCan
562 Booth Street
Ottawa, Ontario
CANADA
K1A OG1

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-287

"Puentes mixtos de HORMIGON y hormigón"

Jesús Montaner Fragüet
y Javier Mª López García

A) PREAMBULO

La denominación de puentes mixtos y su asociación inmediata con unión hormigón acero, es un concepto que, aunque muy extendido, como tantas otras cosas, no responde a ninguna realidad absoluta ya que, recapacitando sobre el tema, es obvio que este tipo de estructuras hormigón-acero no es más que un caso particular de estructura mixta en la que la existencia de un hormigón "in situ" con sus características y un HORMIGON de taller con las suyas, plantea un fenómeno mucho más complejo (al analizar comportamientos en el tiempo, auténtico problema de este tipo de estructuras) que en hormigón-acero, donde, al menos, sabemos que el acero estructural no retrae ni tiene fluencia, por lo menos en el concepto que estos términos se usan en la terminología de hormigón armado y/o pretensado.

Aunque volveremos sobre el tema más adelante, sirva esto a modo de preámbulo de esta exposición y como justificación del título de la misma; queremos señalar también, para no reiterarlo en lo sucesivo, que cuando hablamos de tableros de puente nos referiremos, en adelante, a aquellos de tablero superior, con toda su estructura bajo calzada, y que se podrían asimilar a los conocidos como losas isostáticas y/o continuas, cuyo rango de aplicación, en principio, parece ser adecuado hasta 70 m de luz entre ejes de apoyos.

Hechas las anteriores salvedades, vamos a dividir esta exposición en cinco apartados, a saber: a) Antecedentes, b) Nuevas variables que motivan la aparición de esta tipología, c) Definición de la tipología, d) Realizaciones y estudios avanzados e) Resumen y posibles conclusiones en el momento actual.

a) Antecedentes

Si se analiza la evolución de este tipo de tableros a lo largo del tiempo, se aprecia que es imposible desligar la misma de los aspectos económicos que la motivan y que tienen especial importancia al dejar de ser este tipo de puentes "obras singulares", para pasar a convertirse en estructuras que solucionan pasos a distinto nivel y/o dificultades orográficas, pero sin el carácter que en principio tuvieron y que, simplemente por su número, no son ya "singulares", salvando por supuesto alguna que otra excepción.

- Así pues, en los *tableros de hormigón* se aprecia una exagerada simplificación de formas, aligeramientos, paramentos rectos encofrados con paneles fenólicos o metálicos, etc., lo que hace que aquellos famosos rankings de kg/m² de ferralla y m³/m² de hormigón, no sean de utilidad más que estadística, ya que el concepto hora/m² tiene una importancia muy superior a los materiales en sí, sobre todo por su posible acotación.
- En *tableros metálicos*, es curioso analizar que una de las primeras razones que aconsejaban su uso, a saber, la de la ligereza, se ha visto handicapada al no ser competitivo la losa superior o soporte de rodadura en estructurra metálica, con ese mismo elemento en hormigón "in situ" (problemas de impermeabilización aparte), lo que ha motivado la aparición de las estructuras mixtas (hormigón-acero), que en el fondo solucionan un problema en su mayor parte económico.
- En tableros con *elementos prefabricados* en taller, hemos asistido, desde su introducción

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

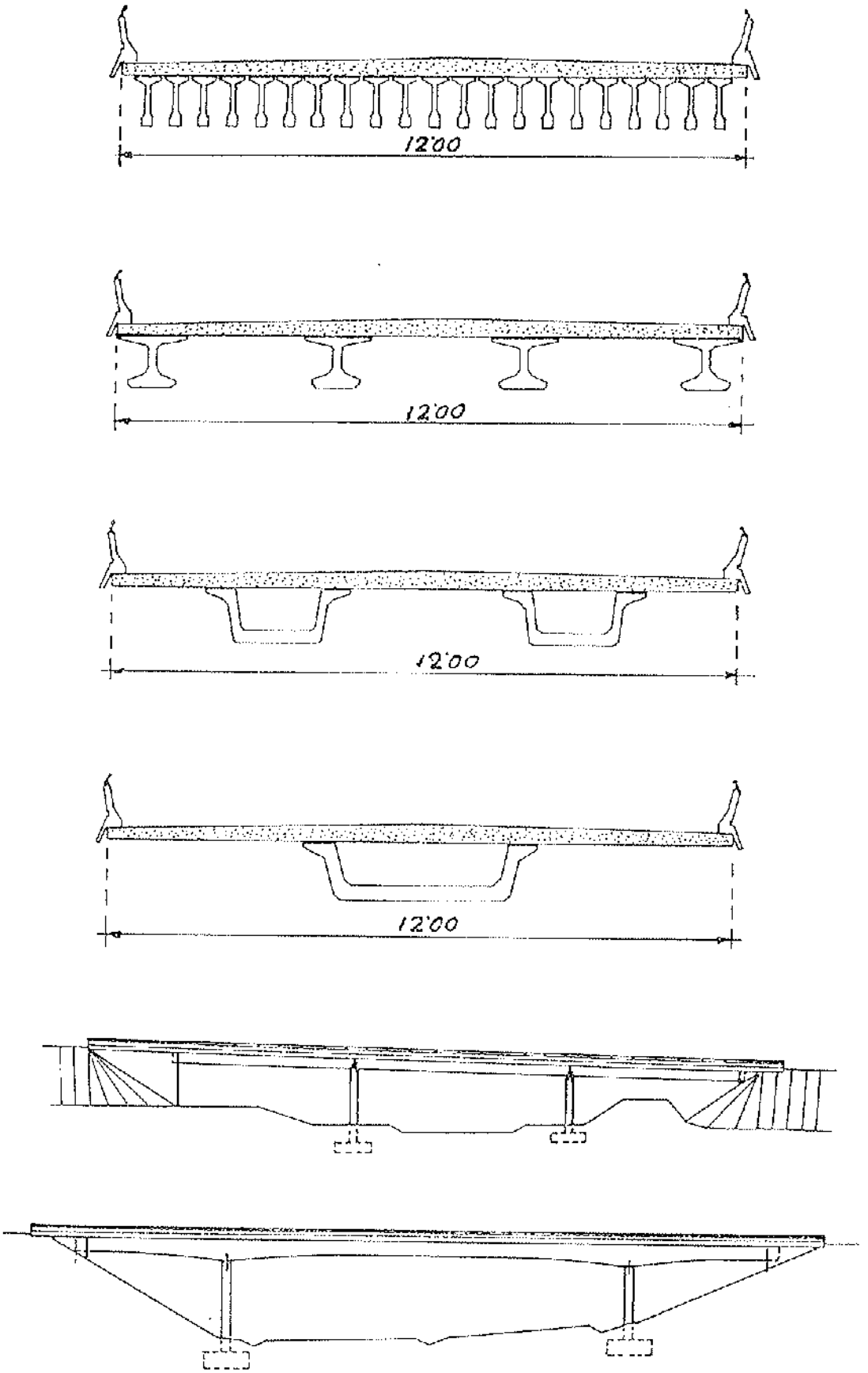


Fig. 1. Evolución de la sección transversal de tableros solucionados con elementos prefabricados a lo largo del tiempo.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

en los años 60, a una reducción del número de elementos, paralela al aumento de tamaño de los mismos, también por razones en su mayor parte económicas (transporte, número de manipulaciones, mano de obra, etc.) (Fig. 1).

Es de destacar que, en este tipo de tablero, salvo escasas excepciones, siempre se ha desligado la losa, del elemento llamémosle resistente o, lo que es lo mismo, se ha separado el elemento fácilmente ejecutable en obra, la losa superior, (coste controlado), del elemento que lleva en sí todas las operaciones complejas, tecnologías diversas, mano de obra especializada o, lo que es lo mismo, operaciones de coste difícilmente acotable; en esta misma línea se observa el cada vez mayor empleo de vigas-artesa frente a las dobles T, que por supuesto derivan claramente de los perfiles usados en los primitivos parques de prefabricación "in situ", hoy en desuso, porque en parte tienen el mismo problema de difícil acotación de coste.

Al observar el esquema anterior sobre evolución de la sección transversal, parecía obligado el ampliar la gama del tablero prefabricado, hasta ahora típicamente isostático, con su continuidad total, facilitada sobremanera por el puente monoviga, al concentrar las operaciones de unión en un solo elemento y poseer unas condiciones estéticas muy parecidas a los puentes losa de hormigón, que son aceptadas como estéticamente conseguidas.

Nace así pues el concepto de puente monoviga continuo o, lo que es lo mismo, el puente mixto de HORMIGON y hormigón, en su acepción más clara y en claro paralelismo con el mixto de hormigón y acero, dando así la posibilidad de resolver los mismo problemas con soluciones que, aunque técnicamente hermanas gemelas, definen dos tipos estructurales visualmente muy distintos.

b) Nuevas variables que motivan la aparición de esta tipología

En el nacimiento de esta tipología estructural, existen una serie de variables que han facilitado su desarrollo y que aunque no exhaustivamente, se pueden encuadrar en:

1.– Hormigones de alta resistencia.

2.– Elementos de transporte.

3.– Maquinaria de elevación y/o montaje.

4.– Desarrollo de uniones entre elementos de hormigón.

5.– Software informático que soluciona el problema teóricamente.

6.– Desarrollo de ensayos en fábrica y laboratorio, para la correcta ubicación de las características de los materiales.

Con brevedad, para no ser exhaustivos, pasemos a los anteriores apartados.

1.– Es normal en la actualidad, que los hormigones utilizados en plantas industriales de prefabricación posean, como resistencia característica mínima, los 450 kg/cm², a los 28 días; de los estudios y pruebas ya realizados, se constata que hoy día no presenta dificultad excesiva el conseguir, sin adiciones no habituales, los 600 kg/cm² de resistencia característica; y de los estudios ya avanzados con incorporación de humo de sílice o similares, no parece extraño que pueda hablarse de resistencias de 800 kg/cm² o más. Estas consideraciones tienen una gran incidencia en el desarrollo de estos elementos, ya que el peso es una de sus condiciones determinantes, por razones de manipulación, y facilitan la aplicación de mayores solicitaciones en el elemento básico, en fábrica, pretensado, anclajes, etc.

2.– Los elementos de transporte, como es obvio, son básicos para el desarrollo de esta tipología y han sufrido un cambio radical en los últimos años. Del estudio efectuado sobre tableros de puentes construidos en la red nacional con aplicación de la O.M. Feb. 72, se infiere que un convoy compuesto por 7 ejes de 13 t, con separación aproximada de 1,52 m, produce unas solicitaciones inferiores a dicho tren oficial vigente, o lo que es lo mismo, no parece que, salvo contadas excepciones, puedan existir problemas especiales para convoyes con peso de viga de 140 t, cantidad esta que da una gran libertad a la hora de proyectar tableros, debido a la posibilidad de fraccionar estos.

3.– Maquinaria de elevación. En este apartado, las posibilidades son mayores que en el transporte, siendo fácil pensar en movimientos de piezas de 200 a 240 toneladas, lo que permite hacer preensamblajes en el suelo para elevar piezas en principio no transportables; a título solamente de divulgación se muestran dos montajes efectuados con rango de dimensiones impensables hasta hace muy poco tiempo (Fig. 2).

4.– Uniones. Este apartado es fundamental desde nuestro punto de vista, y se ha visto facilitado sobremanera con el empleo habitual de Grouts autonivelantes y barras postesadas que hacen factible cosidos cortos con garantía de tesado. La unión de estos elementos da una gama muy amplia de empalmes que transmiten esfuerzos de un elemento a otro sin problemas especiales a lo largo del tiempo, amén que un buen diseño de las zonas de empalme pueden situarlas prácticamente donde interese en función de las características del nudo estudiado.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

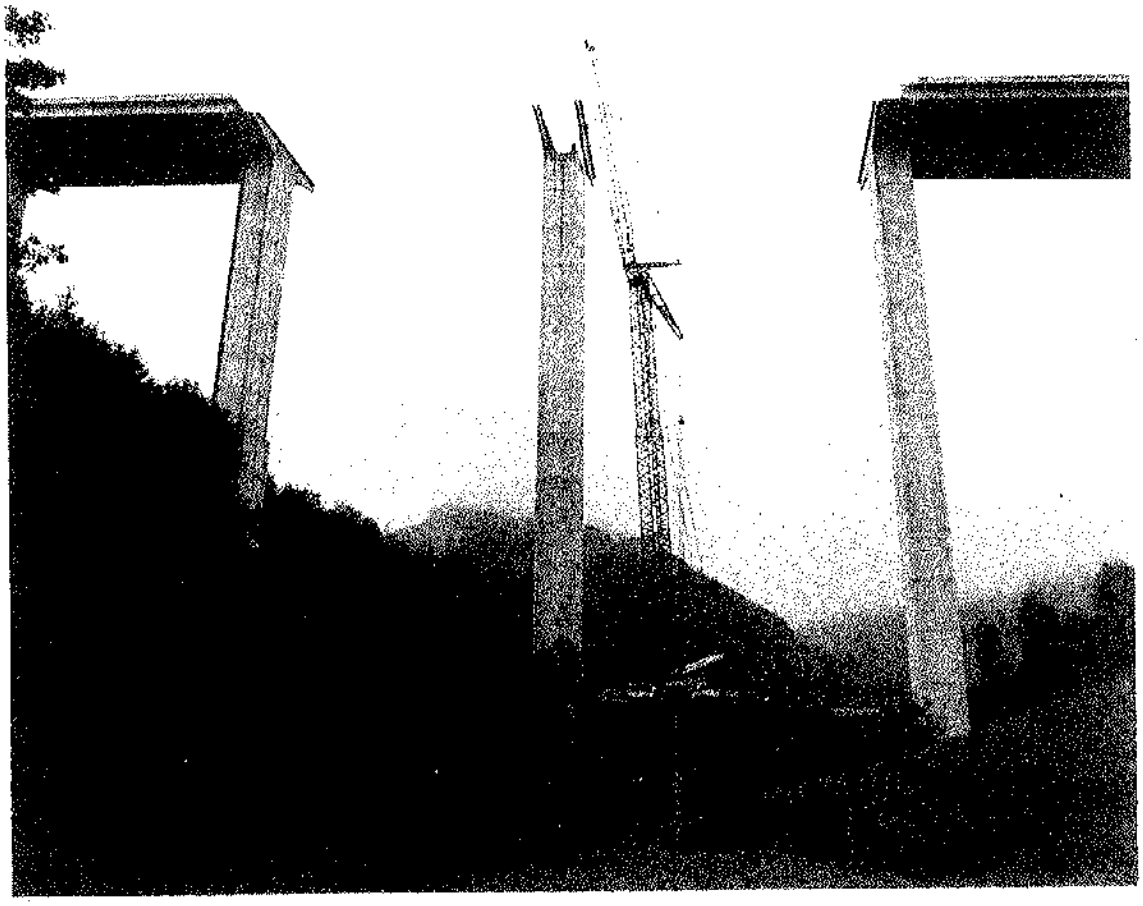


Fig. 2. Viaducto de Areso en Autovía Navarra-Guipúzcoa. Montaje de dinteles prefabricados de 22 m de longitud y 75 toneladas de peso, altura de pila 92 m. Grúa LTH - 1.800 con pluma de 116 m.

5.– Software. Las posibilidades de los ordenadores actuales, hace prácticamente fácil el abordar problemas supercomplejos, con estudio del día a día en la evolución de la estructura, tanto en características geométricas como estructurales, con distintos componentes y sus condiciones reológico-resistentes. Este es un tema en el que se está trabajando en muy diversos estados y en muy diversos países, y sobre el que en poco tiempo podrá contarse con programas muy elaborados que tengan en cuenta todas o casi todas las variables.

6.– Es fácil deducir que el apartado anterior parte de un supuesto que es muy discutible y es el que el hormigón u HORMIGON es fácilmente estandarizable en sus características reológicas, cosa que obviamente no es cierta y obliga en la actualidad a un desarrollo investigador que, a nivel de fabricantes, se está llevando a cabo; pero invitamos a los Organismos pertinentes a trabajar sobre este tema que por otra parte es fundamental para tener fiabilidad en los aspectos técnicos que manejamos. ¿Alguien recuerda el famoso coeficiente de equivalencia entre hormigón de viga y losa en tableros de puentes prefabricados? A la vista de la complejidad de interacciones retracción-fluencia entre viga y losa, instante de unión, etc., parece una simplificación brutal, que tiene la gran ventaja de no actuar, habitualmente, en rotura.

c) Tipología

Con todos los anteriores supuestos, es fácil intuir que las posibilidades de este sistema son amplísimas. Sin querer ser exhaustivos, vamos a aportar algunas ideas ya puestas en práctica.

– En secciones transversales

Si definimos el ancho transportable sin problemas graves, alrededor de los 4,50 m, vemos que los tableros en el entorno de los 13 m de anchura se solucionan con una sola viga; es fácil intuir que secciones más anchas no sería difícil solucionarlas con 2 vigas. El unirlas o no transversalmente es un tema que puede valorarse en función de la

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

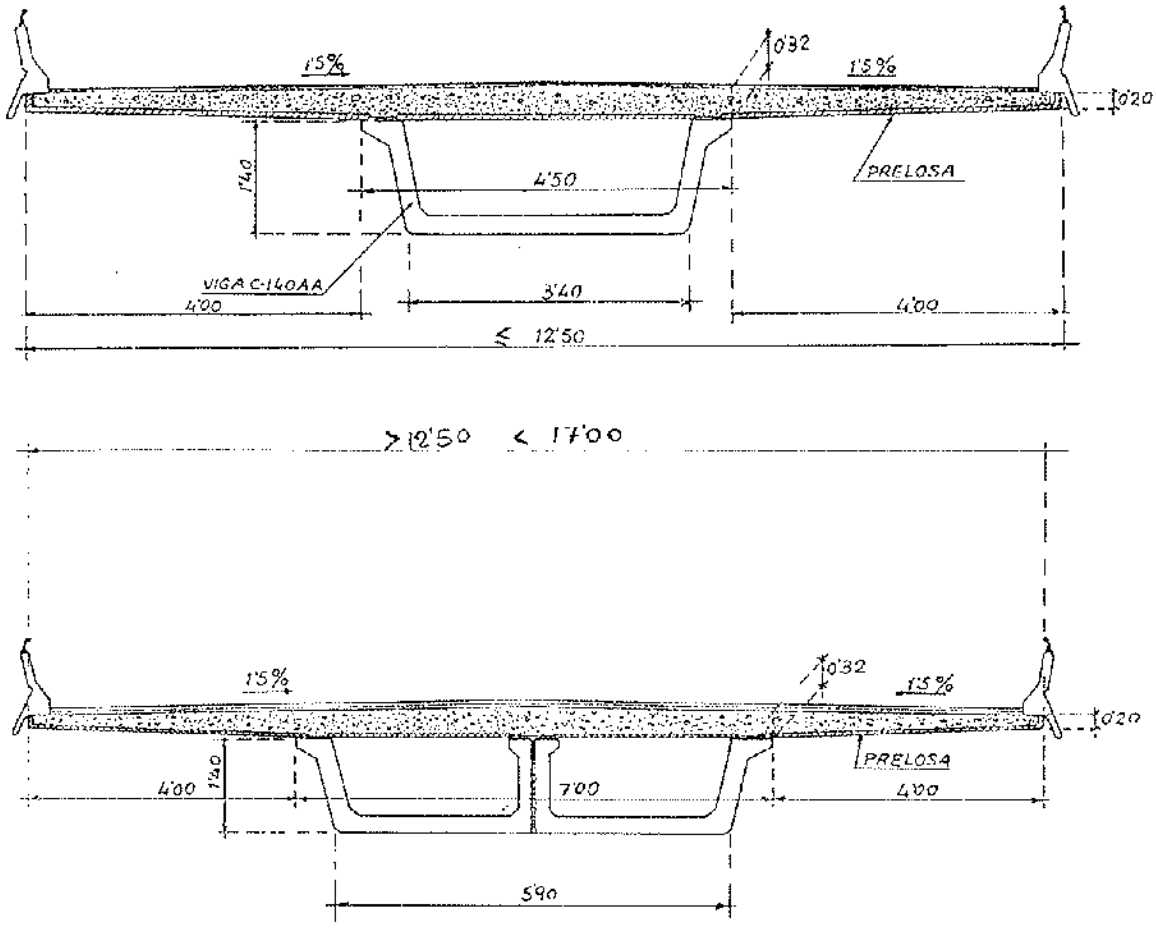


Fig. 3. Ejemplos secciones transversales con puente monoviga continua.

necesidad o problemas de rigidez transversal (Fig. 3).

– *En alzado*

Puede pensarse en puentes de canto constante, canto variable y canto acartelado (Fig. 4).

Los elementos tipo sombrero o con zona de negativos sobre pilas, pueden disponerse con ensamblaje, previo o no, al vano adyacente, en función de las características del transporte, siendo posible, por supuesto, la solución de negativos sobre pila, mediante disposición, en la losa superior, de armadura pasiva, activa con barras rectas, postesado con o sin adherencia, etc., ya que la viga soporta siempre el hormigonado de la losa en esta zona, como elemento autoportante.

– *En planta*

Como es obvio, los trazados de directriz recta no presentan ninguna dificultad. Los trazados en curva se solucionan mediante la inscripción de poligonales que al no pasarse, en general, de lados de 35 a 40 m, nos da flechas:

– Para radios de 200 m.	0,76
– Para radios de 300 m.	0,51
– Para radios de 500 m.	0,31

No es descabellado pensar que, con esta tipología, pueden ejecutarse vigas con planta curva, para radios superiores a 200 m, sin más que diseñar moldes poligonales, con lado de 2 a 3 m, que dan flechas del orden de los milímetros respecto a la curva; y por supuesto es viable pensar en encofrados con curvas que reproduzcan exactamente la directriz. En estos casos, los sobreanchos de 0,50 a 0,70 son perfectamente asumibles por los elementos de transporte.

d) Realizaciones y estudios avanzados

Aplicaciones. Con objeto de no extender la

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

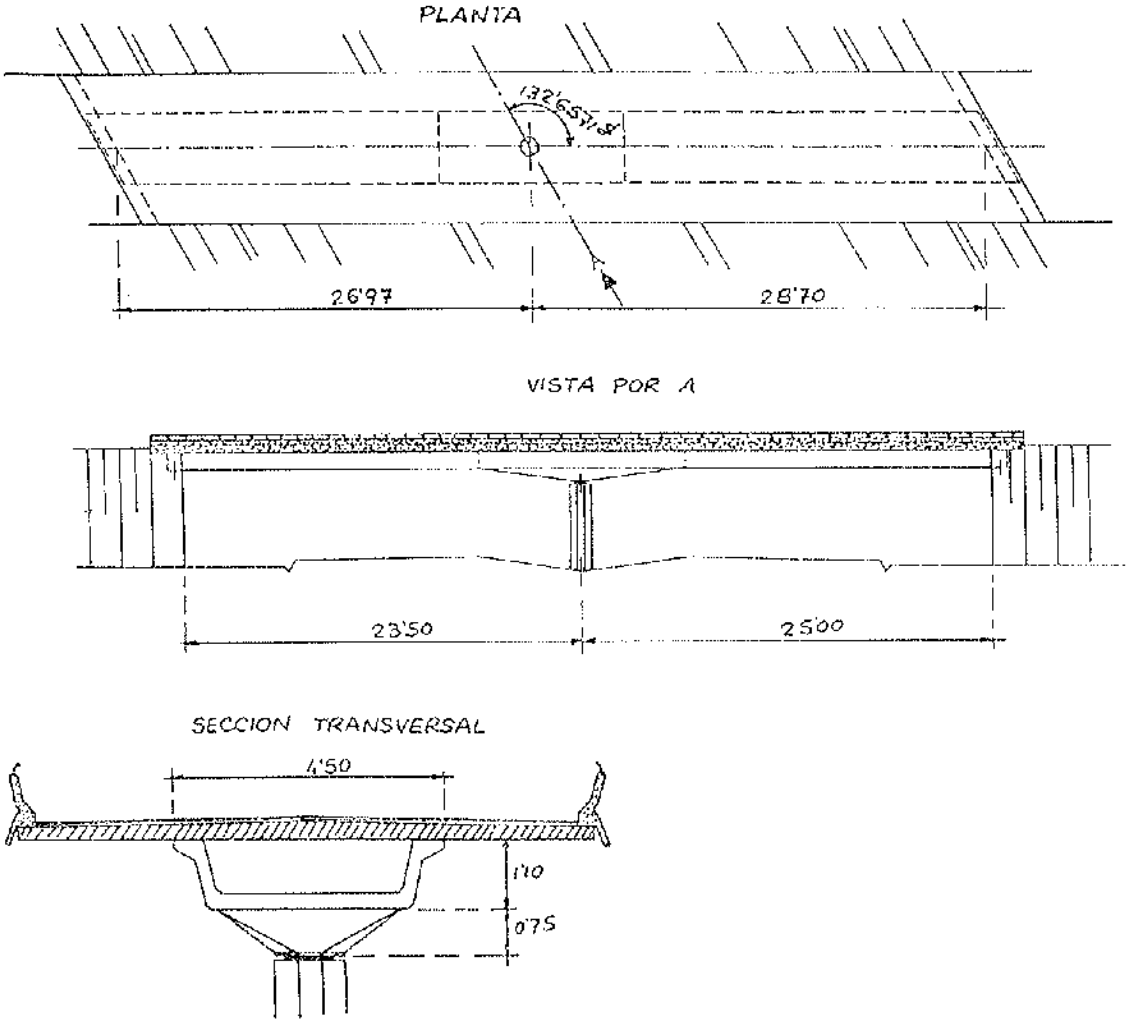


Fig. 4. Solución puente monoviga continuo, con directriz acartelada.

exposición, vamos a comentar brevemente algunos casos reales, ya construidos o en fase adelantada de construcción.

- Paso *parabólico* sobre autovía del que únicamente se mostrará alguna realización, puesto que en otra comunicación presentada por nuestro compañero José Luis Lleyda, se analiza con más detalle este tipo.
- Puente continuo de canto *constante*, ejecutado en el Corredor de Cadagua, en Bilbao, con luces de 25/30/25 y canto de viga 1,30 (Fig. 5).
- En ejecución avanzada, en variante de Txoriherri -Bilbao-, puente de luces 25/35/25, canto de viga 1,30; y 27/50/27/14, canto 1,60.
- O.F. 4, en Andoaín, de luces 35/40/40/35, con solución, para un vano, con viga separada longitudinal, por problemas de montaje sobre FFCC Madrid-Irún.
- Puente acartelado. Mencionaremos el puente de los 3 ojos, sobre la M-30 de Madrid, que en su día se realizó como Cantilever al no estar desarrollado todo lo expuesto, pero que hoy se ejecutaría con continuidad.
- Pasos sobre Autovía Pamplona-Vitoria, con alzado acartelado.
- O. F. 6, de Andoaín, con luces de 30-41-54-40-30.

e) Conclusiones

Es nuestra opinión que este sistema constructivo, fruto de la aplicación de lo anteriormente expuesto, en el que estamos trabajando sobre todo en el campo de investigación de software y análisis de materiales, abre un amplio horizonte al campo de la prefabricación pesada en nuestro país.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

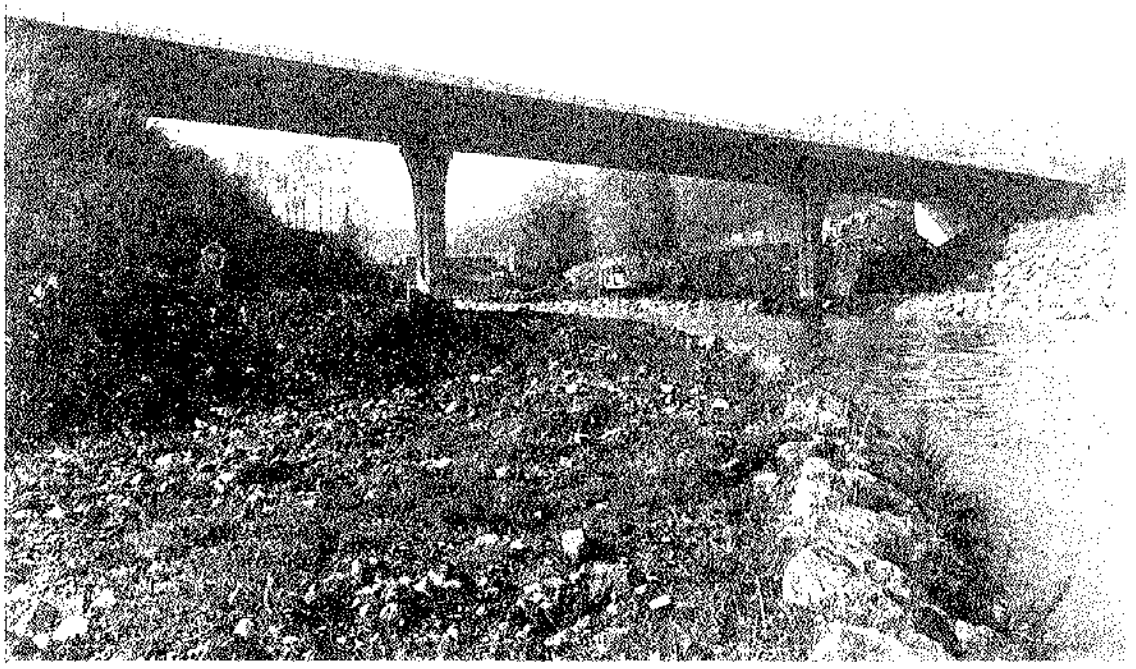


Fig. 5. Paso sobre el río Cadagua, en Zalla (Vizcaya). Luces 25/30/25, canto de viga 1,30 m, ancho tablero 13 m.

Así mismo, pensamos que las posibilidades estéticas del mismo son muy amplias, al poder conjugar los tableros, con pilas de diversas formas que, al ejecutarse en taller, es fácil aligerar al máximo, contando con materiales y ejecución muy controlados.

Además, la gama de luces y cantos posibles es prácticamente ilimitada al poder, llamémosle, trocear cada elemento del tablero a nuestra comodidad dentro del diseño, o mediante ensayos sobre uniones, que la experiencia y la investigación irán desarrollando.

Y por supuesto, la combinación de elementos fabricados en taller, con losas "in situ" de ejecución sencilla, hacen posible unos tableros que compiten favorablemente, desde el punto de vista económico, con sus homólogos mixtos hormigón-acero, manteniendo las condiciones de durabilidad y fácil mantenimiento de las losas de hormigón "in situ", pero acotando su costo real amén de facilitar sobremanera su ejecución.

RESUMEN

Los puentes mixtos de HORMIGON y hormigón constituyen una ampliación del campo de aplicación de la prefabricación en tableros de puente, permitiendo la realización de tableros continuos a partir de elementos lineales prefabricados en taller y transportados por carretera, con enormes posibilidades desde el punto de vista formal y estético, constituyendo, en definitiva, losas continuas de hormigón, con la ventaja que conlleva la prefabricación, al permitir conseguir:

- menores cargas permanentes,
- control de materiales y ejecución en taller,
- uniones sencillas ejecutadas por especialistas, y
- costes menores y más fijos que los de sus homónimas construcciones "in situ".

SUMMARY

The "Composite bridges CONCRETE-concrete" ("precast - in situ concrete") opens a new scope for the concrete precast industry.

Interesting research work is carried out now on software and materials knowledge.

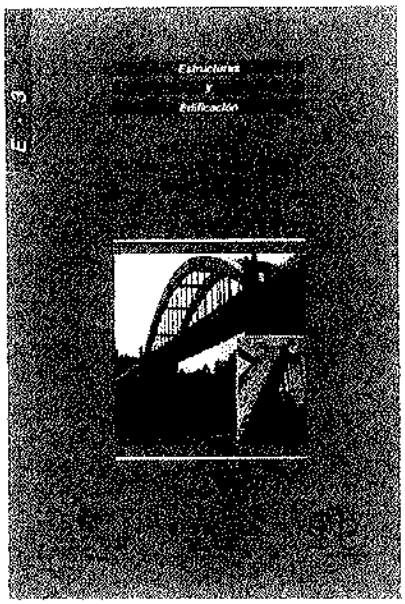
Wide aesthetic possibilities appear, thanks to a careful arrangement for decks and different shape columns. Important slenderness can be reached with the use of high performance materials and levels of control.

Improvement in experience, research knowledge of joint behaviour will increase the freedom for continuous joint location and so open big liberty in span/depth ratios.

The building process, simple "in situ" top slabs supported from the construction moment, by big precast elements allows economical concurence with the most traditional "steel-concrete composite construction".

The final concrete bridge shows the very good durability and maintenance conditions of "in situ" concrete bridges, but cheaper and easier construction process.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025



NUEVA PUBLICACION "REPARACION Y REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON"

Continuando con la serie de manuales que esta Asociación Técnica Española del Pretensado viene publicando, en los cuales se recogen las recomendaciones que se consideran idóneas para conseguir una adecuada realización, mantenimiento y utilización de las obras pretensadas, se ha editado ahora la versión en español de la Guía FIP de Buena Práctica "Reparación y refuerzo de estructuras de Hormigón".

El término durabilidad, en el sentido técnico aplicado en los Códigos, se asocia a la resistencia de los materiales y elementos de la edificación en general y de las estructuras de hormigón en particular, en relación con la potencial agresividad físico-química del ambiente en que han de servir a los usuarios. Sin embargo, la **duración** de una estructura de hormigón no depende exclusivamente de esta resistencia medioambiental, sino también de cualquier otra fuente de problemas que pueda reducir su vida de servicio. Así, los errores de cálculo, los defectos de materiales o los cambios en las cargas de servicio que puedan afectar a una estructura, reducen las expectativas de vida en servicio.

Lo anterior pone de manifiesto que, si importantes son las acciones preventivas, importante es también el desarrollo de técnicas y tecnologías para la **reparación y refuerzo** de las estructuras afectadas. La conexión entre este aspecto y la durabilidad reside en la necesidad de que, no sólo se restituya la capacidad de servicio, sino que el resultado de la intervención reparadora sea también capaz de enfrentarse al medio ambiente general al que está sometido la estructura afectada.

Hoy día se ha despertado una conciencia de cierta precariedad de las estructuras de hormigón que nos ha sacado de la ingenuidad de creer que la preocupación por las estructuras no iba a afectar a la generación que las había construido. Esta misma Guía habla de una vida de servicio entre 70 y 100 años. El despertar ha traído consigo la intensificación de los estudios sobre vida de servicio (CIB W 80/RILEM 140 TSL "Prediction of service life of buildings materials and components") y el desarrollo práctico de materiales, técnicas y tecnologías de reparación y refuerzo.

Este desarrollo ha dado lugar a una especialidad con personalidad propia, de la que forman parte materiales contradictorios como los compuestos epoxi (sofisticados en sus prestaciones, pero que desfallecen con las altas temperaturas) y decisiones complejas sobre el método de reparación más adecuado en cada caso, dado el coste relativamente alto de las operaciones que hay que ejecutar, especialmente cuando el defecto o el daño se detecta en una fase avanzada de la construcción o cuando la obra está ya en servicio.

Por todo lo anterior la ATEP ha considerado que resultaba de gran interés la traducción de esta guía FIP "Reparación y refuerzo de estructuras de hormigón". Esta iniciativa es por otra parte, la primera acción editorial conjunta en el marco del acuerdo de colaboración establecido entre ATEP y GEHO, las dos Asociaciones que se ocupan del hormigón en nuestro país.

Los interesados en adquirir esta publicación, cuyo precio es de 1.500,–pesetas para los Miembros de la ATEP y 2.000,–pesetas para los no Miembros, deberán dirigirse as:

ASOCIACION TECNICA ESPAÑOLA DEL PRETENSADO
Apartado de Correos 19002
280080 MADRID
Tel.: (91) 766 07 03
Fax: (91) 766 07 03

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-288

Acueductos Val de la Olivera y Barranco del Reguero, pertenecientes al Canal de Sástago (Los Monegros)

José Antonio Llombart, Jordi Revoltós
Ingenieros de Caminos
(Estudio de Ingeniería y Proyectos, EIPSA. Madrid)

En el Canal de Sástago, perteneciente al sistema de Riegos del Alto Aragón (Tramo I), se han construido dos acueductos, cuyo cajero está constituido, para cada uno de ellos, por un tramo continuo de hormigón postesado, con una longitud total de 585 m (Barranco del Reguero) (Fig. 1) y 407 m (Val de la Olivera).

La sección del cajero es idéntica en los dos acueductos (Fig. 2) y la sucesión de luces es la siguiente:

Barranco del Reguero: 25,24 - 29,70 x 18 - 25,24
Val de Olivera: 25,24 - 29,70 x 12 - 25,24

El cajero de cada uno de los acueductos está fijado longitudinalmente en uno de los estribos, siendo los apoyos de las pilas, deslizantes en sentido longitudinal y coaccionados en sentido transversal.

En la figura 3 puede apreciarse el pretensado vertical correspondiente al sistema de fijación del cajero, en su extremo fijo. En la figura 4 se muestra uno de los apoyos de las pilas más alejadas del extremo fijo del cajero, en el que se aprecia la longitud de la placa superior, adaptada al previsible recorrido debido a los efectos reológicos.

La construcción del cajero se ha realizado sobre cimbra, por tramos sucesivos equivalentes a un vano de 29,70 m (Figs. 5 y 6), a razón de un avance por semana.

Dada la circunstancia derivada de la repetitividad de las operaciones de construcción y la igualdad en cuanto a las dimensiones de los vanos, se llevó a cabo un interesante estudio, cuyo objetivo fue determinar la influencia de la distancia existente entre las fijaciones de los tendones de pretensado (Fig. 7), en las pérdidas de pretensado debidas al rozamiento como consecuencia del efecto "guirnalda".

Las conclusiones derivadas de la experimentación llevada a cabo en la propia obra fueron determinantes para disponer la separación óptima, que fue de 80 centímetros para tendones constituidos por 7 ϕ 0,6".

Los datos obtenidos mostraron la gran influencia de las pérdidas de rozamiento motivadas por el citado efecto. Concretamente, un aumento de la separación de los puntos de fijación a 1,60 m, representó una pérdida adicional del 10% de la fuerza total de pretensado.

Las figuras 8 y 9 muestran algunos aspectos de la obra terminada.

La construcción fue llevada a cabo por Ferrovial.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

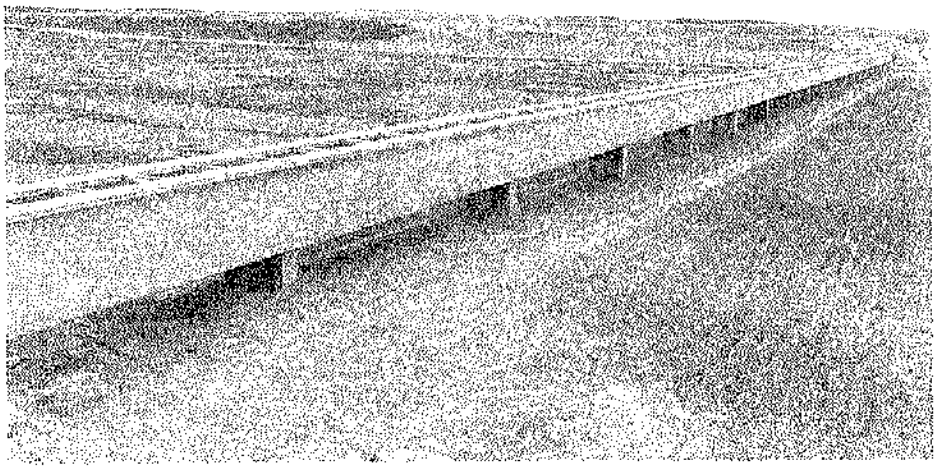
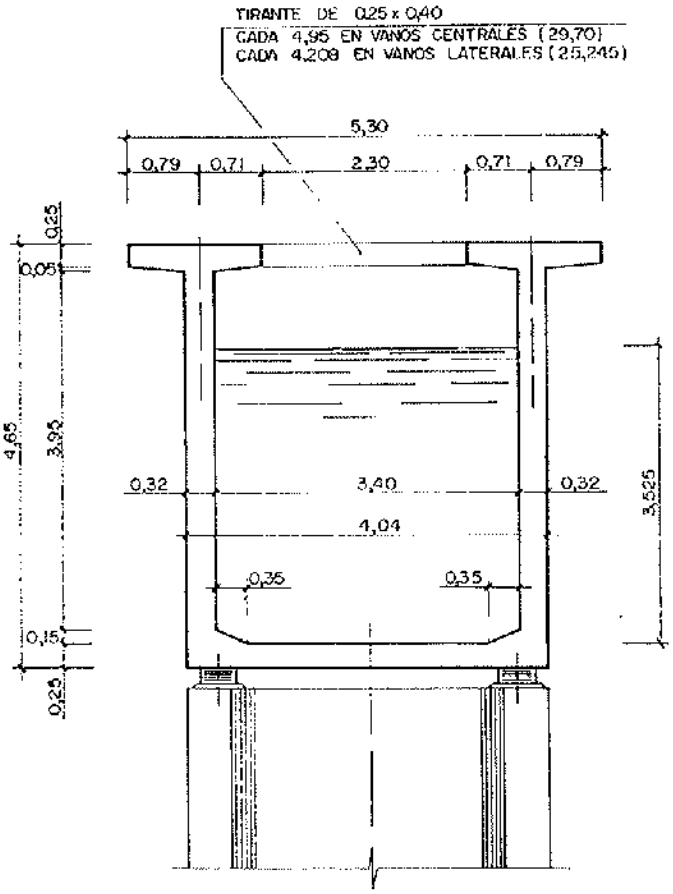


Fig. 1.



SECCION TRANSVERSAL

Fig. 2.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

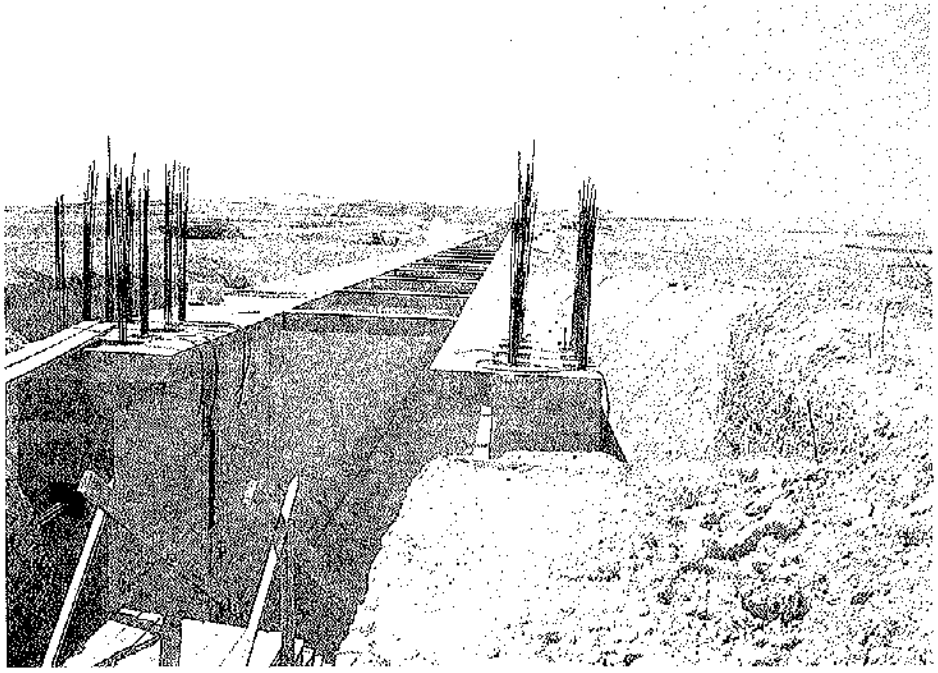


Fig. 3.

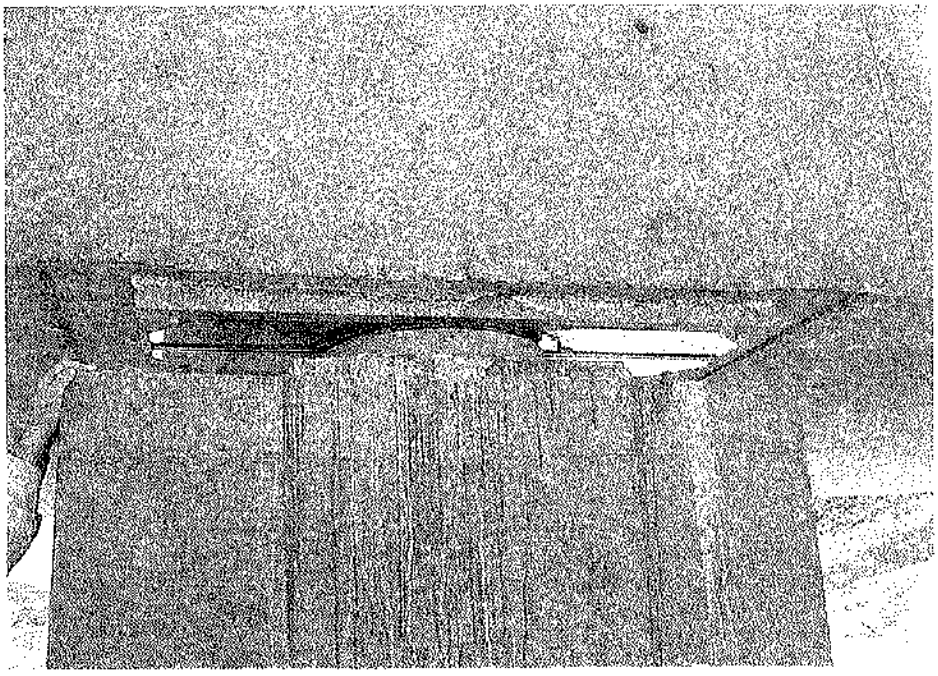


Fig. 4.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

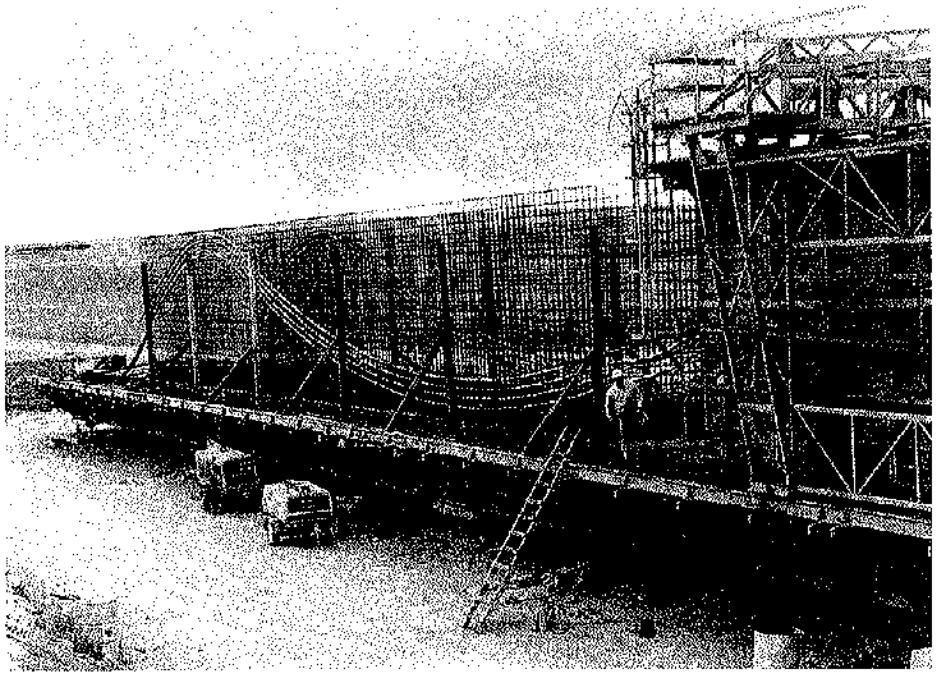


Fig. 5.

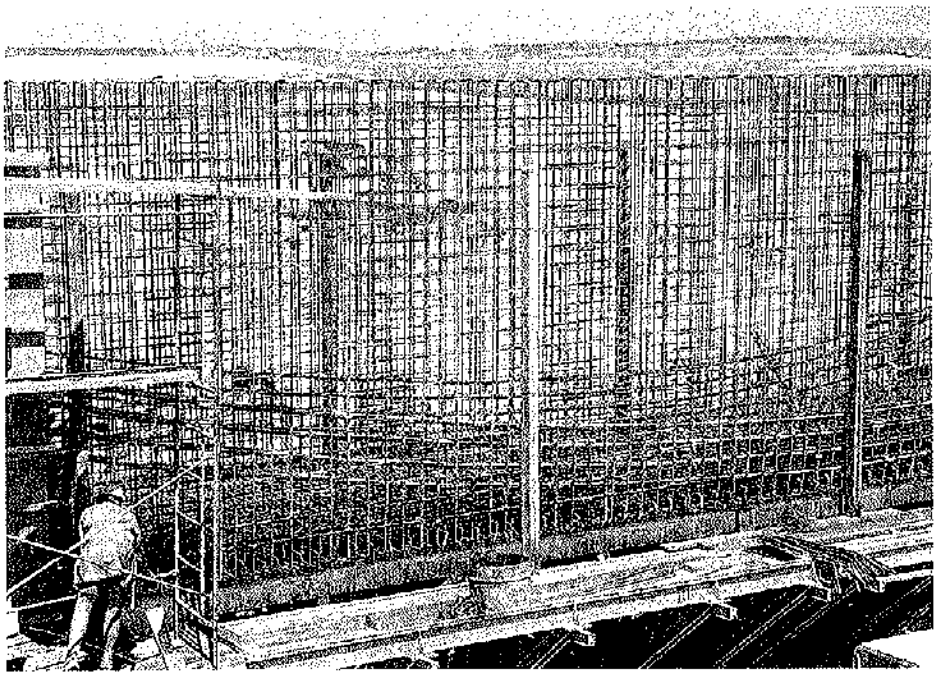


Fig. 6.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

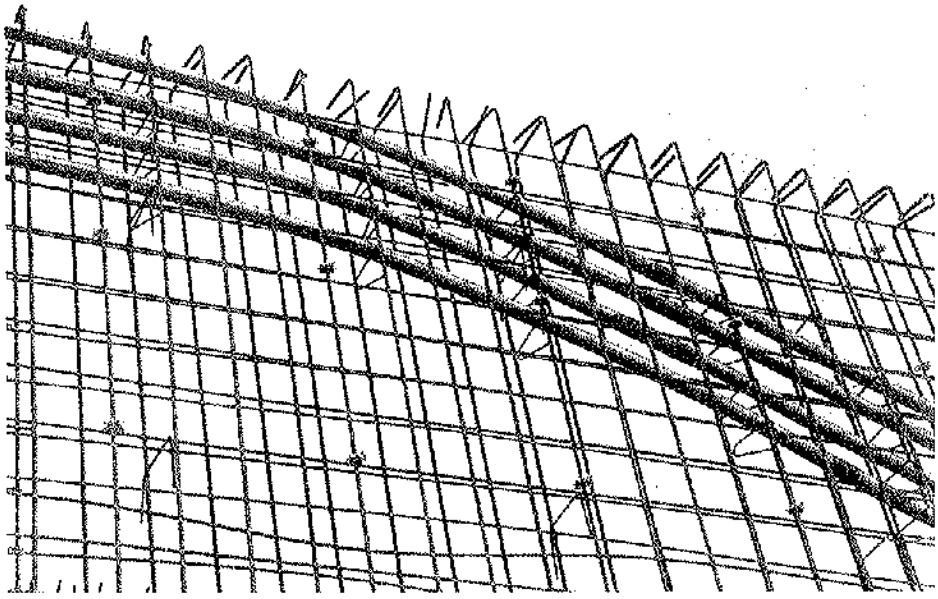


Fig. 7.

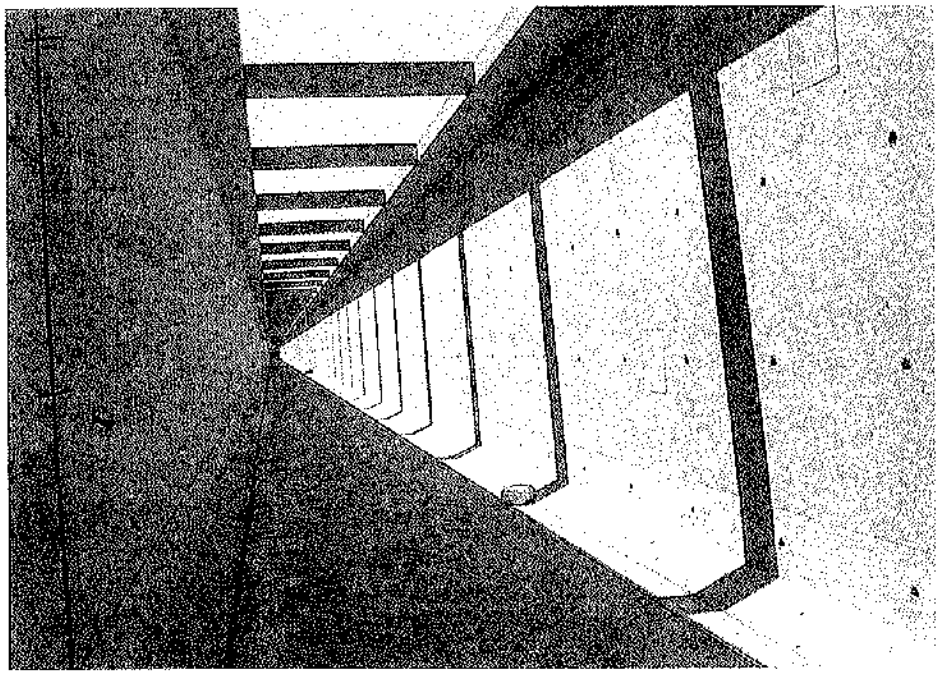


Fig. 8.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

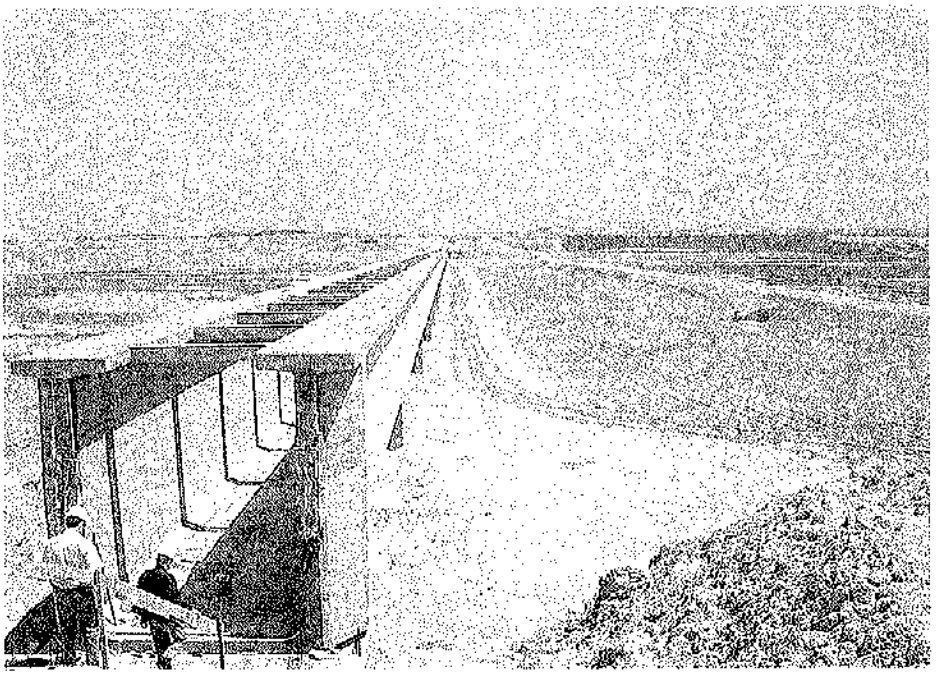


Fig. 9.

RESUMEN

El artículo presenta dos acueductos similares, de longitud 585 m y 407 m, respectivamente, con idéntica sección y una luz en los tramos centrales de 29,70 m.

El cajero, de hormigón pretensado, se ha construido sobre cimbra, por tramos sucesivos equivalentes a un vano.

SUMMARY

The article describes two similar aqueducts which lengths are 585,00 m and 407,00 m respectively, with identical cross-section and a center span of 29,70 m.

The prestressed concrete box girder has been built by step construction method, each step with an equivalent length of one span.

* * *

NUEVA PUBLICACION DEL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE

"INDICES DE DISPOSICIONES RELACIONADAS CON LA EDIFICACION. Legislación de las Comunidades Autónomas"

Esta publicación mantiene la idea básica de recoger toda la normativa vigente relacionada con la edificación, pero en esta octava edición, y dado el enorme material normativo procedente de las Comunidades Autónomas, se ha considerado oportuno elaborar dos publicaciones independientes: una dedicada a la legislación del Estado, que se presentó el pasado mes de enero, y otra dedicada a la legislación de las Comunidades Autónomas, que es la que ahora se presenta.

Este trabajo, que actualiza la edición anterior, pone a disposición del profesional un índice selectivo de la legislación vigente que afecta al sector de la edificación.

Ordenado alfabéticamente por Comunidades Autónomas, cada una de ellas se estructura en varios apartados, cuya denominación coincide con los apartados en los que se ordena la legislación del Estado.

Los interesados en adquirir este libro, deberán dirigirse, por escrito o telefónicamente, a:

"Centro de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente",
Paseo de la Castellana, 67
28071 Madrid
Tel.: 597 64 49

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-289

Ampliaciones de puentes en arco

José Antonio Llombart
Jordi Revoltós
Ingenieros de Caminos
(Estudio de Ingeniería y Proyectos. EIPSA. Madrid)

1. Introducción

La construcción de carreteras y ferrocarriles requiere, en ocasiones, ampliar parte de la infraestructura existente, construida en épocas en que era común resolver las estructuras mediante soluciones en arco.

La ampliación de obras antiguas plantea una problemática especial, por el hecho de que se precisa conjugar la tipología y aspecto de construcciones de otra época, con las que actualmente se realizan, contando con una tecnología y medios constructivos notablemente distintos.

En el orden estético, es deseable que en el proyecto de las ampliaciones se defina, como uno de los objetivos fundamentales, el mantenimiento de la apariencia de la obra existente, dentro de lo posible. Las dificultades de este tipo de obras consisten en compatibilizar el objetivo anteriormente señalado, con los requisitos económicos y los imperativos de plazo, propios de las construcciones de hoy en día.

La construcción de obras de fábrica en forma de arco ha sido realizada tradicionalmente mediante cimbras. Una obra de ampliación puede realmente ser acometida reproduciendo una forma similar a la existente y hormigonando la estructura sobre cimbra; sin embargo, las posibilidades derivadas de una solución con piezas prefabricadas y la disponibilidad de potentes medios de elevación, aportan notables ventajas en lo referente a economía y rapidez de ejecución.

A continuación se describen tres obras de ampliación de puentes existentes que han sido resueltas ventajosamente gracias a un proceso constructivo especialmente diseñado para cada caso y basado en la prefabricación de elementos de hormigón.

2. Viaducto sobre el Barranco de Silva en la Autopista Las Palmas-Aeropuerto, en la isla de Gran Canaria

La ampliación de la Autopista Las Palmas-Aeropuerto ha exigido la construcción de un Viaducto sobre el Barranco de Silva, al lado del existente (Fig. 1), formado por 10 vanos, con bóvedas de medio punto, de 11,80 metros de luz media entre ejes de pilas.

Se consideró aceptable construir el nuevo viaducto con tableros de vigas prefabricadas, disponiendo una pila, por cada tres de las existentes, es decir, con luces de 35,40 metros y con la condición de reproducir, en su coronación, el perfil de los arcos del antiguo viaducto, mediante la creación de unos capiteles, en cuyo extremo apoyaban las vigas (Véanse Figs. 1, 2 y 3) con el nuevo viaducto en fase de terminación).

Dada la altura del viaducto, las dimensiones de la zona de coronación y la forma especial, obligada por la obra de fábrica existente, no se consideró conveniente una construcción "in situ", debido al elevado costo de los elementos auxiliares; y se proyectó una solución con piezas prefabricadas, que se llevó a cabo en la forma que se describe a continuación.

Se construyeron las pilas mediante métodos tradicionales hasta la zona de arranque de los perfiles curvos, disponiéndose unas barras verticales de alta resistencia (Fig. 4). Se resolvió la coronación mediante la construcción de unos diafragmas que se prefabricaron en la propia obra, en disposición abatida y sobre el propio terreno, sin el empleo de cimbra alguna (Figs. 5, 6 y 7).

La operación de colocar cada una de las piezas en su posición definitiva se realizó con gran rapidez. Se diseñaron unos elementos de izaje, de tal

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

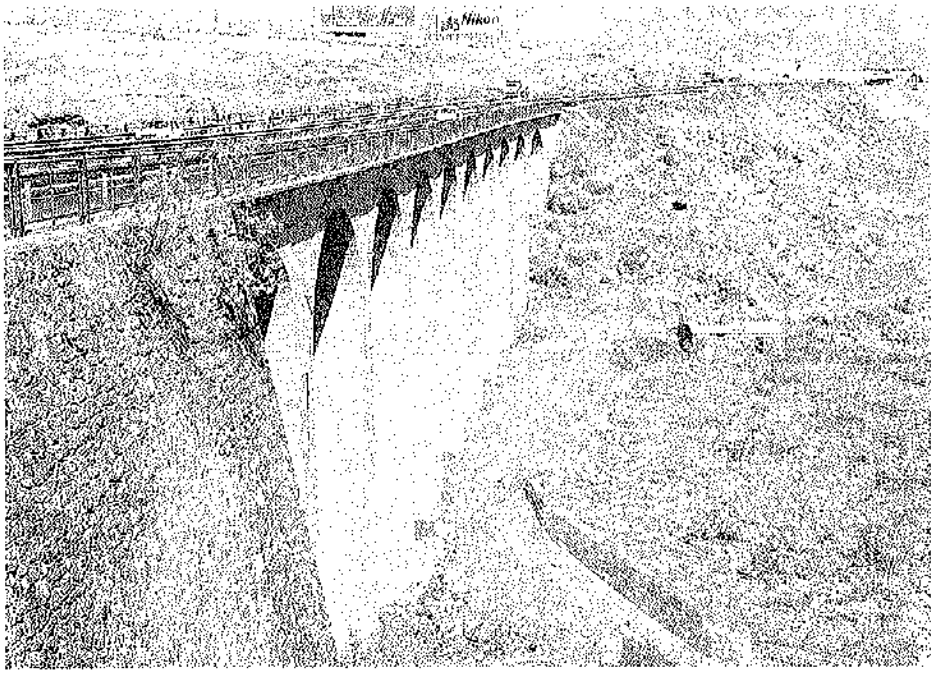


Fig. 1.

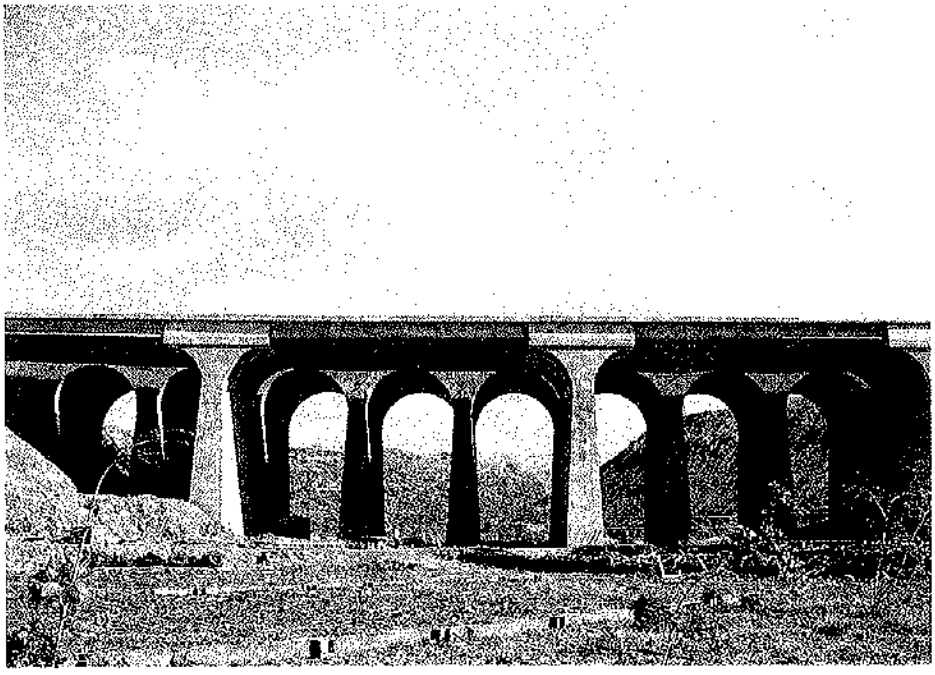


Fig. 2.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Fig. 3.

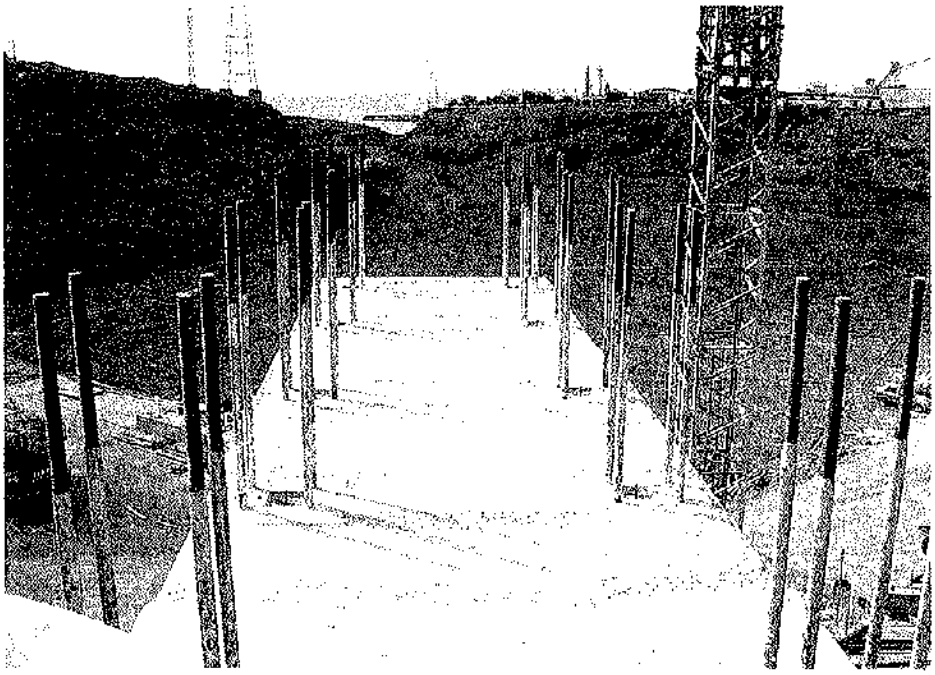


Fig. 4.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

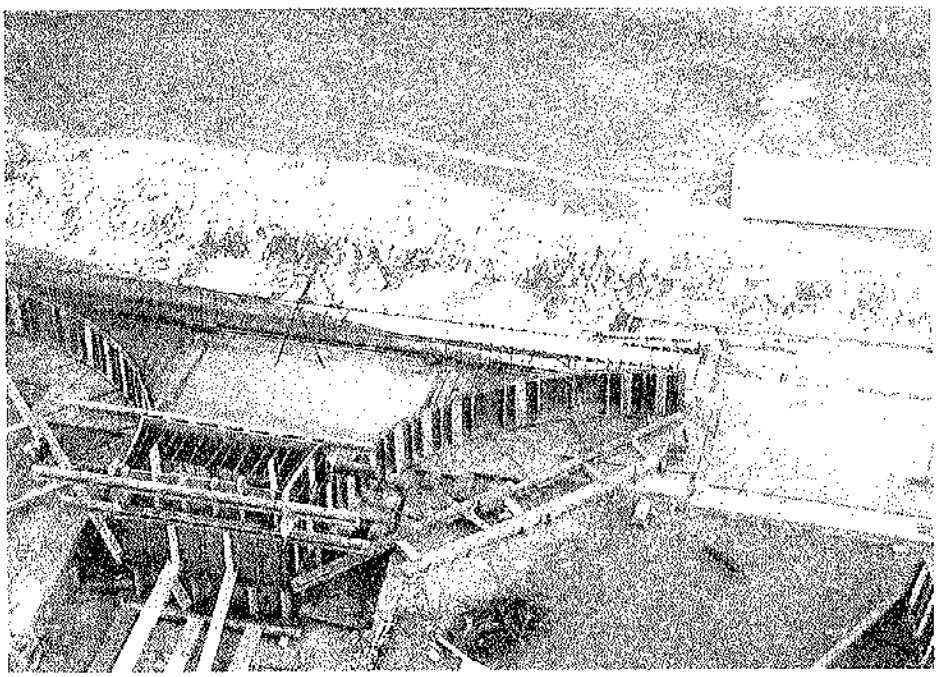


Fig. 5.

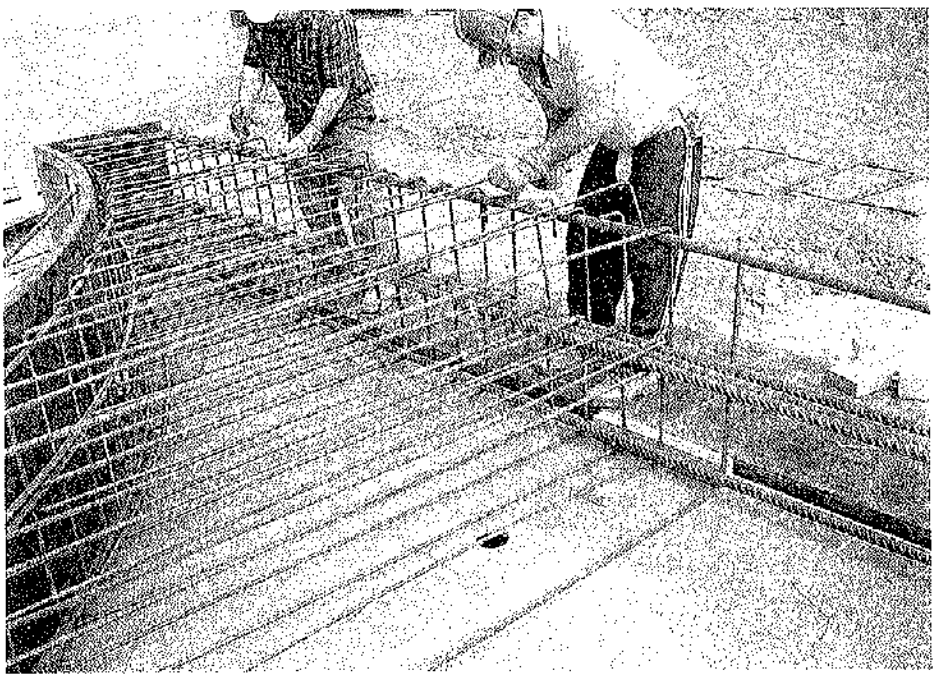


Fig. 6.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

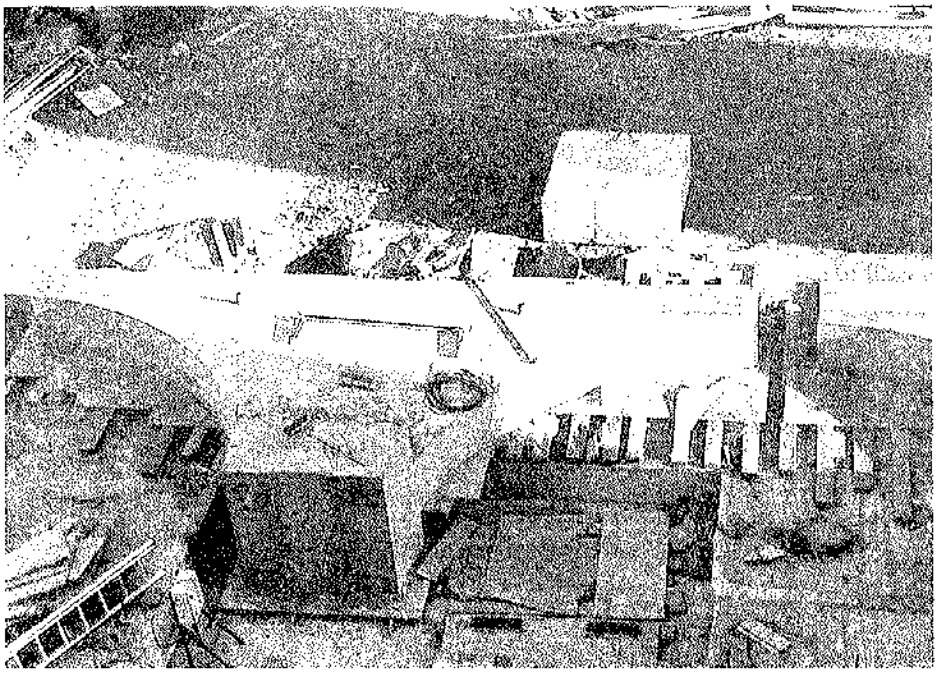


Fig. 7.

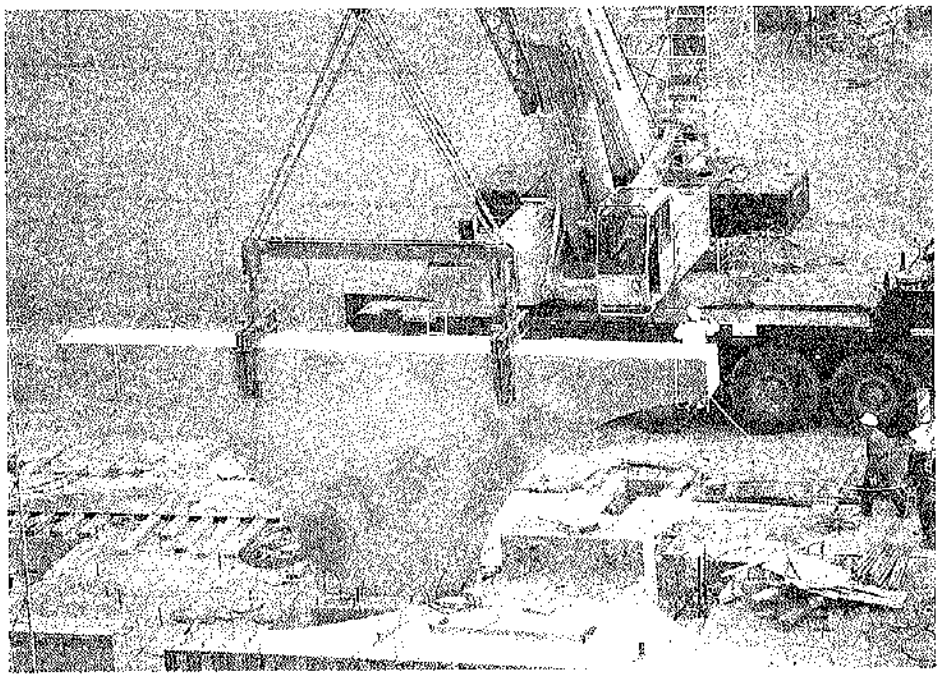


Fig. 8.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

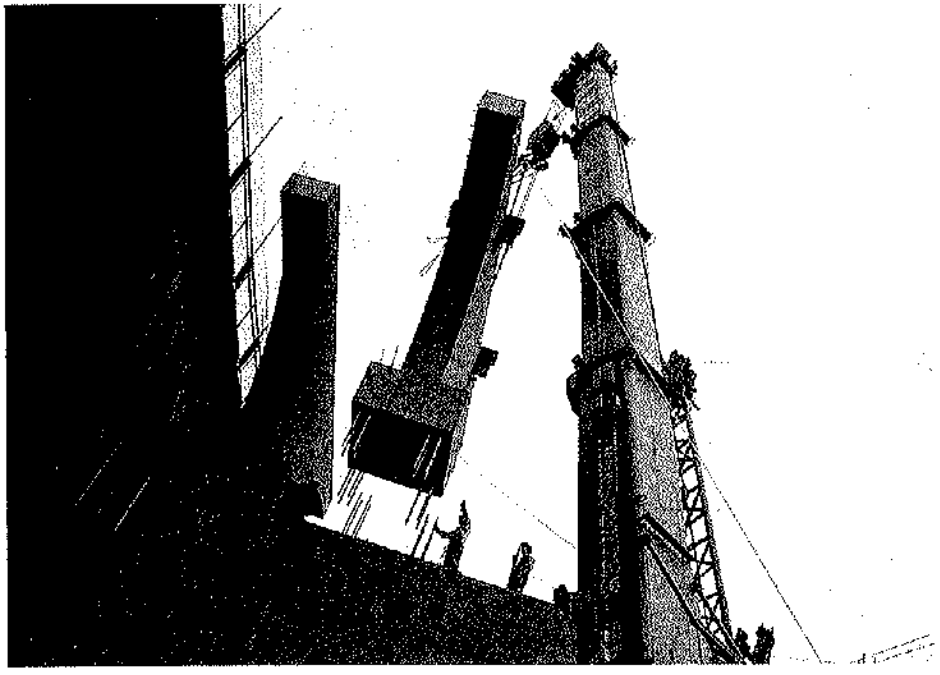


Fig. 9.

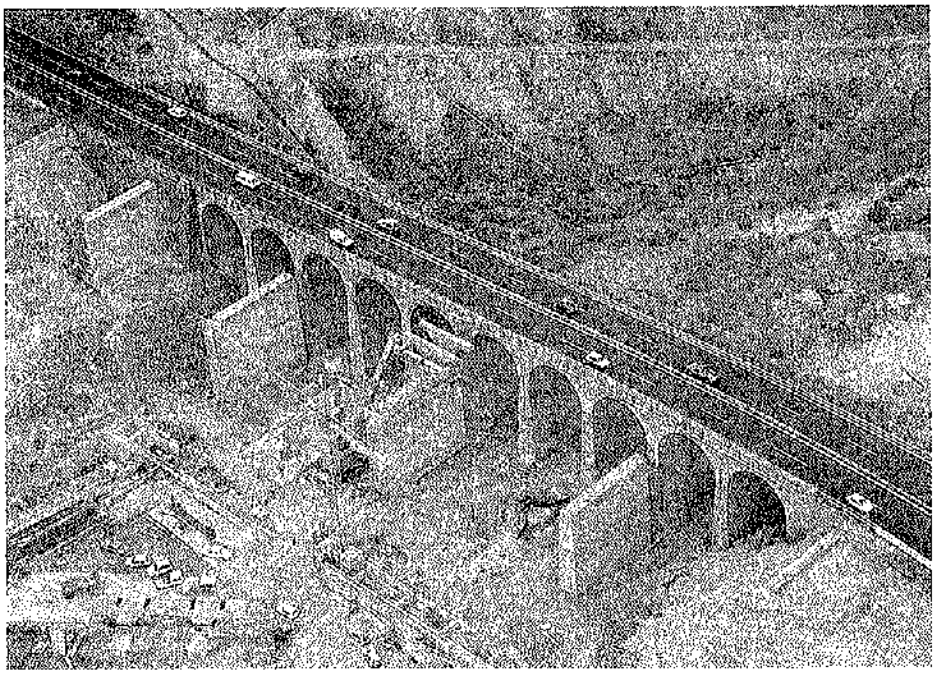


Fig. 10.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

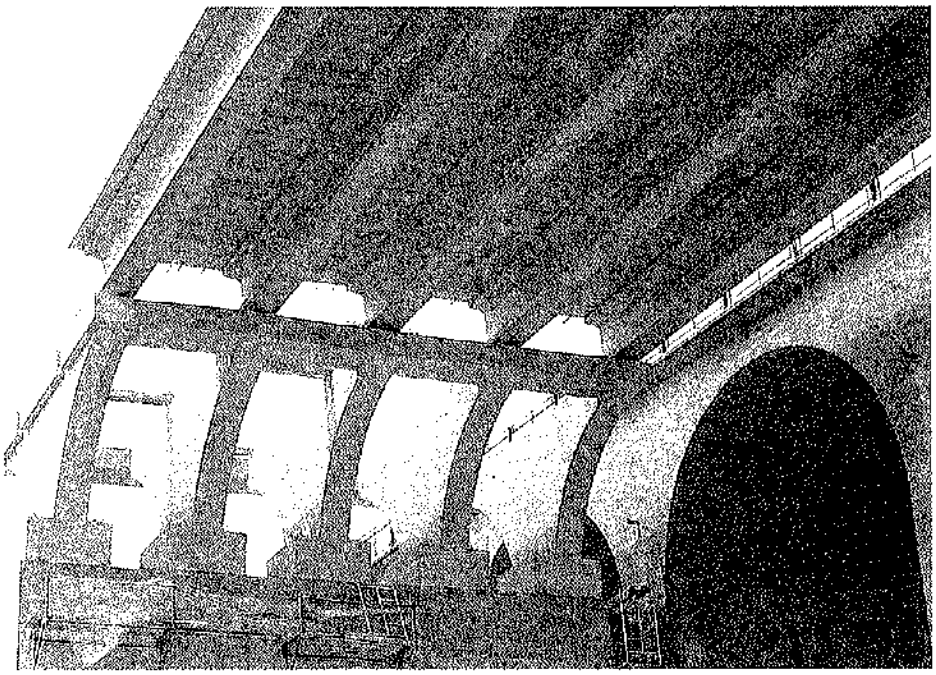


Fig. 11.

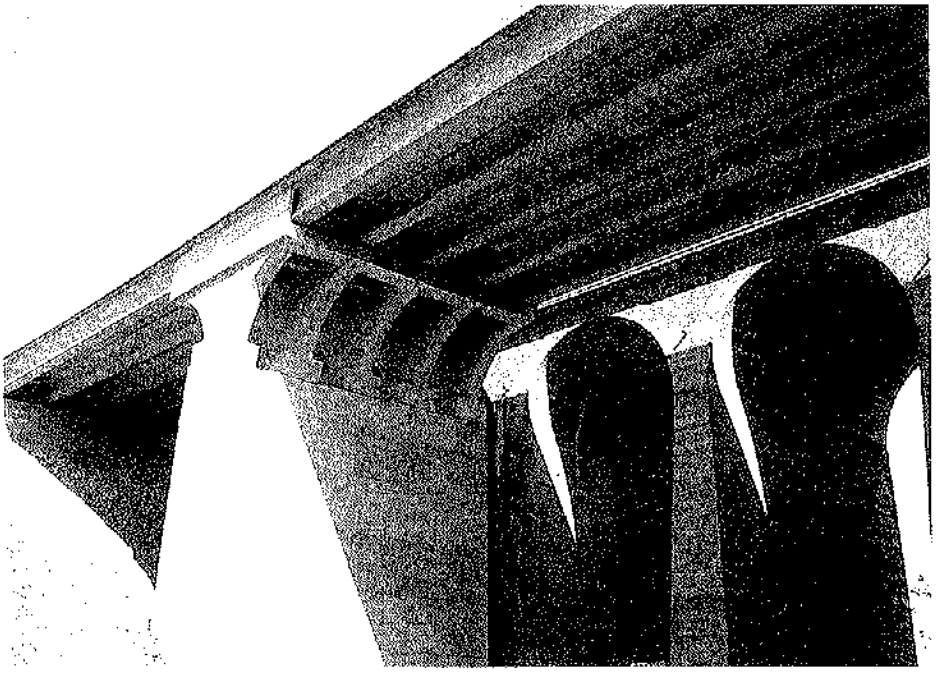


Fig. 12

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

forma que cada pieza, de 55 toneladas de peso, podía ser levantada en una sola maniobra mediante una grúa, volteada mediante pivoteo sobre el terreno (Fig. 8) y colocada directamente en su posición definitiva (Figs. 9 y 10).

Una vez situadas las piezas sobre las pilas, se realizó el anclaje mediante el tesado de las barras verticales. Las características de dicho pretensado eran tales, que fué posible la construcción de cada uno de los tableros sin problemas debidos al desequilibrio de la carga de peso propio producida en la zona de apoyos (Fig. 11).

El aspecto final de la obra terminada resultó sugestivo, debido a la ligereza y transparencia de la zona de coronación de pilas y al conjunto de la estructura nervada, formada por las vigas del tablero apoyadas sobre los diafragmas verticales (Fig. 12).

La obra fue llevada a cabo por FCC (Fomento de Construcciones y Contratas.

3. Puente sobre el Río Arratia, de la vía Lemoa-Amorebieta

3.1. Antecedentes

La obra del puente sobre el río Arratia se enmarca en el proyecto de desdoblamiento de la vía Lemoa-Amorebieta del ferrocarril de vía métrica del Gobierno Vasco. La vía existente cruza, a su paso por Lemoa, el río Arratia por medio de un puente arco, de unos 19,30 m de longitud, 4,10 m de ancho y un esviaje de 82g (Fig. 13).

Los condicionantes del proyecto eran, por parte de la Administración, el realizar un nuevo puente lo más parecido posible al antiguo, para salvaguardar la armonía del entorno; y por parte de la constructora, el evitar la colocación de una cimbra en el lecho del río, debido a su coste y al peligro que entrañan las bruscas crecidas de un río no regulado.

3.2. Descripción

La solución adoptada ha consistido en materializar el arco mediante dos tímpanos de hormigón prefabricado, cuya forma exterior sigue fielmente el perfil del intradós del puente existente, y sobre los cuales se ha colocado una losa de hormigón colaborante. (Figs. 14 y 15).

Los tímpanos tienen un espesor de 40 cm y están separados 2,09 m entre sí. Cada tímpano se descompone en dos costillas idénticas, que han sido prefabricadas a pié de obra. En cada costilla se han dispuesto los respectivos elementos que facilitan el montaje de la pieza (Fig. 16). Es decir: orificios en la parte superior, para el izaje de la pieza; estructura metálica con rótula esférica incorporada en la parte inferior, para colocación de la costilla en el estribo; y anclajes y barras en la parte superior, para asegurar la estabilidad de la pieza durante las fases del proceso constructivo.

El tablero se ha resuelto con prelosas de 1,95 m de largo y 4,20 m de ancho, para que, una vez colocadas directamente sobre las costillas, se pudiera hormigonar sobre ellas hasta obtener un espesor total de 30 cms y constituir así un conjunto monolítico, costillas más losa.

3.3. Proceso constructivo

1) Construcción de la infraestructura (Estribos, macizos de apoyo de piezas prefabricadas y losa sobre el terraplén contenido por los estribos).

2) Montaje de las costillas prefabricadas (Peso teórico de cada costilla: 31,1 toneladas). Cada costilla se transportó del parque mediante una grúa (Figs. 17 y 18); se apoyó sobre una rótula en su base, se colocó entre dos perfiles metálicos en cabeza de estribo (Figs. 19 y 20) y se aseguró su estabilidad mediante unos elementos de anclaje horizontal compuestos de 2 barras ϕ 25 de acero especial y sus correspondientes accesorios metálicos (Figs. 21 y 22). Posteriormente al montaje de cada costilla, se efectuó un arriostramiento lateral, desde el extremo frontal hasta la obra de fábrica existente. Esta etapa de montaje, se efectuó enteramente en una sola noche; tiempo durante el cual se pudo desconectar la corriente de la catenaria, permitiendo efectuar las maniobras de la grúa de montaje con las debidas condiciones de seguridad.

3) Una vez montadas las 4 costillas prefabricadas, se construyeron las riostras de unión de costillas en la base y las zonas a hormigonar (2ª fase), que completan la base y la clave, previa colocación de las correspondientes armaduras (Fig. 23).

4) Montaje de las prelosas sobre las costillas, colocación de armaduras y hormigonado de la losa superior (Figs. 24 y 25).

5) Desmontaje de los anclajes horizontales, eliminación de los elementos metálicos situados sobre las costillas prefabricadas y eliminación de las horquillas metálicas existentes en la parte superior de los estribos.

6) Montaje de prelosas en la zona que queda por cubrir. Hormigonado de la zona de losa superior contigua al estribo.

La construcción fue llevada a cabo por ENTRECANALES.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

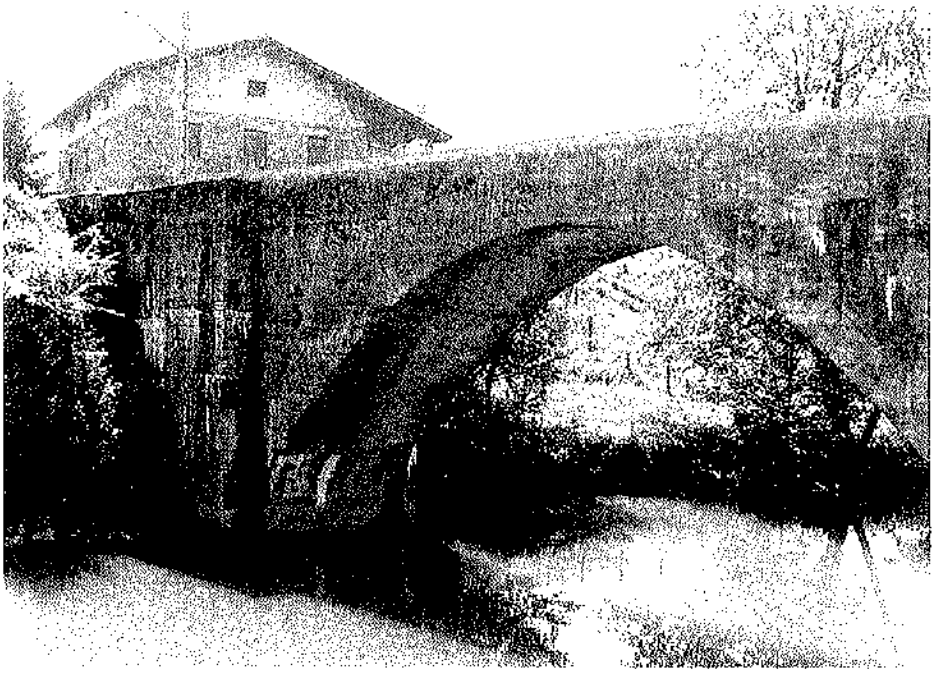


Fig. 13.

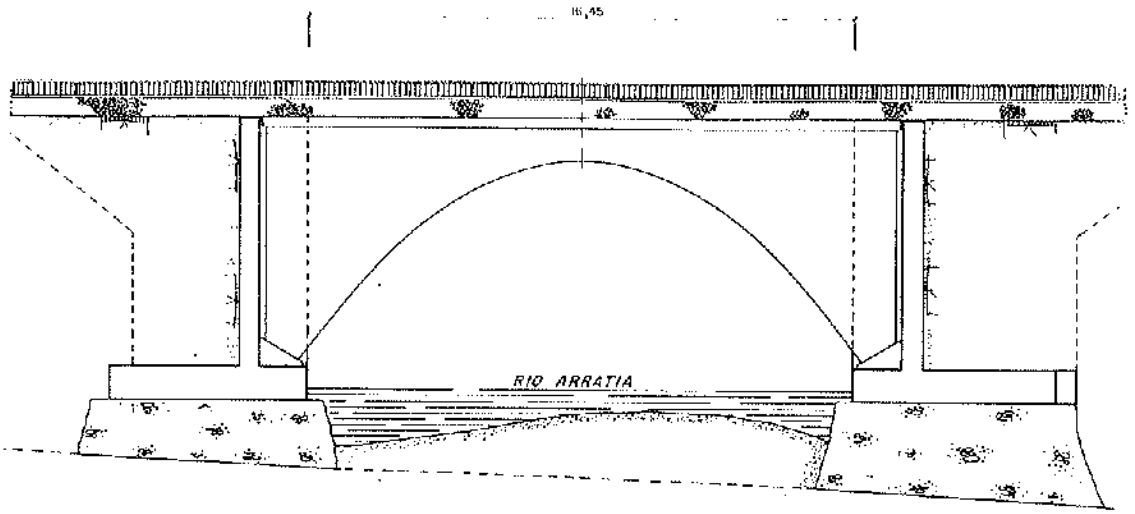


Fig. 14.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

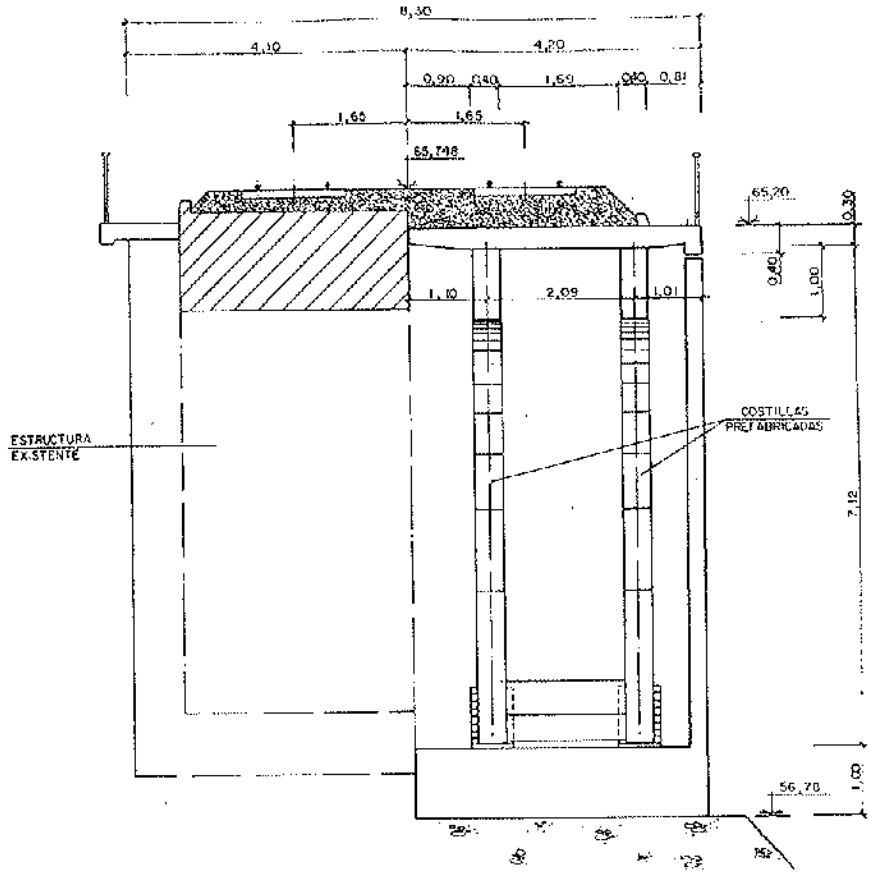


Fig. 15.

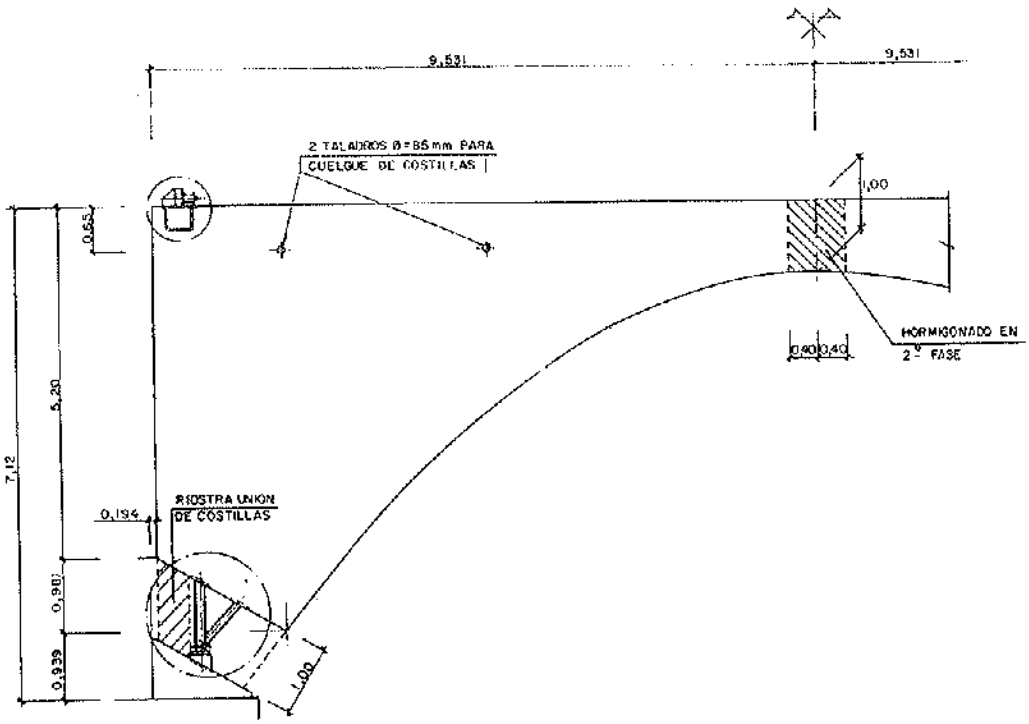


Fig. 16.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

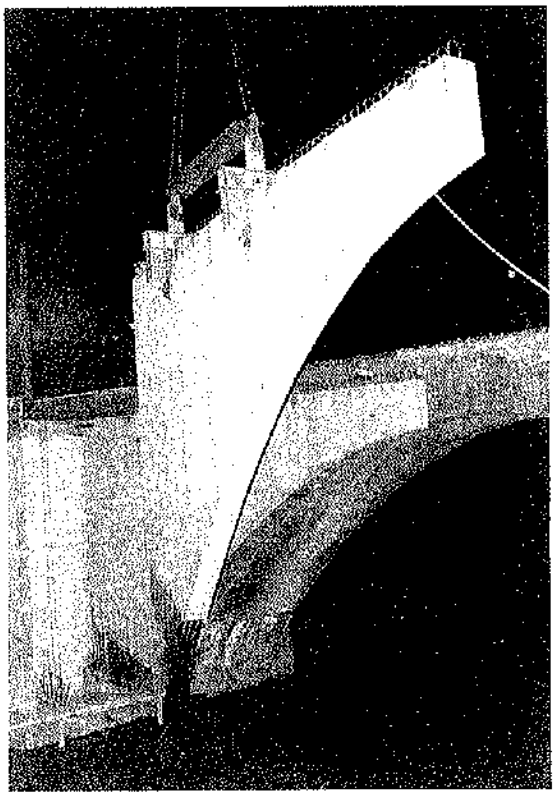


Fig. 17.

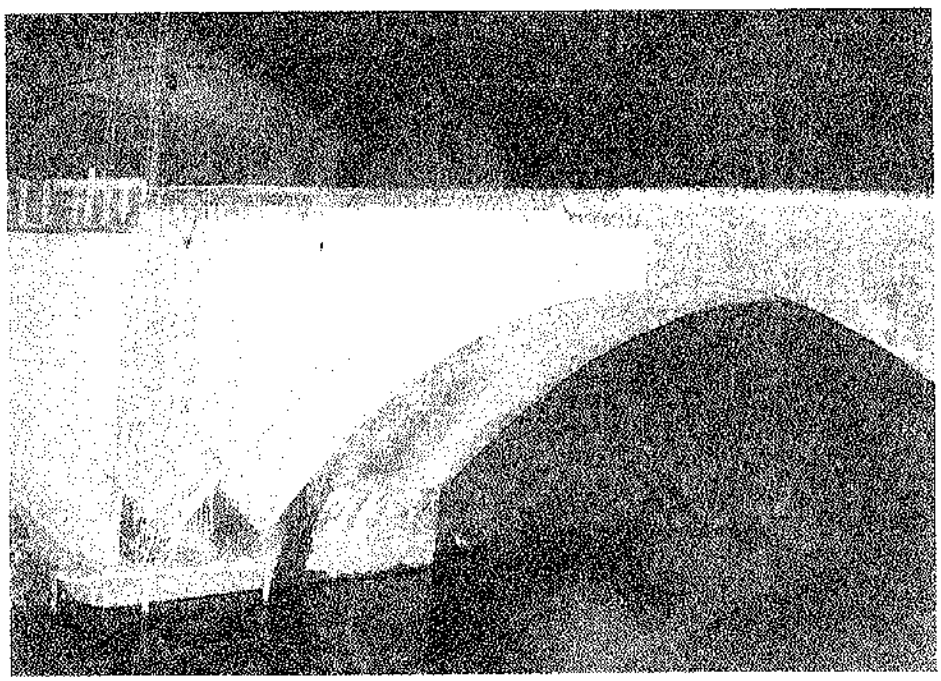


Fig. 18.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

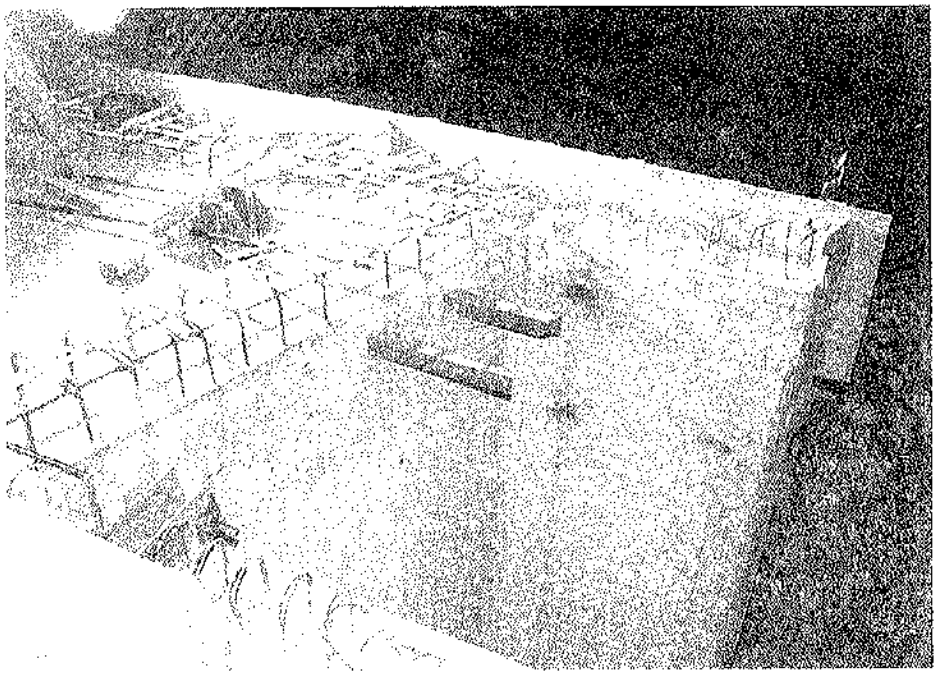


Fig. 19.

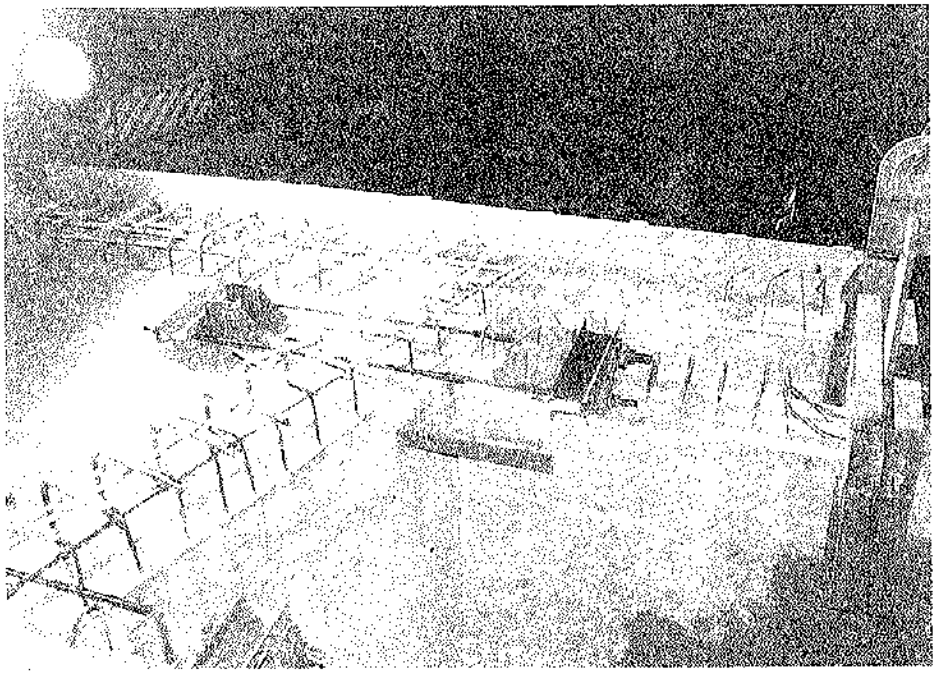


Fig. 20.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

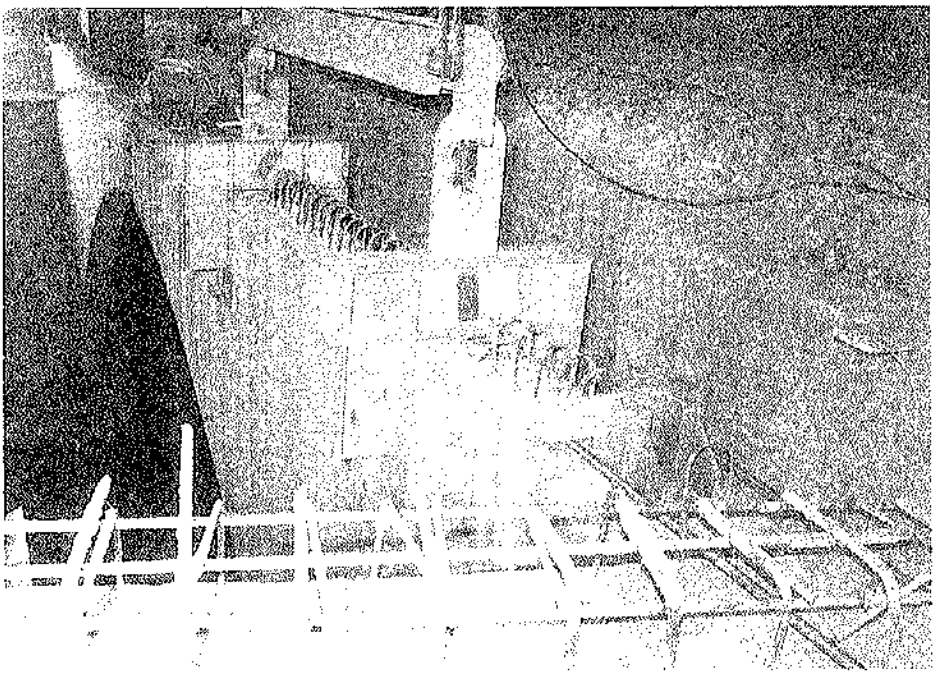


Fig. 21.

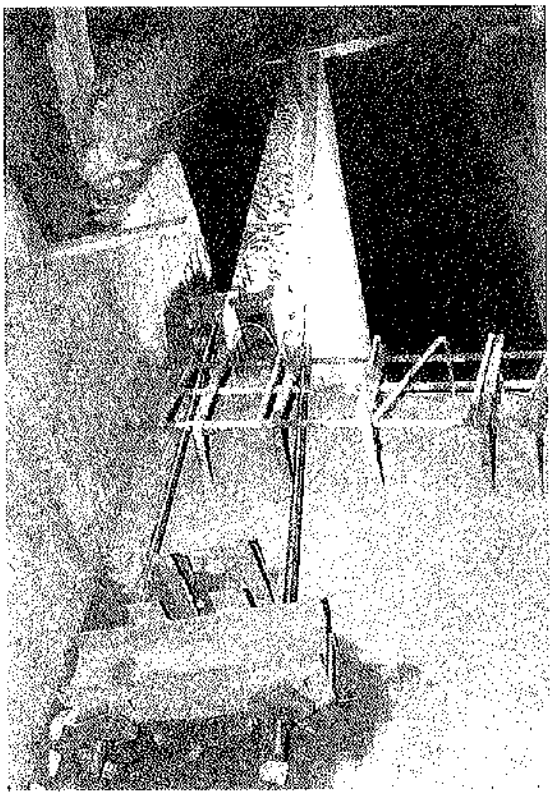


Fig. 22.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

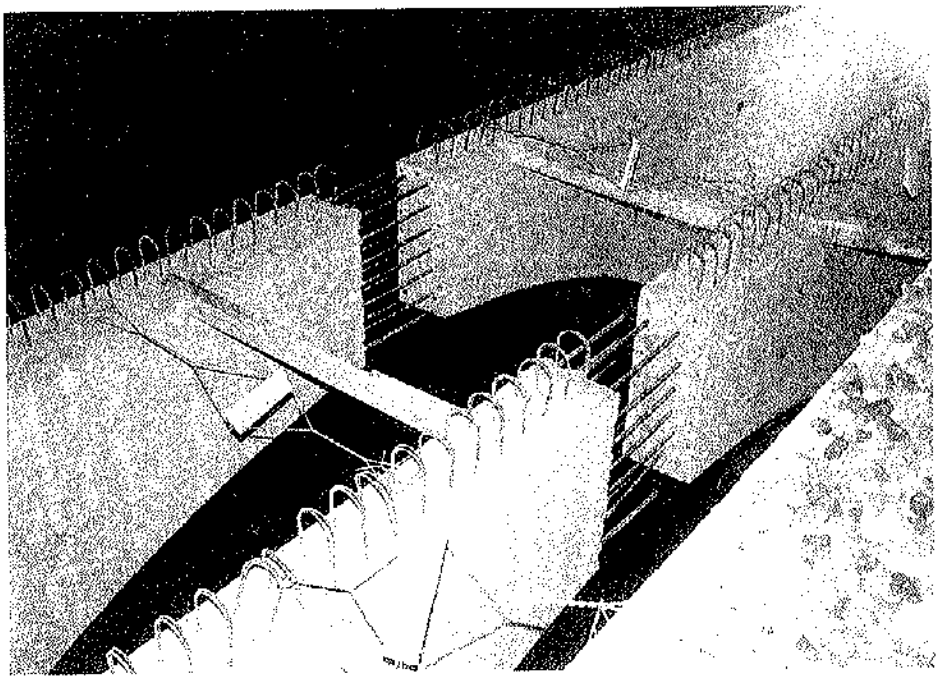


Fig. 23.

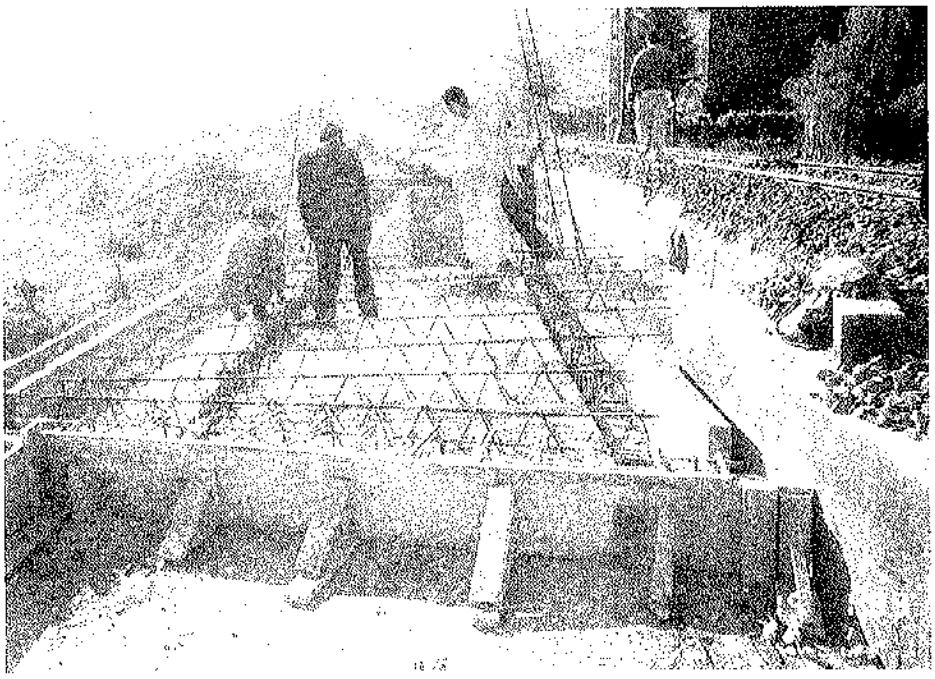


Fig. 24.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

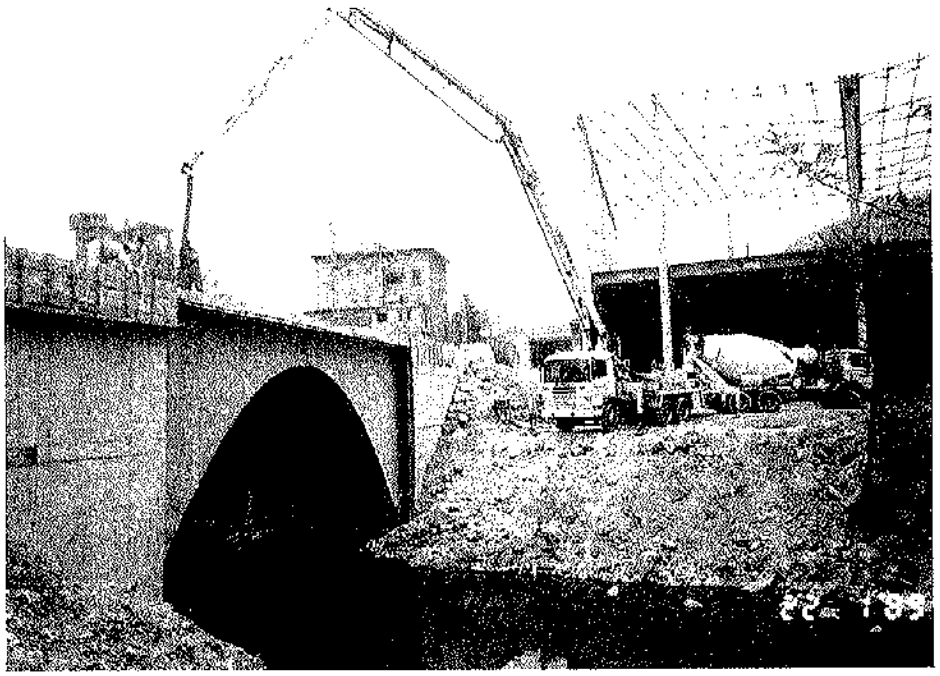


Fig. 25.

3.4. Cálculo

El puente se ha analizado estructuralmente mediante el método de los elementos finitos con el programa comercial ROBOT V6. La estructura se ha descompuesto en tres elementos principales de lámina, uno para cada costilla de las dos que componen los tímpanos del arco y uno para la losa superior.

Se ha introducido la geometría completa de la estructura, con los espesores reales de cada elemento (0,40 m para los arcos y 0,30 m para la losa); así como sus vinculaciones externas: empotramiento de las costillas con los estribos.

La discretización se ha hecho usando elementos isoparamétricos de seis nodos (triangulares), puesto que estos son los que geométricamente se adaptan mejor a la forma de los arcos (Figs. 26 y 27).

Del análisis se ha deducido que en el viaducto sólo se producen tensiones de tracción en las secciones de centro luz y para las hipótesis de tren de cargas concentradas. En los demás casos, las tensiones de compresión son muy moderadas y por lo tanto, exigen cuantías de armadura mínima para estas zonas.

Si bien la magnitud de la obra no requería medios de cálculo tan sofisticados, la potencia de los modernos preprocesos y postprocesos permitió analizar cómodamente una estructura que hubiese sido difícil simular mediante otros modelos de barras tradicionales.

4. Ampliación del puente de Bocairent (Alicante)

La ampliación de la calzada de la carretera existente entre Bocairent y Ontinyent (Alicante) ha precisado la remodelación de un puente en arco situado en las inmediaciones de Bocairent. (Fig. 28).

Previamente al inicio de la obra, el ancho total de la calzada era de seis metros y se requería una ampliación hasta 12 metros de anchura total.

La luz del puente existente es de 25 metros y la altura desde la línea de calzada hasta el fondo de la vaguada es de unos 40 metros.

En el proyecto de ampliación de la obra de fábrica existente, hubo que tener en cuenta el estado de conservación de la estructura actual, constituida por una asociación de elementos de piedra y ladrillo. El propio arco estaba formado por una fábrica de ladrillo, cuyos bordes estaban rematados por anillos de piedra, en los que algunas dovelas estaban ligeramente desplazadas. (Fig. 29).

La necesidad de ampliar la calzada hasta un ancho igual al doble del existente, con el consiguiente incremento de cargas, obligaba a cuestionar la capacidad resistente de la estructura actual y a prever una importante remodelación para su adecuación a la nueva situación, con las debidas condiciones de seguridad.

Por otra parte, una ampliación de la obra, creando una estructura gemela, implicaba un ele-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

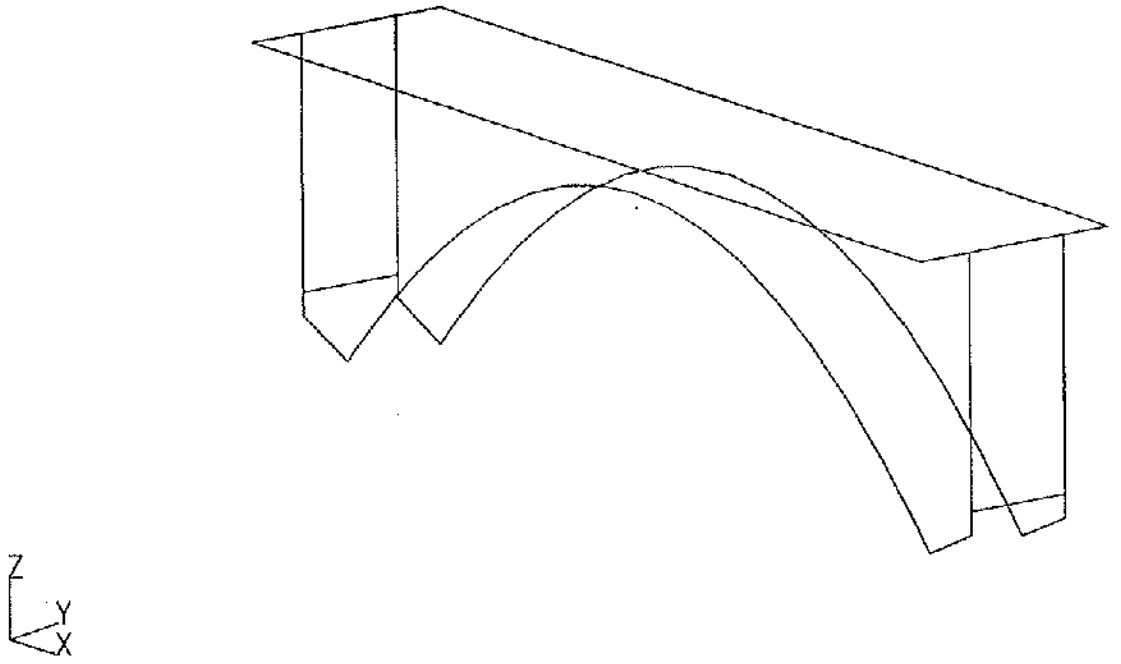


Fig. 26.

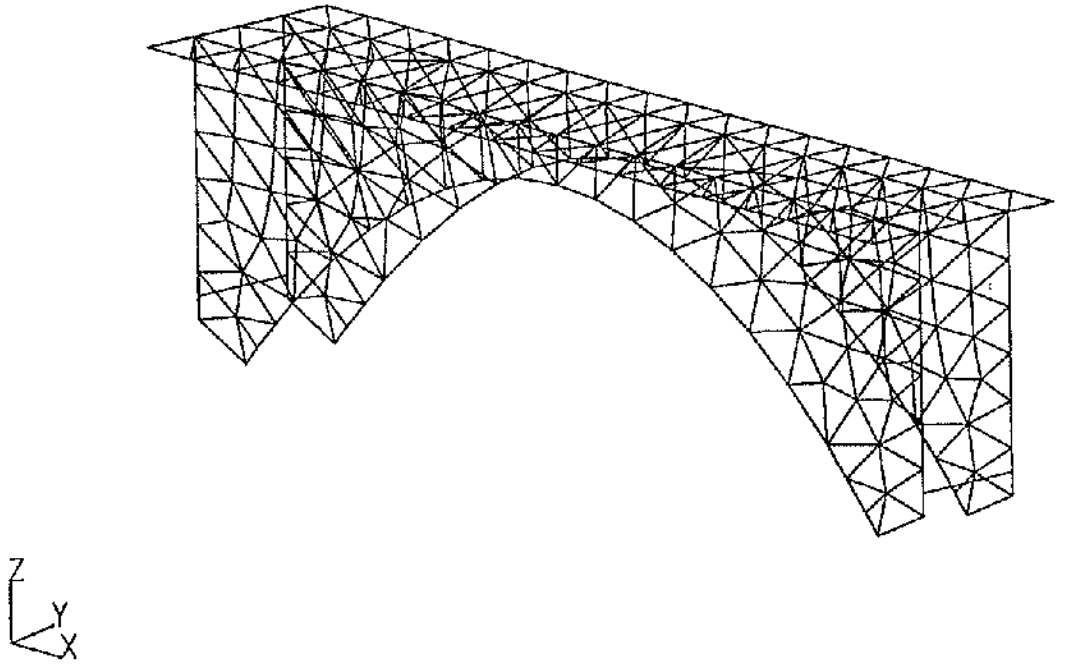


Fig. 27.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

vado costo debido a la altura de la cimbra que habría que disponer y a la realización de una cimentación con las dificultades propias de la proximidad a una obra de fábrica antigua.

Finalmente, se optó por una solución consistente en crear una estructura resistente, compuesta por un tablero totalmente exento de la estructura actual y apoyado en unos macizos, situados en los terraplenes de acceso contenidos por muros de sillería y cimentados mediante micropilotes que alcanzaban el terreno firme del fondo del valle. (Fig. 30).

El tablero estaba compuesto por nueve vigas prefabricadas, de sección rectangular, de 26 metros de luz, postesadas en la propia obra, unidas por un conjunto de losas prefabricadas que proporcionaban una superficie con un ancho total de 12 metros, colocadas de forma que no se precisara disponer cimbra alguna (Fig. 31). El intradós de las vigas quedaba unos pocos centímetros por encima de la coronación de la estructura existente, una vez desmontado el firme.

Las distintas fases de la obra se aprecian en las fotografías que se incluyen.

Figura 32: Construcción de micropilotes.

Figura 33: Construcción de los macizos de apoyo de vigas.

Figuras 34 y 35: Colocación de vigas. Puede apreciarse, en esta última, la separación existente entre el fondo de la viga ya colocada y el relleno sobre la estructura actual.

Figura 36: Colocación de losas prefabricadas sobre vigas.

Figura 37: Aspecto del tablero una vez colocadas las losas. Se aprecia el contraste producido por la anchura total del nuevo tablero (12 m) en comparación con la plataforma existente, de 6 metros de anchura.

Figura 38: Losas prefabricadas, para el acceso al tramo principal. Se trata de piezas apoyadas en la coronación de los muros existentes y provistas de unos grandes voladizos, para alcanzar la anchura total de calzada prevista para la ampliación de la carretera.

Figura 39: Aspecto de la obra terminadas. Se creado una plataforma, con una anchura igual al doble de la inicial, habiéndose mantenido íntegramente la infraestructura existente, de la que se ha aprovechado, a efectos resistentes, el conjunto de muros para los tramos de acceso al puente propiamente dicho. Si bien la apariencia es la propia de un arco que soporta un tablero superior, este último está realmente exento y queda apoyado, en ambos extremos, a través de una cimentación profunda, desvinculada de la estructura en su estado primitivo, antes del comienzo de la obra.

La obra ha sido realizada por FCC (Fomento de Construcciones y Contratas).

Fig. 28.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Fig. 29.

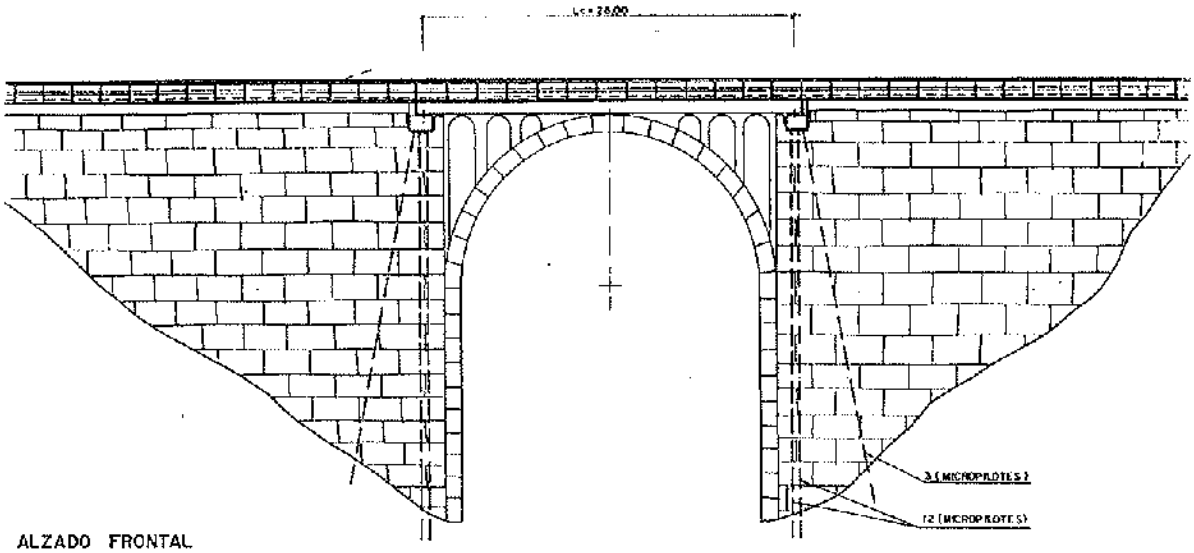
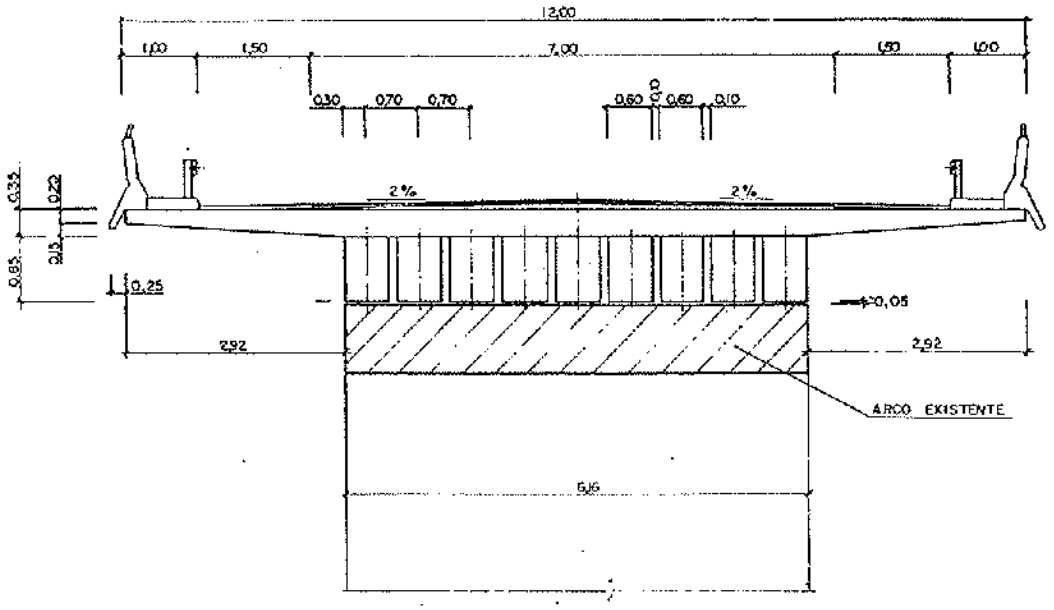


Fig. 30.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025



TABLERO. SECCION TRANSVERSAL

Fig. 31.

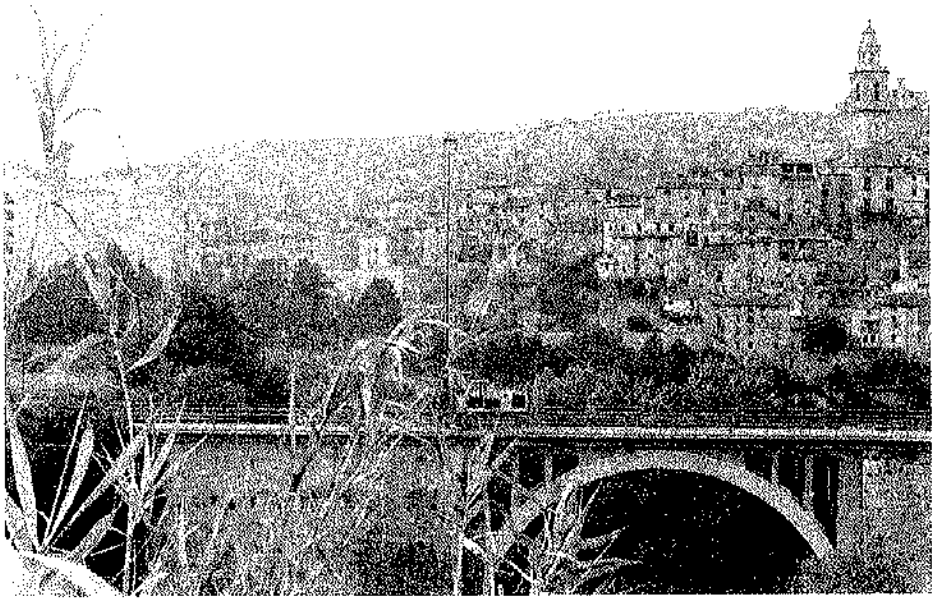


Fig. 32.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

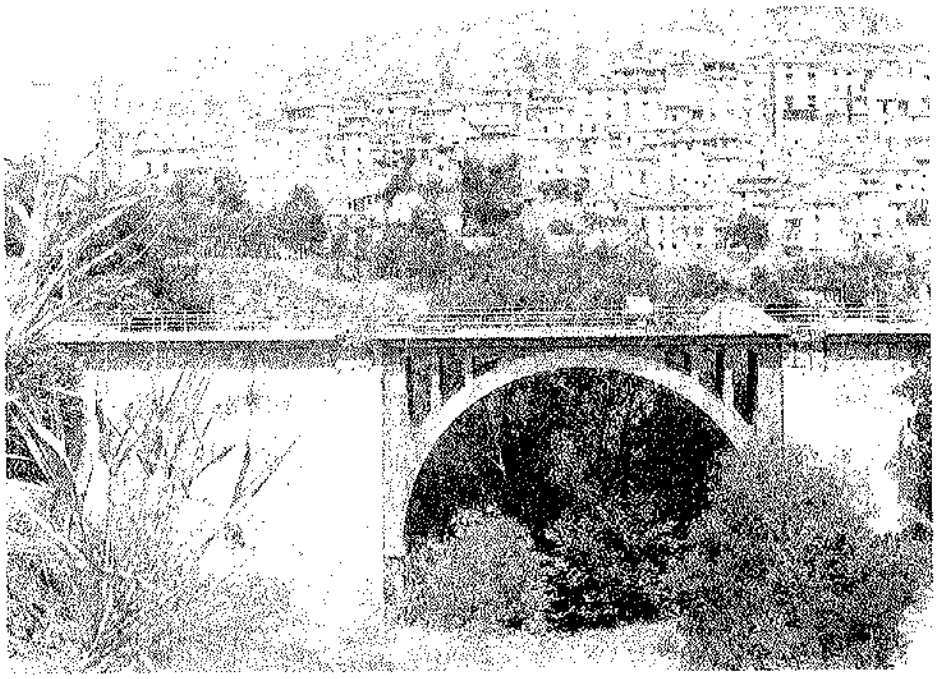


Fig. 33.

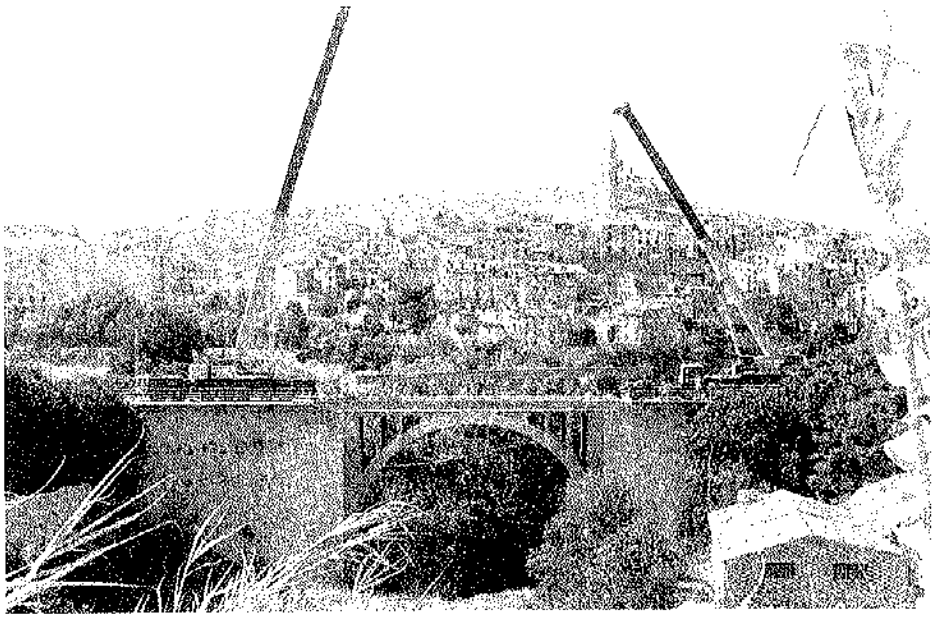


Fig. 34.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

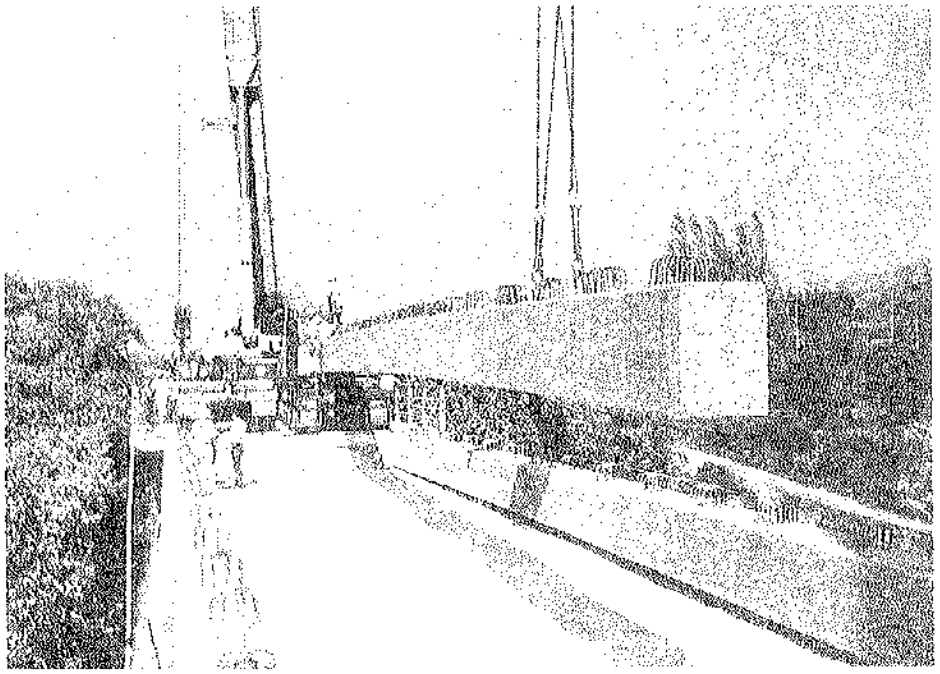


Fig. 35.

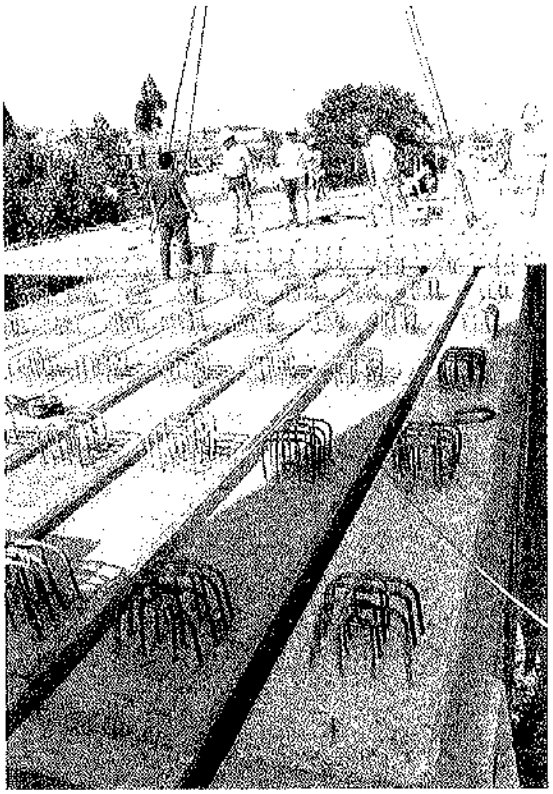


Fig. 36.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

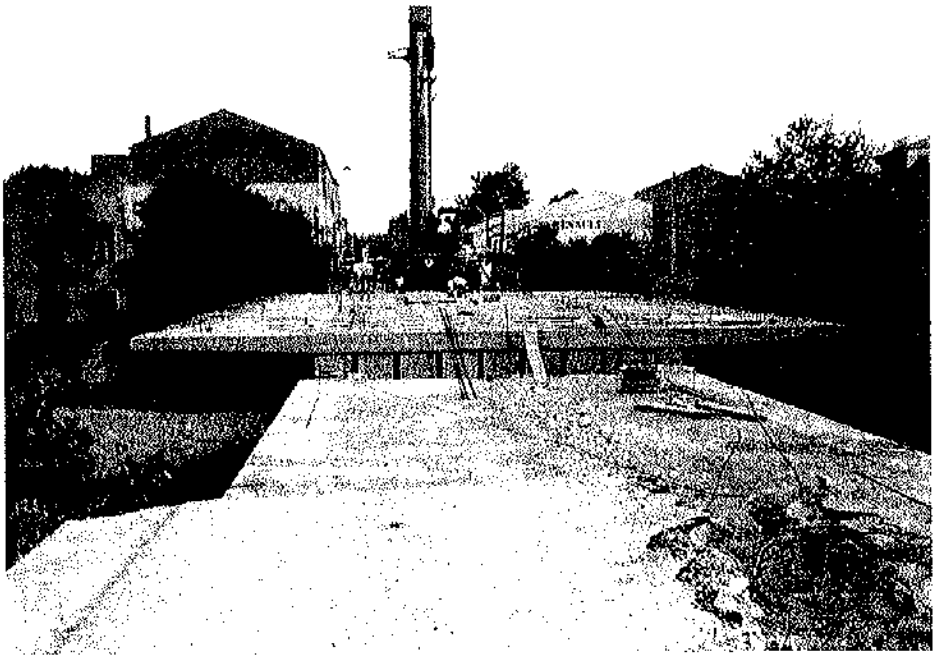


Fig. 37.

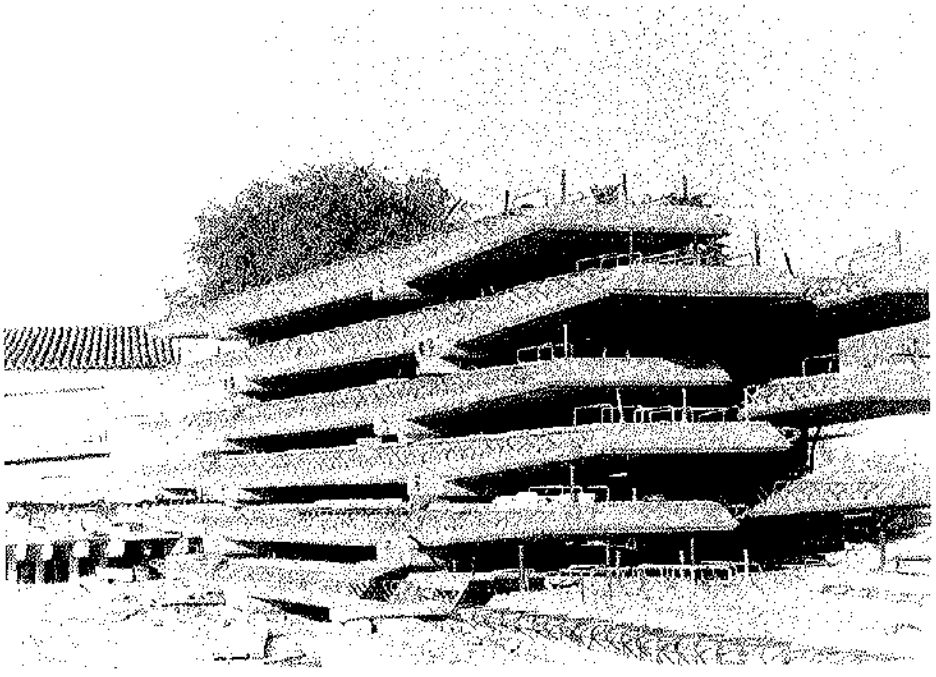


Fig. 38.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

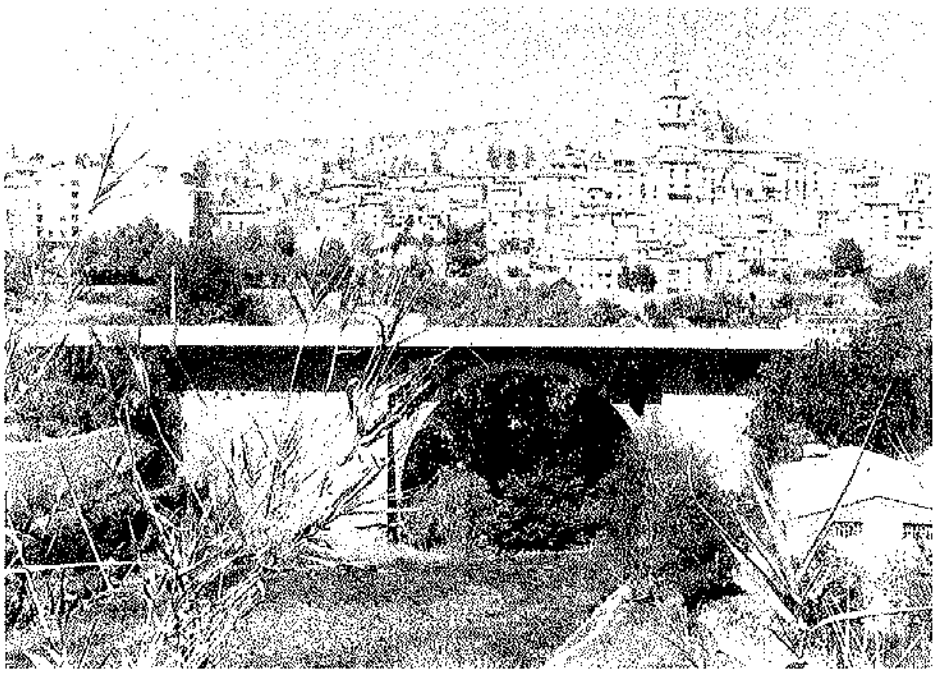


Fig. 39.

Resumen

El artículo presenta tres distintas ampliaciones de puentes arco con pequeñas luces. En los tres puentes, la prefabricación de los elementos estructurales del tablero, ya sean industriales o a pie de obra, y los medios actuales de elevación, han permitido una rápida y económica ejecución de la obra, al poder prescindir, en todos los casos, de un elemento costoso como es la cimbra.

Además, desde el punto de vista estético, se ha compatibilizado la prefabricación de elementos con la tipología del tablero existente, para mantener la apariencia antigua del lugar.

Summary

The article describes three different enlargements of short span arch bridges. In the three bridges, the prefabrication of the elements of the deck has permitted a quick and economical construction; avoiding in any case, the use of arch falsework which are always expensive.

Moreover, under aesthetical point of view, the use of prefabricated elements has been made compatible with the shape of the existent deck in order to maintain the external appearance.

* * *

Programas de Formación para Postgraduados 95 - 96 INTEMAC

Jornadas Técnicas sobre:

"Implantación de sistemas de calidad en Empresas constructoras"

Barcelona, 9 y 10 de noviembre de 1995

Madrid, 23 y 24 de noviembre de 1995

"Patología de forjados unidireccionales y sin vigas"

(Proyecto, materiales y ejecución)

Valladolid, 30 de noviembre y 1 de diciembre de 1995

Madrid, 14 y 15 de diciembre de 1995

"Refuerzo de estructuras de hormigón armado en edificación"

Barcelona, 18 y 19 de enero de 1996.

Información e inscripciones:

INTEMAC
C/Monte Esquinza, 30 - 4º Dcha.
28010 Madrid.
Tel.: (91) 310 51 58
Fax: (91) 308 58 65

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

NUEVA PUBLICACION
MANUAL H.P.7-92

RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACION DE PUENTES PRETENSADOS

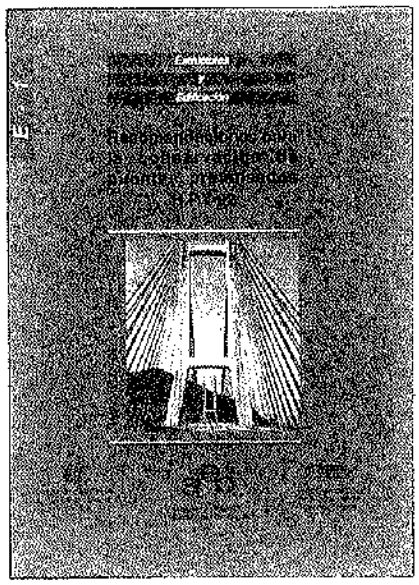
Continuando con la serie de Manuales que esta Asociación Técnica Española del Pretensado viene publicando, en los cuales se recogen las recomendaciones que se consideran idóneas para conseguir una adecuada realización de las obras pretensadas y su buen comportamiento a lo largo de su vida de servicio, se ha editado ahora el Manual H.P. 7-92, con el título "Recomendaciones para la conservación de puentes pretensados".

La necesidad de la conservación de las obras, cualquiera que sea su tipo y el material utilizado en su construcción, nace del inevitable deterioro que sufren en el transcurso del tiempo, y de las propias deficiencias inherentes, tanto a su proyecto como a su construcción, que se ponen de manifiesto, así mismo, a lo largo del tiempo. Por otra parte, la conservación permite también evitar la progresión de los daños hasta situaciones en que puede llegar a ser muy costosa, o incluso imposible, la reparación de la obra.

Pero no es esto sólo. Ocurre, además, que la conservación, tomada en su más amplio sentido, es fuente importantísima de enseñanzas para el proyecto, la construcción y la propia conservación de las futuras obras, evitando la repetición de errores.

Por todo ello, y a falta de una normativa oficial específica sobre el tema, se ha considerado de la mayor importancia preparar este Manual, con las recomendaciones necesarias para conseguir una buena conservación de los puentes pretensados, salvándose así la laguna hasta ahora existente en nuestro país en relación con este problema que en la actualidad tanto preocupa a todas las naciones del mundo, como lo demuestra la numerosa bibliografía existente sobre el particular y el que, en diversas Organizaciones y Reuniones Internacionales, la conservación de estas construcciones se haya elegido como tema fundamental de estudio.

Por otra parte, se ha estimado también interesante recoger en este Manual las oportunas recomendaciones para la mejor



aplicación de la técnica del pretensado en la realización de reparaciones y refuerzos de puentes.

Es evidente que, en numerosas ocasiones, se recurre a este tipo de actuaciones como a una operación más de la conservación. Y también lo es que la utilización del pretensado en estos casos, constituye uno de los medios más eficaces y de más creciente uso, con amplias aplicaciones en estructuras construidas con toda clase de materiales.

El precio de este Manual, de 166 páginas, tamaño DIN-A 4, con numerosas fotografías y tablas, es de DOS MIL QUINIENTAS PESETAS, IVA incluido, (VEINTIUN DOLARES USA, para el extranjero). No obstante, como siempre, a los Miembros de la A.T.E.P. se les concede un sensible descuento y podrán adquirir cuantos ejemplares deseen, al precio especial de MIL QUINIENTAS PESETAS, IVA incluido, (TRECE DOLARES USA, para el extranjero) cada uno.

Los pedidos deben dirigirse a esta Asociación Técnica Española del Pretensado, Apartado 19002, 28080 Madrid.

Debe tenerse en cuenta que,de conformidad con las normas al efecto establecidas, sólo podrán ser atendidas aquellas peticiones que vengan acompañadas, bien de cheque extendido a nombre de la Asociación por el importe total del pedido formulado, o bien de copia de la correspondiente orden de transferencia efectuada a la cuenta que la A.T.E.P. tiene abierta, con el número 1560/271, en la sucursal de Potosí, calle Bolivia nº 11, 28016 Madrid, del Banco Español de Crédito.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-290

Puentes semiurbanos

Florencio del Pozo Frutos
Florencio J. del Pozo Vindel
José Mª Arrieta Torrealba
Luis M. Viartola Laborda
PROES, S.A.

INTRODUCCION

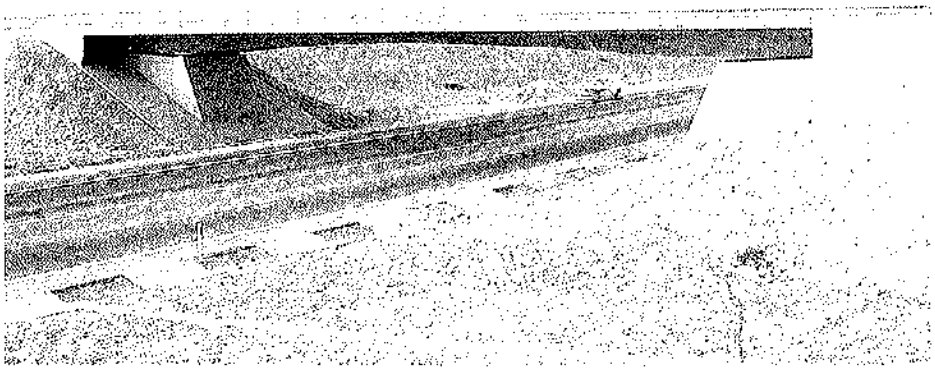
Se presentan en este trabajo dos obras cuyo proyecto ha sido desarrollado por el equipo técnico de PROES, S.A. y en cuyo diseño han influido, de manera importante, las características semiurbanas del entorno en que ambas iban a estar situadas.

PUENTE SOBRE CN-II, EN ALCALA DE HENARES

Se trata de un paso superior situado en las proximidades del núcleo urbano de Alcalá de Henares (Madrid) y forma parte del enlace con acceso en diamante en el P.K. 35,600 de la CN-II.

La estructura alberga una plataforma de 12,00 m de anchura, constituida por una mediana central de 1,00 m, incluida la defensa rígida de separación, dos carriles de 3,50 m, arcenes exteriores de 1,00 m y aceras de 1,00 m.

La estructura se encuentra incluida en una alineación recta en planta, que cruza ortogonalmente al eje de la autovía, y el trazado en alzado lo constituye un acuerdo parabólico convexo. Por otro lado, la autovía presenta, en la zona del cruce, una suave pendiente longitudinal y discurre por un terreno muy abierto, como es el corredor del Henares, siendo cortada puntual y simétricamente por las rampas laterales del enlace. Esta situación (Fotografía 1) contribuye a destacar la presencia de la obra de fábrica, convirtiéndose en el elemento característico del conjunto.



Fotografía 1.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

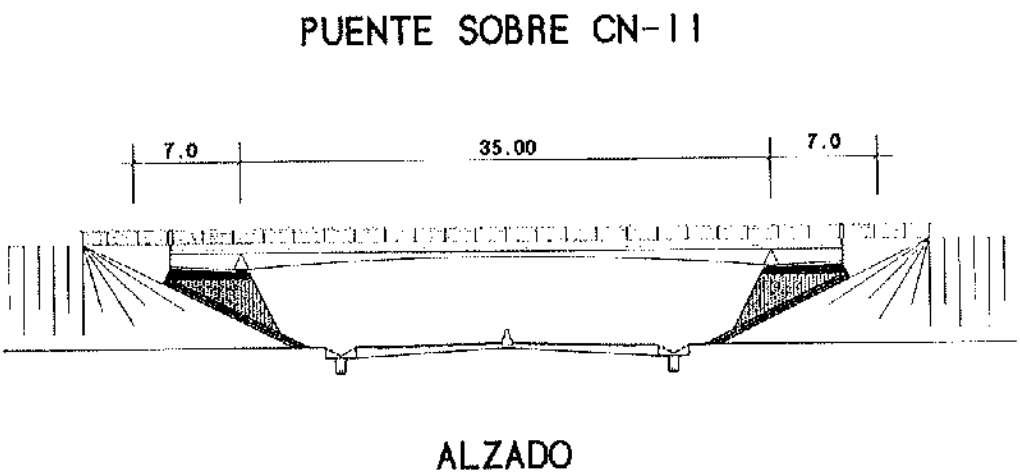


Figura 1.

Estas circunstancias, así como la cercanía a una zona urbana, motivó que los condicionantes estéticos cobraran una importancia destacada a la hora de proyectar la estructura para el paso superior. Uno de los objetivos de partida fue el conseguir una estructura esbelta que produjera los mínimos obstáculos visuales posibles. Por otra parte, se plantearon unos acabados que, dentro de una aceptable economía de medios, proporcionaran un aspecto cuidado al conjunto de la obra.

La sección transversal se configura como una losa maciza de hormigón pretensado (Figura 2). Se compone de un núcleo central de 5,00 m de ancho inferior y canto variable, que se completa con dos voladizos laterales de 2,50 m de luz y 0,45 m de canto en arranque, alcanzando un ancho total de 11,50 m; mediante el vuelo de las aceras se consiguen los 12,00 m de plataforma. La sección tiene una pendiente transversal, en la cara superior, del 2,0% a cada lado del eje de la estructura.

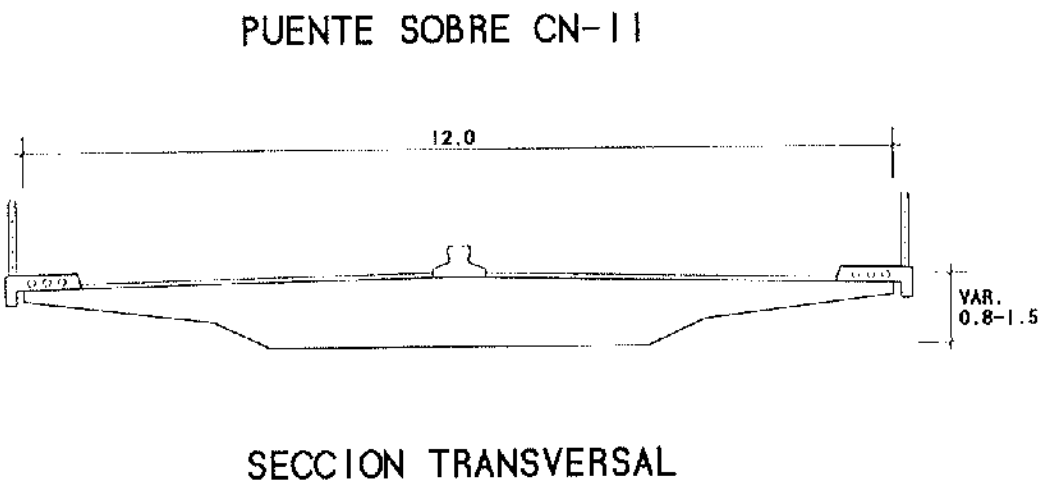


Figura 2.

Para eliminar cualquier obstáculo visual, se proyectó una estructura sin apoyo en mediana (Figura 1), con lo que se salva el cruce sobre la autovía con una sola luz central de 35,00 m. Buscando la mayor esbeltez en el conjunto, se adoptó un esquema estructural de viga biempotrada de canto variable, materializando dicho empotramiento por medio de dos vanos laterales de 7,00 m de luz.

La constancia en el ancho inferior de la losa, unida a la variabilidad en el canto, hace que los cajeros se conviertan en superficies regladas con inclinación variable. Esta inclinación se hace más tendida en el centro de la estructura, efecto que contribuye a resaltar la esbeltez de la misma.

Por lo que respecta a la variación del canto, ésta se produce de forma parabólica, tanto en los vanos laterales como en el central. Sobre los apo-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

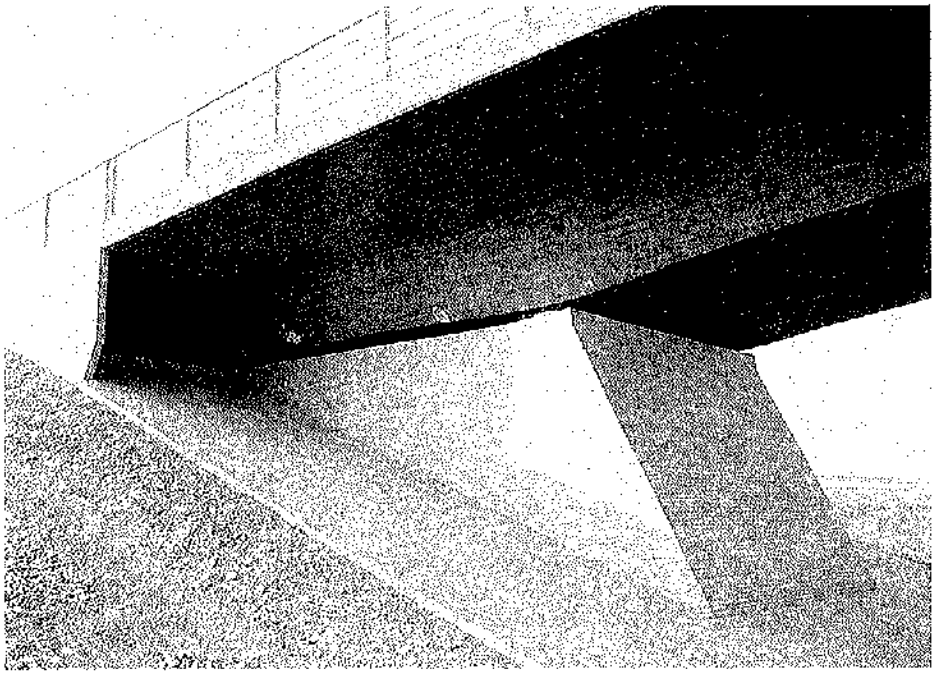
yos interiores el canto es máximo, con un valor de 1,50 m, disminuyendo hasta 1,20 m en los extremos del puente, y 0,80 m en el centro del mismo, donde alcanza su valor mínimo. Los valores mencionados, traducidos en términos de esbeltez, varían entre 1/23 sobre apoyos interiores hasta 1/44 en la sección central.

La estructura ha sido proyectada en Clase II y el pretensado del tablero está constituido por 10 tendones de 24 torones de 15 mm de diámetro. El tablero se apoya en la subestructura a través de aparatos de neopreno zunchado convencionales. En el caso de los apoyos extremos, estos elementos se perforan para albergar un pretensado vertical capaz de transmitir el tiro del tablero al elemento inferior de contrapeso.

Como elemento destacado, en el conjunto de la estructura, figuran los estribos-contrapesos (Fotografía 2). Estos elementos se han resuelto mediante cajones de hormigón armado, con paramentos verticales, a excepción del frontal, que se dispone inclinado hacia el exterior. Esta inclinación produce un aumento del gálibo horizontal con la altura, reforzando el efecto de amplitud que confiere al paso su única luz central. Los paramentos laterales tienen su borde superior inclinado, adaptándose a la cara inferior del tablero.

empotramiento se transmiten a las pantallas frontales; por el contrario, las tracciones lo hacen a las pantallas dorsales, a través de un pretensado vertical en apoyos, constituido por un único tendón de 15 torones de 15 mm de diámetro por cada apoyo. Para contrarrestar el tiro que el tablero induce en la parte dorsal de los estribos, así como para estabilizar la resultante vertical en el conjunto, se rellenó el interior de los estribos mediante hormigón pobre, hasta una determinada cota, cumpliendo los estribos de esta forma su función de contrapeso.

El ancho del cajón que constituye el estribo es de 4,50 m, consiguiéndose los 5,00 m de ancho inferior del tablero mediante el recrecido que le aporta el recubrimiento exterior con fábrica de ladrillo, de la que se hablará posteriormente. Para obtener el ancho total de la sección del tablero en la cabeza del estribo, se dispone un dintel de 1,00 m de canto sobre las pantallas dorsales, en el que se empotran tanto el murete de contención de tierras dorsales, como las correspondientes aletas en vuelta para contención de los vertidos laterales. Las aletas se prolongan 2,85 m hacia el centro del puente para resolver, desde un punto de vista formal, el encuentro terraplén-estribo-tablero (Fotografía 2).



Fotografía 2.

En las pantallas dorsal y frontal del cajón, se materializan los soportes que transmiten las cargas de los apoyos del tablero al conjunto del estribo y a la cimentación, que se proyectó directa mediante una zapata que sustentaba todo el núcleo central del estribo. Las compresiones del par de

Como elemento de acabado (Figura 3), se proyectó el revestimiento del estribo y de los taludes de tierras dorsales bajo la sombra de la estructura, mediante fábrica de ladrillo de tono rojizo, en consonancia con las arcillas presentes en el corredor del Henares. Sobre un plano principal de

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

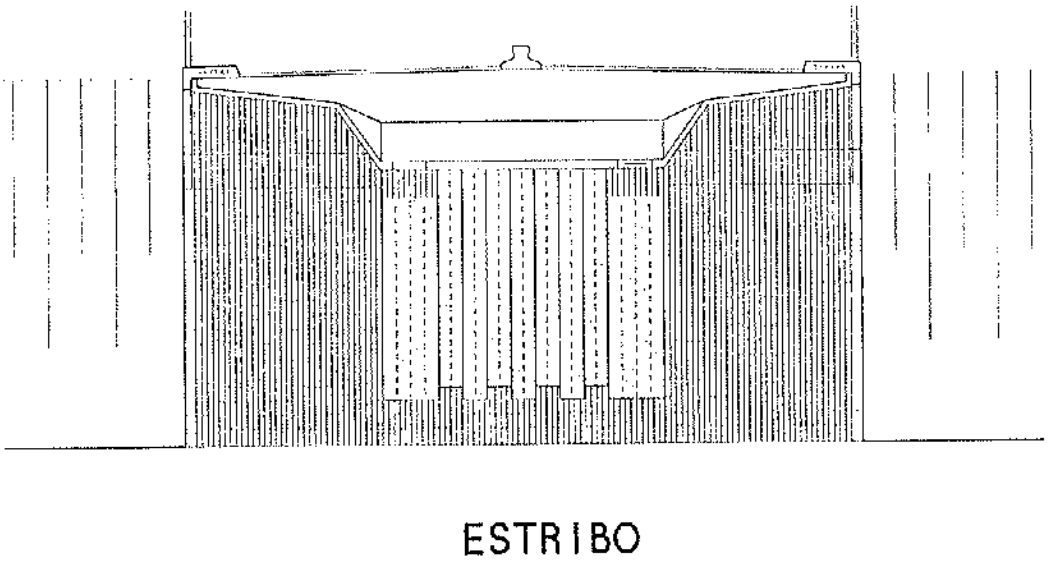


Figura 3.

fábrica vertical de 1/2 pie a soga, cubriendo los taludes de vertido de tierras, y con un ancho igual al de la losa, surge el recubrimiento del cajón central del estribo. Se proyectó con fábrica horizontal de 1/2 pie a soga en los tres paramentos vistos, recreciéndose el frontal mediante cinco machotes de 1 pie, que posteriormente no fueron ejecutados. La fábrica horizontal se singulariza en los bordes superiores del cajón, mediante la colocación vertical de los ladrillos. Los ladrillos fueron seleccionados de entre los habitualmente utilizados en la zona y fabricados con materiales locales.

Completa la estructura una barandilla metálica ligera formada por montantes verticales de 95 cm de altura cada 2,00 m, que sustentan cuatro tubos intermedios de 25 mm de diámetro y un tubo superior de 80 mm de diámetro pintado en color rojo. Las pequeñas dimensiones en los elementos que conforman la barandilla, pretenden hacerla lo más transparente posible, con objeto de no disminuir la esbeltez de la estructura.

El proceso constructivo comenzó con la ejecución de los estribos y su posterior relleno. El tablero se construyó de forma convencional mediante el cimbrado de toda su superficie, empleando un encofrado de tabla machihembrada, para obtener un acabado de calidad. Una vez construido el tablero, se procedió a ejecutar los acabados habituales de la estructura, incluyendo en este caso la fábrica de ladrillo que recubre los estribos.

PUENTE SOBRE LA PRESA DE ALENDE

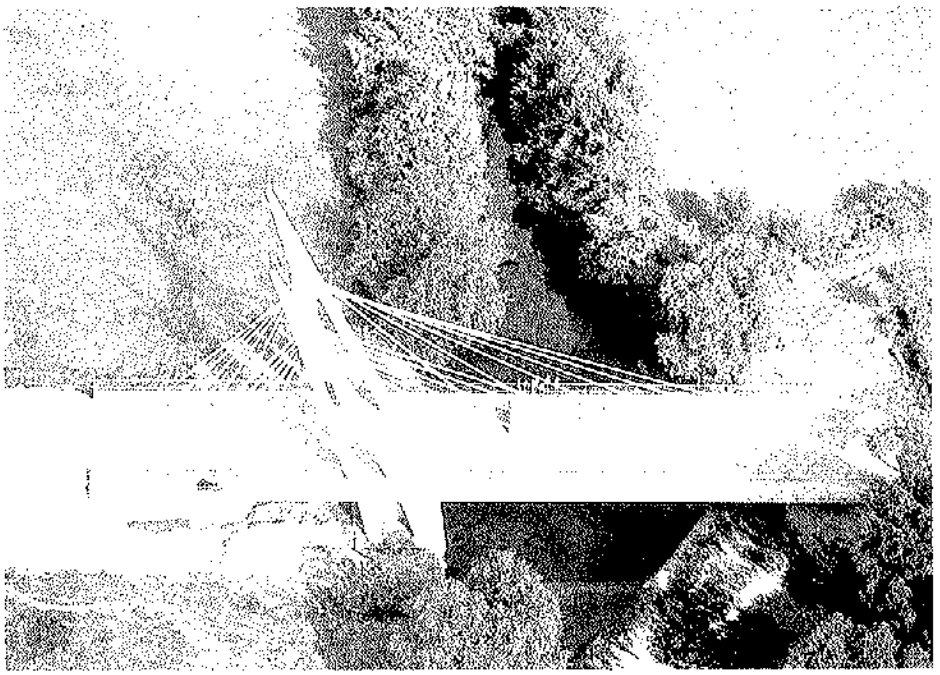
La estructura se encuentra situada en As Pontes de García Rodríguez (La Coruña) y fue concebida por D. Luis Lásic, ingeniero de ENDESA, empresa que posee una importante central térmica en el municipio. La obra tiene como objetivo servir de puerta de entrada a la localidad, cuando se realice la conexión del nuevo vial de acceso sobre la Presa de Alende, y fue donada por la empresa eléctrica, como un servicio a la localidad.

La obra fue adjudicada a la Empresa constructora J. Castro Matelo, S.A., que fue quien encargó el desarrollo del proyecto constructivo, así como la asistencia técnica a la construcción de la obra, a PROES, S.A.

Se trata de una estructura de 65,3 m de longitud (Fotografía 3), con doble plano de atirantamiento lateral dispuesto en abanico. En planta se encuentra situada en una alineación recta y en alzado tiene una pendiente constante del 2,0%, ascendiente hacia el estribo frontal. La estructura alberga una plataforma constituida por una calzada de 9,00 m, y dos aceras elevadas, con sus correspondientes defensas interiores y barandillas exteriores, resultando un ancho total de 16,00 m.

La estructura resultante (Figura 4) tiene dos vanos, uno principal de 40,00 m de luz y otro de contrarresto de 25,30 m. Los separa un único pilono en el que anclan un total de 11 parejas de tiran-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025



Fotografía 3.

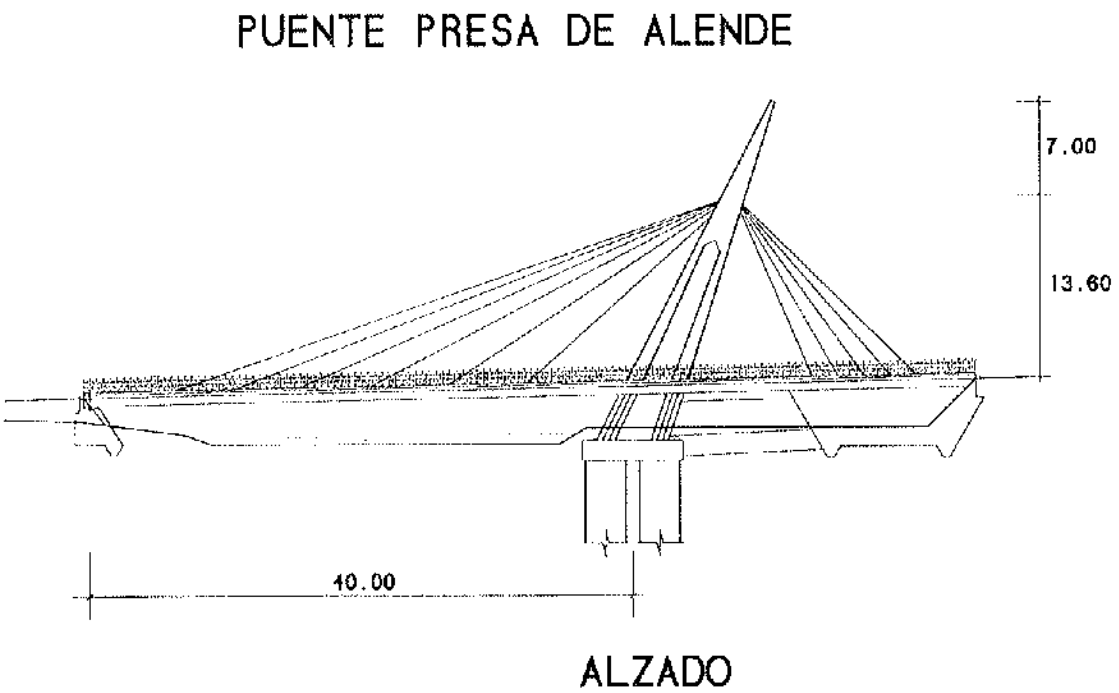


Figura 4.

tes, que se disponen de forma simétrica en dos planos laterales, separando la circulación de vehículos de la de peatones. El vano principal se apoya en el estribo dorsal y se empotra en el pilono; en cuanto al vano lateral, además de empotrarse en el pilono, lo hace en el contrapeso dispuesto en el extremo frontal del puente.

El tablero está construido en hormigón armado y su sección transversal (Figura 5) es de canto constante a lo largo de toda la estructura, excepto en el vano lateral en donde se dispone una viga riostra central en la losa inferior hasta llegar al contrapeso. Tiene una anchura total de 16,00 m y se configura como una artesa, con una losa infe-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

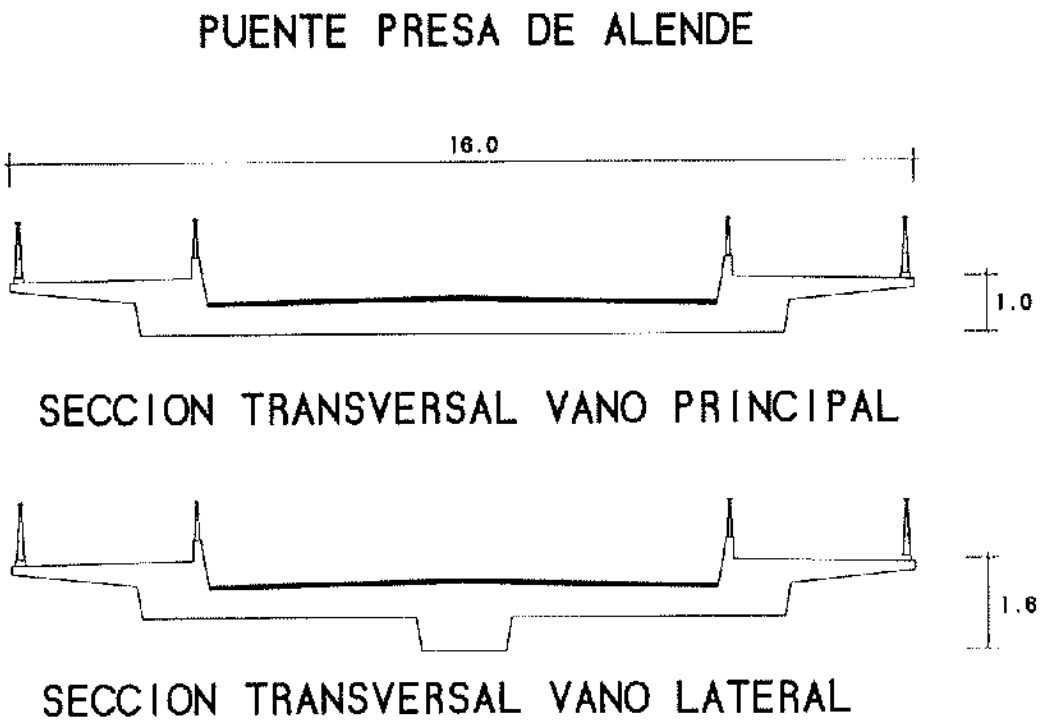


Figura 5.

rior de 60 cm de canto máximo y 11,40 m de ancho inferior; en los extremos se materializan unas vigas de 1,00 m de canto y 1,10 m de ancho en las que se anclan los tirantes. De la parte superior de estas vigas, y para completar la sección, surgen los voladizos de 2,20 m de luz y 0,40 m de canto en el arranque. Esta forma de la sección transversal atiende tanto a las necesidades estructurales como a las exigencias funcionales del puente, al separar el tráfico rodado, que discurre por la parte central de la sección, del de peatones, que circulan por las aceras elevadas.

Como se ha expuesto anteriormente, en el centro de la losa inferior del vano lateral se dispuso un recrecido de sección trapecial, ancho variable entre 1,50 m y 1,70 m, y canto de 0,60 m. Al llegar al contrapeso, el tablero se empotra en él, acometiendo las vigas laterales a las paredes exteriores del mismo y la riostra central a la pared interior, que lo compartimenta en dos zonas.

Cada tirante está constituido por un haz de cordones paralelos de acero, de 15 mm de diámetro, en número variable entre 13 y 18. Estos cordones están protegidos individualmente frente a la corrosión, mediante una vaina de polietileno de alta densidad extruida sobre el cordón, con una capa intermedia de cera petrolera inyectada a presión. El conjunto de los cordones que forman cada tirante se protege contra la intemperie y las acciones mecánicas, mediante una vaina montada después de finalizar la puesta en tensión de los tirantes. La vaina, de acero galvanizado, está protegida por medio de un tratamiento superficial termoplástico de color rojo.

Los anclajes de los tirantes en el tablero son de tipo fijo; sin embargo, los dispuestos en el pilono permiten la regulación. Cada tirante se ancla en una cabeza única, embebida en el hormigón, que permite transmitir sus esfuerzos a la estructura.

En el vano principal se anclan 6 parejas de tirantes, comenzando a 8,50 m de su intersección con el pilono, con intervalos de 6,0 m, 6,0 m, 5,5 m, 5,0 m y 4,5 m; en el vano de contrarresto, sin embargo, se anclan las 5 parejas de tirantes restantes, en la zona de tablero sobre el contrapeso, a intervalos de 2,0 m. En el pilono, los tirantes acometen a una misma sección de anclaje situada a 13,60 m de la vertical del tablero.

El pilono (Figura 6) se resuelve, atendiendo a su carácter simbólico de puerta, mediante una estructura porticada desplomada 22,6° hacia el vano de contrarresto. Los soportes se bifurcan en dos fustes de sección rectangular variable, desde el dintel, abriéndose hacia el tablero con el que se empotran sobre la viga lateral del mismo. Los dos fustes intersectan en el plano de anclaje de los tirantes, a 13,60 m de su empotramiento en el tablero, y se unen a la pareja del otro lateral mediante un dintel horizontal con sección trapecial achaflanada, que sirve a su vez como elemento de acometida de los tirantes sobre el pilono. Por encima de este dintel, los fustes de cada lateral, unidos ya en uno sólo, se prolongan hasta coronar el pilono 7,00 m por encima del plano de apoyos.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

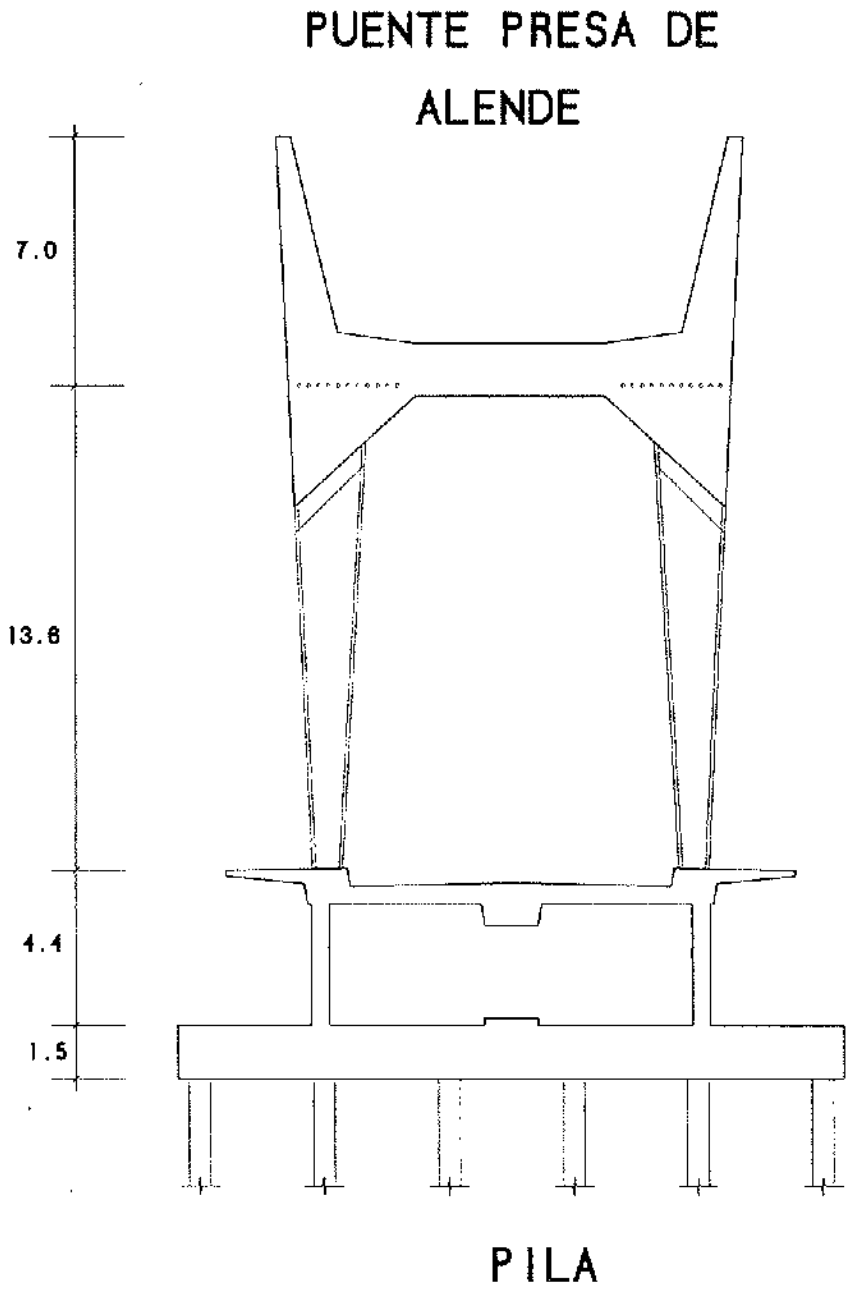


Figura 6.

Bajo el tablero, las líneas de fustes dorsales y frontales se continúan mediante pantallas de 1,20 m de espesor y ancho variable entre el de la losa inferior del tablero y 18,50 m, a 3,40 m bajo el tablero. Ambas pantallas se unen, en sentido longitudinal, mediante dos tabiques verticales de 0,50 m de espesor colocados bajo la vertical del empotramiento de los fustes del pilono en el tablero.

El conjunto se cimenta de forma profunda mediante 9 pantallas rectangulares de 3,00 m de ancho con 0,60 m de espesor. El encepado de pantallas y el contrapeso se encuentran unidos mediante una riostra (Figura 7) que, junto al tablero, cierra el equilibrio de acciones horizontales entre el pilono y el contrapeso.

El contrapeso (Figura 8) es un cajón de 11,20 m de anchura, dividido en dos partes simétricas por un tabique de 1,00 m de espesor, colocado bajo el eje longitudinal de la estructura, dirección en la que el elemento (Figura 9) presenta una sección trapecial con una altura media de 4,20 m hasta la cara inferior del tablero. Transversalmente al eje de la estructura, y en la losa inferior, presenta dos resaltos en prolongación de las caras inclinadas, de 0,80 m de canto.

En los tabiques laterales, de 1,00 m de espesor, se disponen los huecos para alojar las cabezas de

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

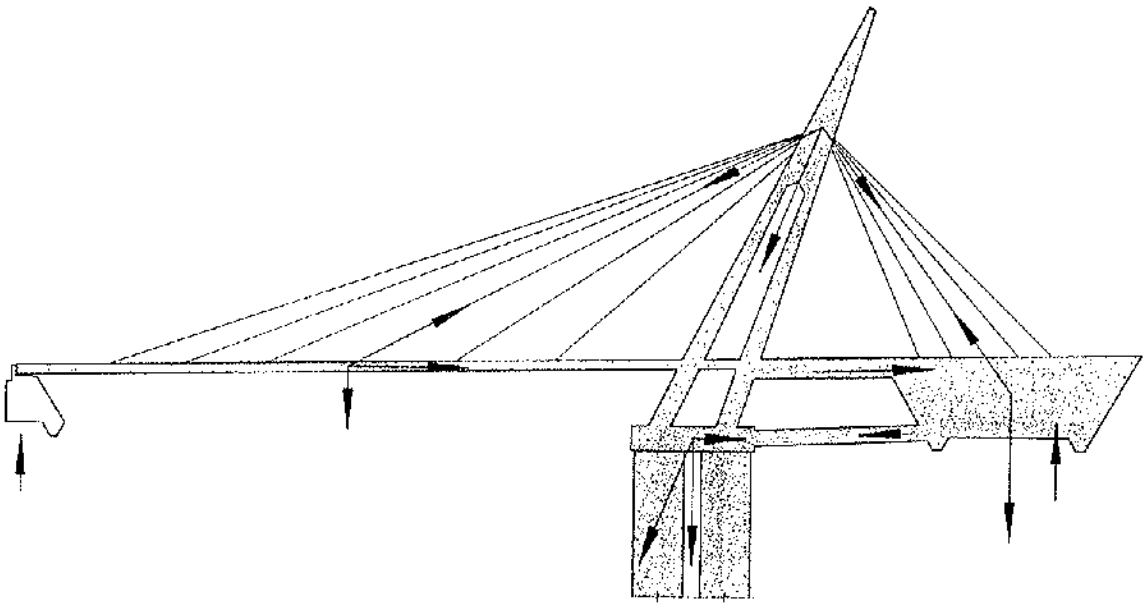
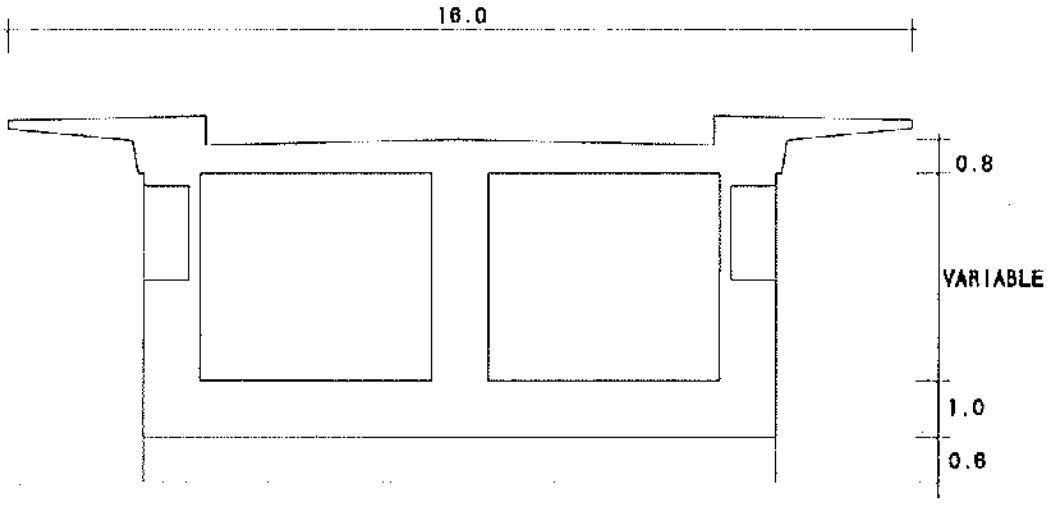


Figura 7.

PUENTE PRESA DE ALENDE



CONTRAPESO - SECCION TRANSVERSAL

Figura 8.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

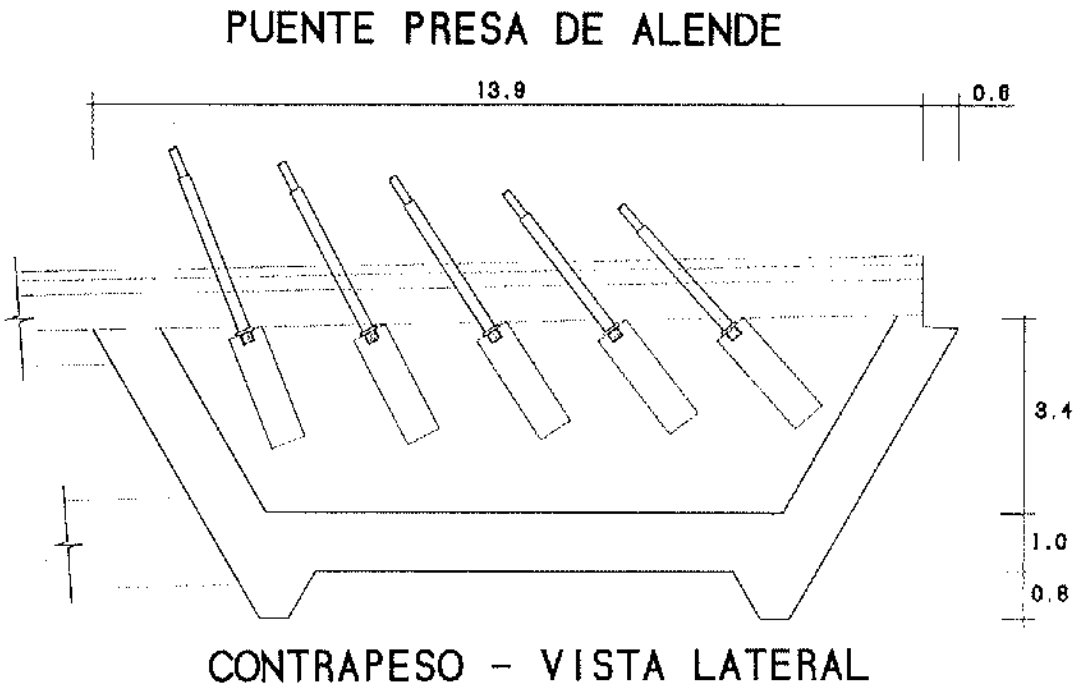


Figura 9.

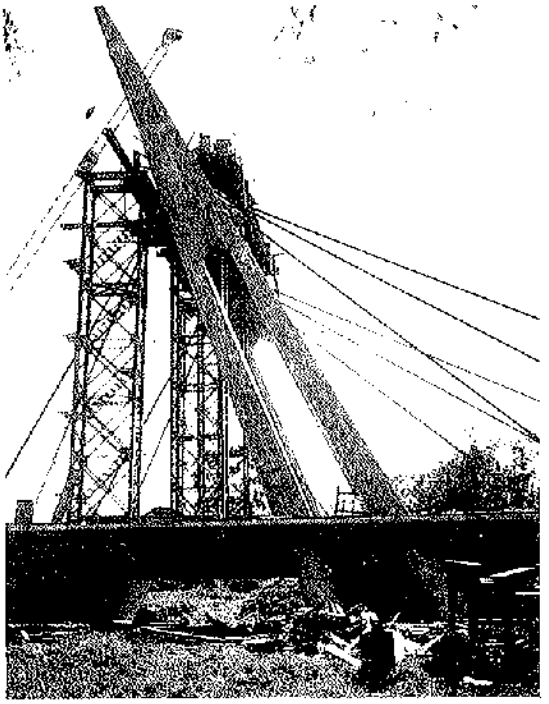
anclaje de las 5 parejas de tirantes de contrarresto. Se trata de paralelepípedos de 2,00 m de largo por 0,60 m de ancho y 0,80 m de profundidad, que permiten ejecutar las tareas de enfilado y anclaje de los cordones con el espacio suficiente.

Los dos huecos en que se compartimenta el contrapeso se rellenan de tierras con el fin de completar el peso necesario para contrarrestar el tiro de los cables.

El proceso constructivo comenzó con la ejecución de las pantallas de cimentación del pilono; mientas tanto, se ejecutaron el contrapeso y el estribo dorsal. Terminadas las pantallas se hormigonó la parte de pilono bajo tablero. Se rellenó el contrapeso y se ejecutó la parte de tablero que lo cierra, la zona sobre el pilono y el resto del vano lateral, a excepción de los dos metros más próximos al contrapeso. Finalizada esta fase, se construyó el resto del pilono, encofrándolo y hormigonándolo de una sola vez. Por último se realizó el vano principal y los dos metros restantes del vano lateral. Concluido este proceso se descimbró toda la estructura, a excepción del vano principal, del que sólo se eliminaron los 10,0 m de cimbra más próximos al pilono, y se comenzaron las labores de puesta en tensión de los tirantes (Fotografía 4).

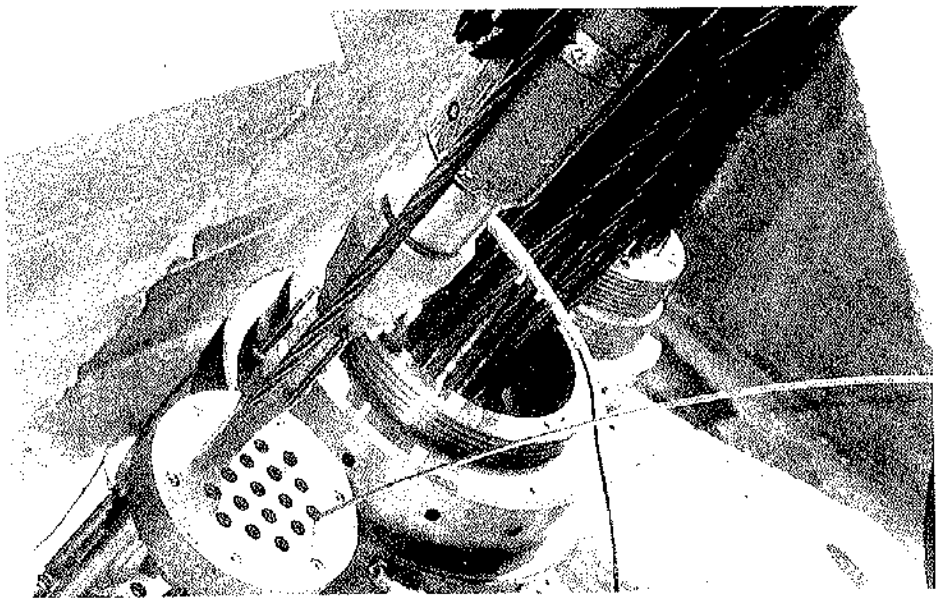
Los tirantes se tesaron desde el pilono, utilizando un gato unifilar con célula de carga (Fotografía 5), tesando la totalidad de los cordones de cada tirante antes de comenzar con el siguiente, pues la capacidad resistente del pilono permitía el desequilibrio producido por dos tirantes en cualquier dirección. Se comenzó tesando la pareja del vano principal más próxima al pilono y, posteriormente, se puso en tensión la pareja de contrarresto más cercana al mismo. El proceso continuó hasta terminar tesando la pareja del vano principal próxima al estribo dorsal, con lo cual concluyó la puesta en tensión de los tirantes de la estructura.

Tras la retirada de la cimbra restante, se procedió con las labores de acabado convencionales, incluido el revestimiento exterior de los tirantes mediante la vaina metálica de color rojo (Fotografía 6), quedando la estructura preparada para su puesta en servicio.

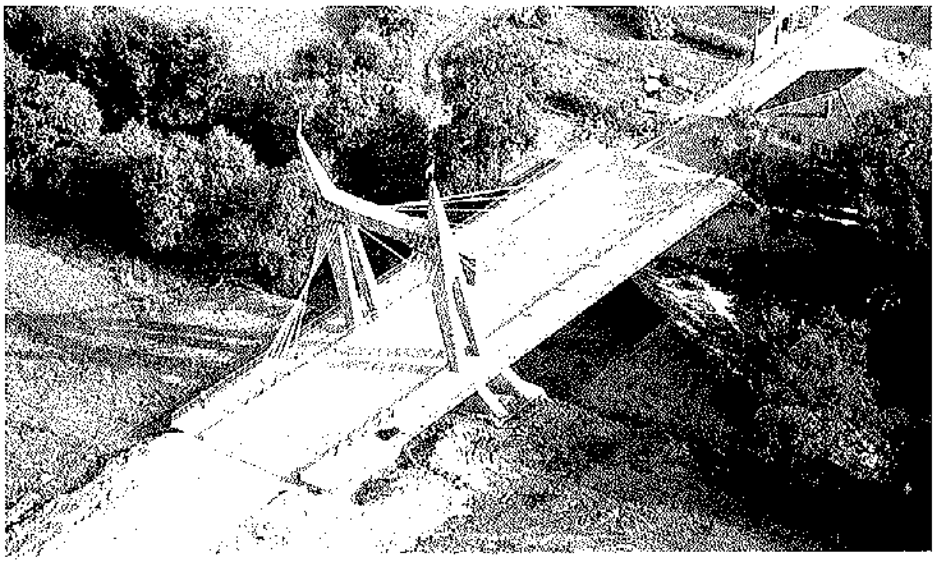


Fotografía 4.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025



Fotografía 5.



Fotografía 6.

RESUMEN

En el artículo se describen dos puentes proyectados por el equipo técnico de PROES, S.A., en los que los condicionantes introducidos por el entorno semiurbano en el que ambos están situados fueron determinantes en el diseño.

El Puente sobre la CN-II, en Alcalá de Henares, presenta una acusada esbeltez (1/44) en su vano central y el diseño del acabado de sus estribos, en ladrillo rojizo, ha sido especialmente cuidado.

El Puente sobre la Presa de Alende es un pequeño puente atirantado, cuyo elemento más característico desde el punto de vista formal, el pilono, realiza una función simbólica de pórtico de entrada al pueblo.

SUMMARY

This article describes two bridges designed by PROES, S.A., in which the conditions determined by the semiurban surroundings, where they are situated, were decisive in the design.

The Bridge over the CN-II, in Alcalá de Henares, has a very important slenderness (1/44) in its central span. The abutment face, made of reddish brick, was carefully designed.

The Bridge over the Presa de Alende is a small cable-stayed bridge, whose most characteristic element, from the point of view of the shape is the tower, which symbolically represents the village gate.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-2-291

Puentes construidos por vanos sucesivos

Florencio del Pozo Frutos
Florencio J. del Pozo Vindel
José Mª Arrieta Torrealba
Luis M. Viartola Laborda
PROES, S.A.

INTRODUCCION

Se presentan en este trabajo una serie de puentes proyectados por la oficina técnica Proyectos y Estructuras, S.A. (PROES), cuya construcción finalizó entre 1990 y 1993. En todos los casos, el método constructivo empleado ha sido el de vanos sucesivos y la empresa constructora Castro Matelo, S.A.

El método de los vanos sucesivos es un procedimiento de construcción de puentes ampliamente difundido y con plena vigencia en la actualidad. Su creciente utilización se basa en las ventajas que ofrece, entre las que cabe destacar:

- Resuelve con facilidad la construcción de puentes continuos de gran longitud.
- Permite disponer un pretensado continuo, colocado y tesado por tramos, lo que limita las pérdidas a valores admisibles.
- El proceso presenta una gran economía de medios auxiliares de obra, pues sólo resultan necesarios aquellos utilizados en la construcción de un vano.
- Facilita la planificación de la construcción, pues modula en fases sistemáticas el conjunto de la obra. Se convierte, por lo tanto, en un proceso "industrializado" de construcción de puentes del que se derivan rendimientos destacables. Puede llegarse a construir una fase por semana, con lo que se consigue la ejecución de hasta 200 m de tablero al mes.
- Mediante la utilización de cimbras autolanzables, permite la construcción del tablero con independencia de la altura de la rasante respecto al terreno.
- Los puentes construidos por este sistema son competitivos con los construidos utilizando vigas prefabricadas, tanto económicamente como en plazo de ejecución, y presentan además las ventajas formales de una obra construida in situ.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Una descripción somera del proceso constructivo que define este método sería la siguiente:

Fase 0

Se inicia la obra (Figura 1) con la construcción de la infraestructura (cimentaciones) y de la subestructura (pilas y estribos). Se trata de un proceso que puede simultanearse con la construcción del propio tablero, pues sólo es necesario que hayan sido ejecutados los elementos de la subestructura donde apoye la parte de tablero hasta el momento ejecutada. La coexistencia de equipos de trabajo en distintos tajos de la obra redunda en un mayor rendimiento en la ejecución del puente.

Fase 1

Comienza con el montaje de la cimbra bajo la zona de tablero que se va a construir (Figura 2). En el caso de utilizar una cimbra autolanzable, esta labor ya no tendrá que volver a ejecutarse, pues en las fases sucesivas se reducirá a un avance de la misma hasta la nueva posición. Si, por el contrario, se va a utilizar cimbra convencional, se suelen cimbrar dos vanos completos, de forma que dos fases consecutivas compartan una zona común de la misma, y así, entre cada fase constructiva, sólo es necesario desmontar la cimbra

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

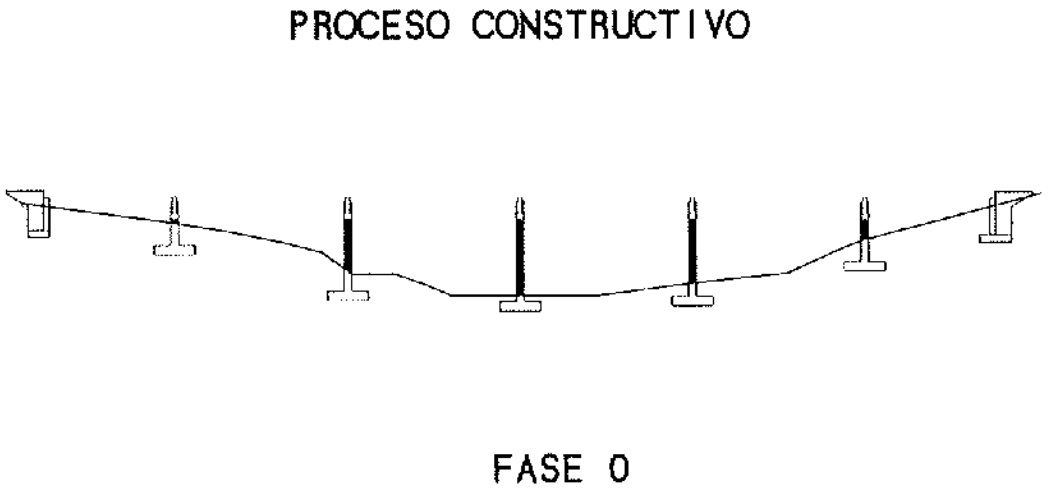


Figura 1.

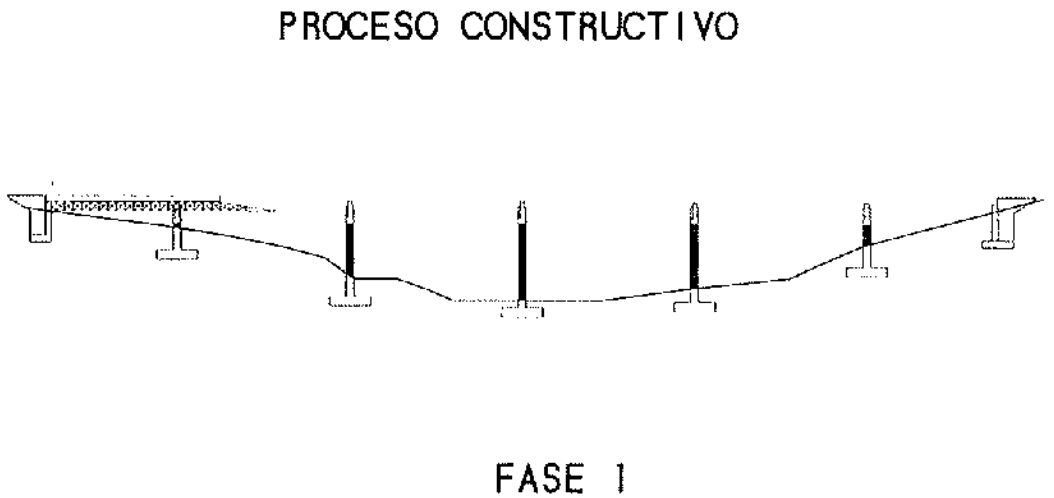


Figura 2.

del vano más atrasado para colocarla en la posición más avanzada de la siguiente fase.

A continuación, se inicia la ejecución de la primera fase de tablero, que incluye el primer vano de la estructura y un morro de longitud variable entre 1/4 y 1/5 del vano siguiente. Finalizado el ferrallado y hormigonado, se procede al tesado, tras el que se descimbra y finaliza la fase.

Fase 2

Se coloca la cimbra bajo la zona de tablero correspondiente a esta fase (Figura 3). Si se trata de una autocimbra, se desplaza para apoyarla en el morro de la fase ya construida y en la siguiente pila. Se ferralla, hormigona y tesa el resto del vano comenzado en la fase anterior y un morro de longitud variable entre 1/4 y 1/5 del vano siguiente. Se sigue el mismo proceso repetidamente hasta ejecutar la penúltima fase en que se ha dividido la construcción de la estructura.

Ultima fase

Se ejecuta el resto del último vano. Tras realizar las tareas propias de hormigonado, ferrallado y tesado, se da por concluida la ejecución del tablero y se procede a desmontar la cimbra. Para finalizar (Figura 4), se ejecutan las tareas de acabado del puente que, en el caso de ser suficientemente largo, pueden simultanearse con la construcción del tablero, como otra forma de solapar tareas y economizar tiempo de ejecución. La última operación que hay que realizar es la prueba de carga, inmediatamente anterior a la puesta en servicio.

RANGO DE UTILIZACION Y CUANTIA DE MATERIALES

En cuanto a las distintas tipologías para la sección del tablero, se han utilizado la de cajón, losa

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

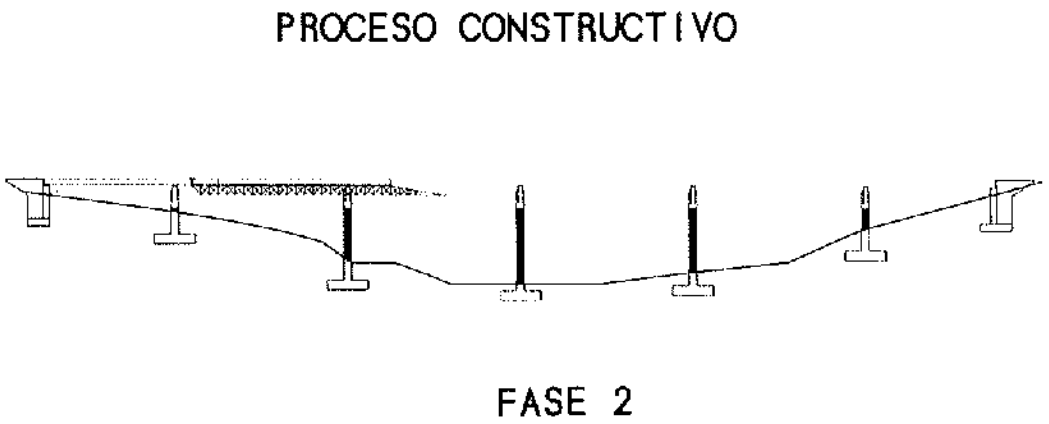


Figura 3.

maciza o aligerada y losa binervada. El ancho máximo de plataforma utilizado en las realizaciones presentadas es de 14,00 m. Como resumen, en el siguiente cuadro se observan los distintos rangos de luces, así como las esbelteces adoptadas para cada tipología:

TIPO	LUZ (m)	CANTO/LUZ
LOSA	33-34	1/30 - 1/33
BINERVADA	34-36	1/21 - 1/23
CAJON	50	1/20

Las cuantías de materiales para cada tipología se mueven en el entorno de las reflejadas en el siguiente cuadro:

Tipo	(m^3/m^2) Hormigón	(Kg/m^2) Acero Activo
LOSA	0,62	18-24
BINERVADA	0,48	14-17
CAJON	0,53	13-14

En función de la tipología empleada para la sección del tablero, la longitud del morro de la fase se sitúa en torno a 1/4 o 1/5 de la del vano siguiente. Para secciones en losa, ya sea maciza o aligerada, el morro se aproxima al cuarto de la luz del vano, mientras que tanto para el cajón como para la losa binervada el valor del quinto es el más adecuado.

PUENTES CON SECCION EN CAJON

En las dos estructuras que se describen dentro de este apartado, la sección utilizada se configura como un cajón monocelular continuo, de hormigón pretensado, con almas inclinadas, completado por dos voladizos laterales (Figura 5). El canto del cajón es de 2,50 m y su anchura inferior de 5,00 m en el caso de la Estructura nº 2 de la C-544 y de 5,50 m en el viaducto de Arteixo. Las dos almas tienen un espesor de 0,36 m, mientras que las losas superior e inferior son de canto variable, con un valor mínimo de 0,20 m. El espesor mínimo de la losa inferior varía longitudinalmente, en las proximidades de los apoyos, entre su valor mínimo y 0,60 m sobre apoyos.

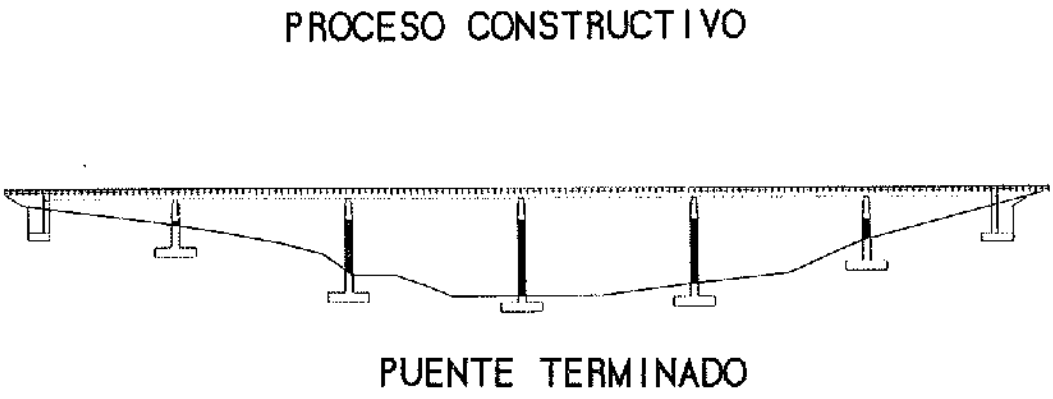


Figura 4.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

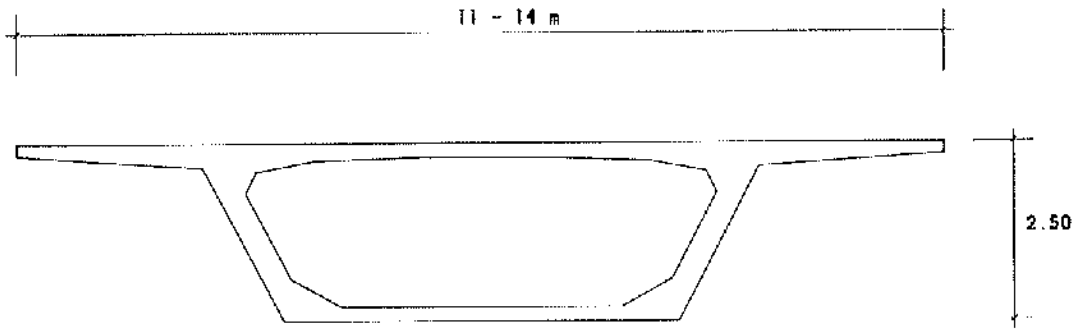


Figura 5.

Estructura nº 2 del Proyecto de mejora de plataforma de la C-544 de Villalba a Santiago. Tramo: Curtis-Labacolla. PK 19+600 a 54+600.

La estructura, de 230 m de longitud, permite el cruce de la C-544 sobre el río Tambre. En planta presenta un trazado recto, excepto en el primer vano donde le afecta el final de una clotoide.

La distribución transversal de la plataforma está constituida por dos aceras extremas de 1,00 m, arcenes de 1,50 m y dos carriles de 3,50 m, resultando una anchura total de 12,00 m.

Longitudinalmente, la estructura se divide en cinco vanos cuyas luces son 40,00 m +3·50,00 m+ + 40,00 m. La continuidad de los cables de pretensado se produce por medio del cruce de los tendones de una fase, que se anclan en su propio frente, con los de la fase consecutiva, que lo hacen en una cuña situada en la cara interior del alma, 2 m por detrás del frente de la fase anterior. Las unidades de pretensado utilizadas en cada fase son las siguientes:

Fase 1:	6 tendones de 12 torones de 0,6" por alma
Fases 2 a 4:	7 tendones de 12 torones de 0,6" por alma
Fase 5:	5 tendones de 12 torones de 0,6" por alma

Las pilas están compuestas por una única pantalla de sección rectangular hueca. Sus dimensiones exteriores son 1,80 m en sentido longitudinal y 5,40 m en sentido transversal, que se reducen en su coronación, mediante dos remates de 0,20 m, hasta conseguir los 5,00 m que tiene la losa inferior del cajón. El espesor de los tabiques es de 0,30 m. La altura de las pilas varía entre 9,40 m y 16,00 m. Los estribos son de tipo cerrado, constituidos por un muro frontal y las correspondientes aletas en vuelta. La cimentación, en todos los casos, es de tipo directo mediante zapatas.

Viaducto de Arteixo en la Autopista Coruña-Carballo. Tramo Coruña-Laracha

Se trata de dos estructuras gemelas, de 580 m de longitud, situadas en un trazado sinuoso en planta (Fotografía 1), que pasa de una circunferencia a derechas, de 500 m de radio, a una circunferencia a izquierdas del mismo radio, por medio de dos clotoides enlazadas de parámetro 210, para acabar en otra circunferencia a derechas, de 500 m de radio, con esta misma transiación de clotoides.

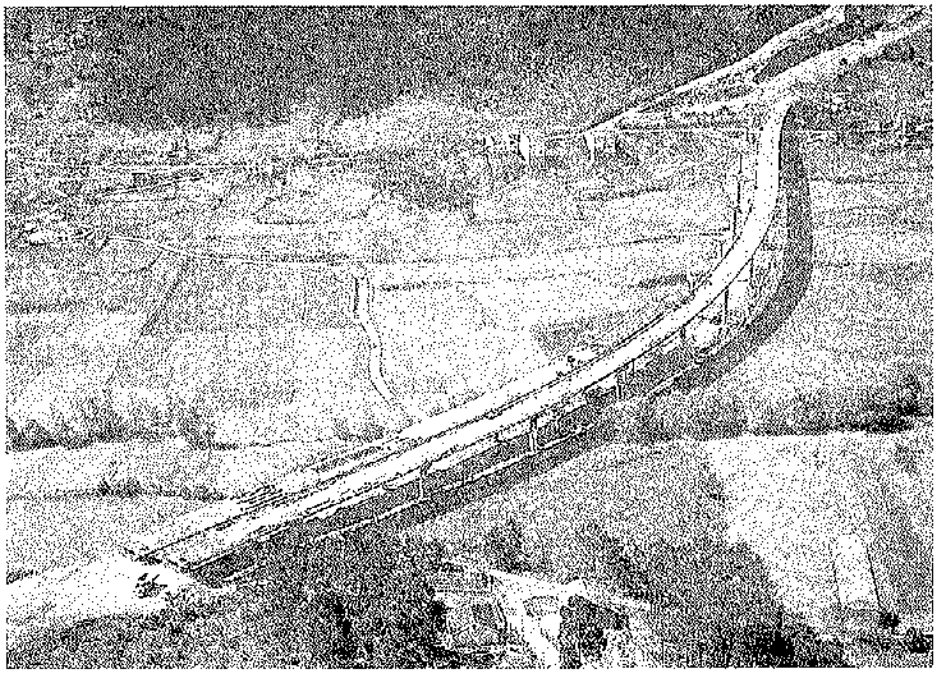
La distribución transversal de la plataforma está constituida por barrera rígida, arcén de 1,00 m, dos carriles de 3,50 m, arcén de 2,50 m y barrera rígida, en la calzada derecha, y por elementos simétricos respecto al eje de la autovía, en la plataforma de la calzada izquierda.

La tipología longitudinal de la estructura está formada por doce vanos cuyas luces son 40,00 m+ + 10·50,00 m + 40,00 m, en ambas calzadas. La continuidad de los cables de pretensado se produce de modo análogo al descrito para la estructura anterior. Las unidades de pretensado utilizadas en cada fase son las siguientes:

Fase 1:	6 tendones de 11 torones de 0,6" por alma
Fases 2 a 11:	7 tendones de 11 torones de 0,6" por alma
Fase 12:	5 tendones de 11 torones de 0,6" por alma

Debido al elevado número de pilas y para reducir las interferencias visuales entre ellas, se han dispuesto pilas constituidas por un fuste cilíndrico, de sección circular de 2,20 m de diámetro (Fotografía 2), rematado en su parte superior por un cargadero, sobre el que se sustenta el tablero mediante dos apoyos separados 4,30 m entre sí. Las alturas de las pilas varían entre 5,50 m y 23,00 m. Por lo que respecta a los estribos, los dorsales de ambas calzadas son de tipo abierto,

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025



Fotografía 1.

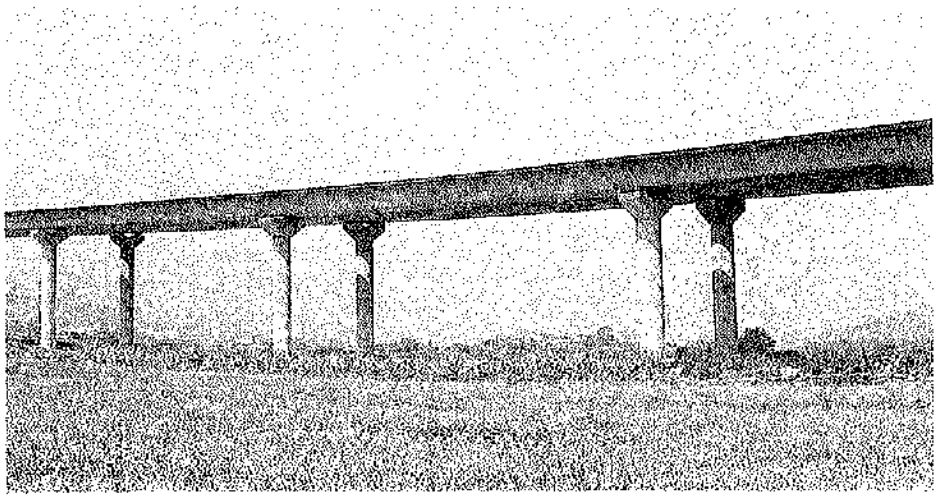
mientras que los frontales, dado que resultan de escasa altura, han sido resueltos mediante cargaderos. Tanto los estribos como las pilas extremas se cimentaron de forma directa mediante zapatas: para las pilas centrales se adoptó una cimentación profunda mediante pilotes hormigonados "in situ", de 1,20 m de diámetro.

PUENTES CON SECCION EN LOSA BINERVADA

En las dos estructuras que se describen en este apartado, el tablero se configura como una losa continua, de hormigón pretensado, con sección binervada de 1,60 m de canto (Figura 6). Los ejes de los dos nervios se encuentran separados a una distancia variable entre 5,70 m y 7,20 m y poseen un único aligeramiento centrado. Los nervios se unen entre sí mediante una losa de 3,40 m de anchura y 0,20 m de espesor, que se acartela en su encuentro con los mismos. Con el mismo tipo de unión, se disponen dos voladizos laterales, con luces variables entre 1,35 m y 1,75 m, constituidos por losas de 0,20 m de canto, con los que se completa el ancho total de la sección transversal.

Puente sobre el Ferrocarril y el río Júcar, en la Carretera de Circunvalación a Cuenca (PK-2+800 a 9+300). Intersección con CN-420 a intersección con CN-400

Se trata de una estructura de 265,30 m de lon-



Fotografía 2.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

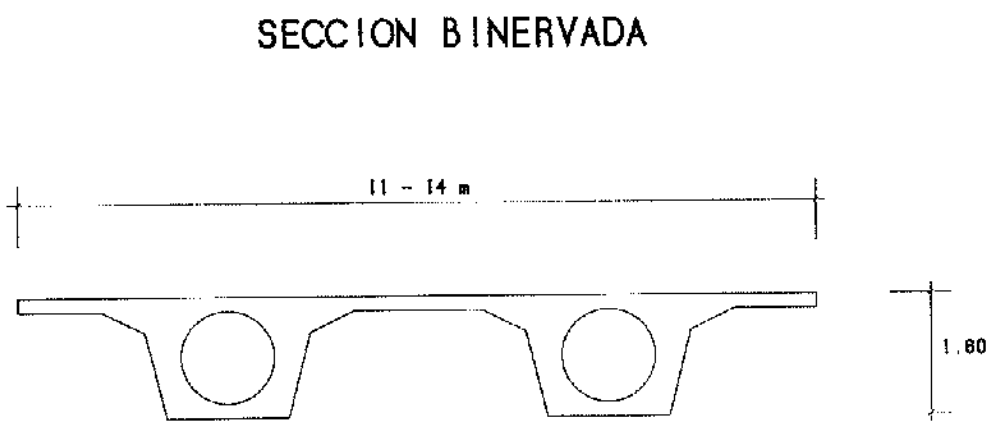


Figura 6.

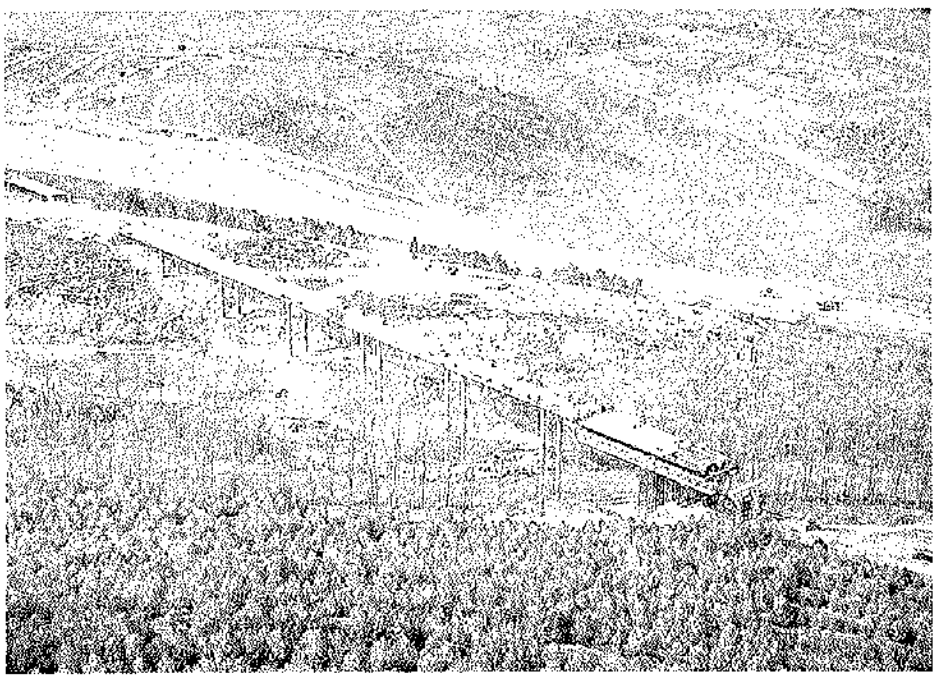
gitud, con calzada única de ancho constante, excepto en los dos primeros vanos del puente, donde la anchura es variable debido a la separación que presentan los dos carriles que constituyen la misma. Toda la obra se encuentra situada en una alineación recta.

La plataforma está constituida por dos carriles de 3,50 m, dos arcenes de 1,50 m y barreras rígidas laterales, con lo que resulta una anchura de 11,00 m.

Longitudinalmente, la estructura está constituida por ocho vanos con la siguiente distribución de luces: 24,65 m + 6·36,00 m + 24,65 m (Fotografía 3). La continuidad de los cables de pretensado se produce mediante el cruce de los mismos entre fases consecutivas. Mientras los de la fase ejecutada anclan en el frente de la misma, los de la fase siguiente lo hacen en unas cuñas formadas por el macizado del aligeramiento en las proximidades del frente de fase. Las unidades de pretensado utilizadas en cada fase son las siguientes:

Fase 1:	8 tendones de 16 torones de 0,6"
Fase 2:	4 tendones de 14 torones de 0,6"
	8 tendones de 19 torones de 0,6"
Fases 3 a 7:	4 tendones de 12 torones de 0,6"
	8 tendones de 19 torones de 0,6"
Fase 8:	8 tendones de 12 torones de 0,6"

Las pilas están constituidas por un doble fuste cilíndrico de sección circular de 1,50 m de diámetro, sobre el que se sustenta el tablero mediante dos apoyos colocados en el eje de cada nervio y, por tanto, separados 5,70 m entre sí. Las alturas



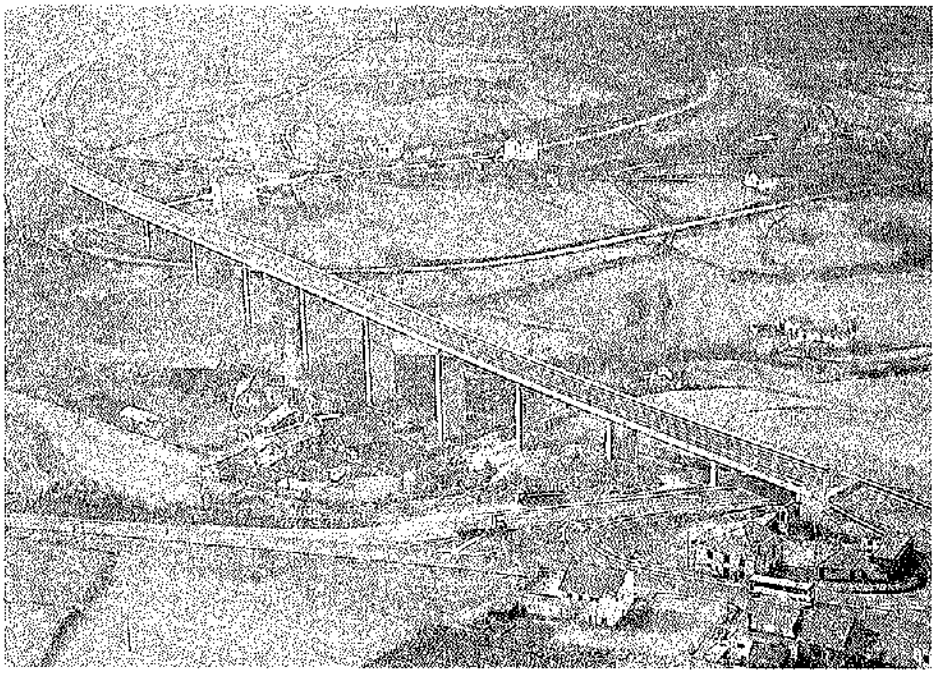
Fotografía 3.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

de las pilas varían entre 12,50 y 29,00 m. El estribo dorsal, de escasa altura, se proyectó de tipo cerrado, constituido por un muro frontal con aletas en vuelta; mientras que el estribo frontal es de tipo abierto. Tanto los estribos como las pilas se cimentaron de forma directa mediante zapatas.

Puente sobre el río Batán en la CN-634 de San Sebastián a Santander y La Coruña (PK-407+000 a 415+800). Tramo: Lorenzana-Mondoñedo

El puente tiene una longitud de 367,35 m, con calzada única de ancho constante. La mayor parte de la estructura se encuentra situada en una alineación recta, a excepción de los 43 m iniciales y los 82 m finales que se encuentran incluidos en sendas clotoides (Fotografía 4).



Fotografía 4.

La plataforma está constituida por tres carriles de 3,65 m, dos arcenes de 1,05 m y barreras rígidas laterales, con lo que resulta una anchura de 14,00 m.

La distribución de luces es de: 27,75 m + + 9·34,65 m + 27,75 m. La continuidad de los cables de pretensado se produce, también, mediante el cruce de los cables entre fases consecutivas, tal y como se describe en la obra anterior. Por lo que respecta a la composición del pretensado de las distintas fases, ésta es como sigue:

Fase 1:	8 tendones de 20 torones de 0,6"
Fases 2 a 9:	8 tendones de 26 torones de 0,6"
Fase 10:	8 tendones de 27 torones de 0,6"
Fase 11:	8 tendones de 18 torones de 0,6"

Las pilas están constituidas por un doble fuste prismático, de sección cuadrada maciza, de 1,50 m de lado, colocados en el eje de cada nervio y separados 7,20 m. Estos fustes tienen una altura constante de 6,00 m en todas las pilas, y se apoyan en pantallas huecas de sección rectangular de 1,80 m por 9,00 m, con un espesor de paredes de 0,30 m. Las alturas totales de las pilas varían entre 13,30 y 34,80 m. Ambos estribos son de tipo abierto, cimentados directamente mediante zapatas, al igual que las pilas.

PUENTES CON SECCION EN LOSA ALIGERADA

En las estructuras descritas dentro de este apartado, el tablero se proyectó como una losa continua, de hormigón pretensado, aligerada tanto en el núcleo, mediante aligeramiento circular perdido, como en los laterales, con unos potentes voladizos (Figura 7). Se ha optado por utilizar un núcleo aligerado en todos los casos dado que, para cantos del tablero superiores a 1,00 m, esta solución resulta la más económica.

Estructuras n° 1 y n° 3 de la Vía rápida Pontevedra-Sanxenxo

Las dos estructuras tienen longitudes totales de 249,00 m y 216,00 m, respectivamente, y un ancho de 13,50 m. La primera de ellas (Fotografía 5) se encuentra situada en una alineación circular en planta de 450 m de radio para acabar en una clotoide de parámetro 240, mientras que la estruc-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

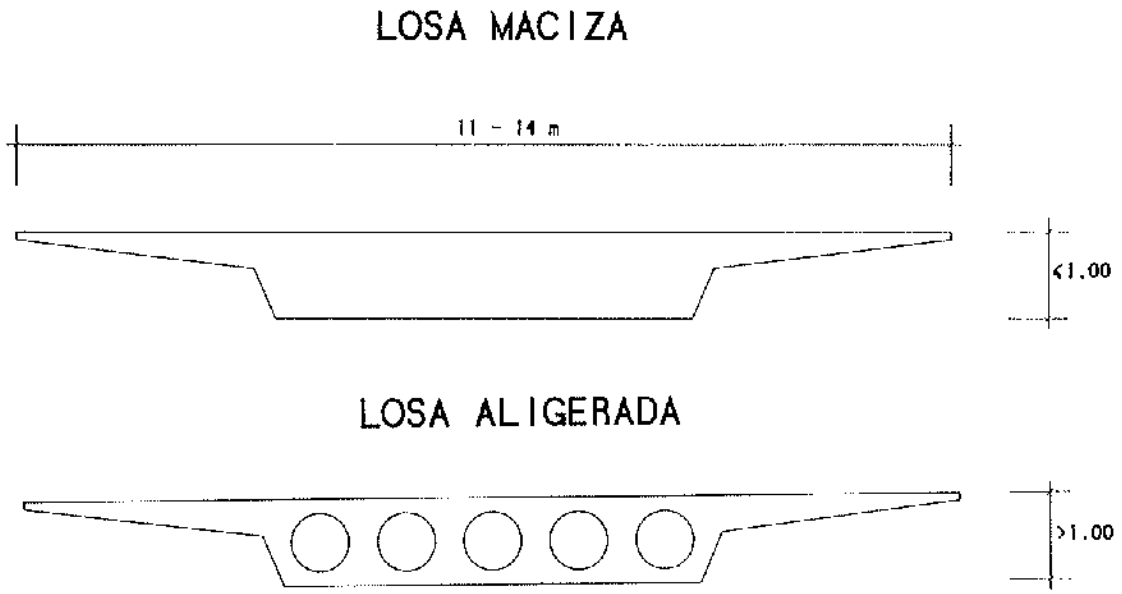


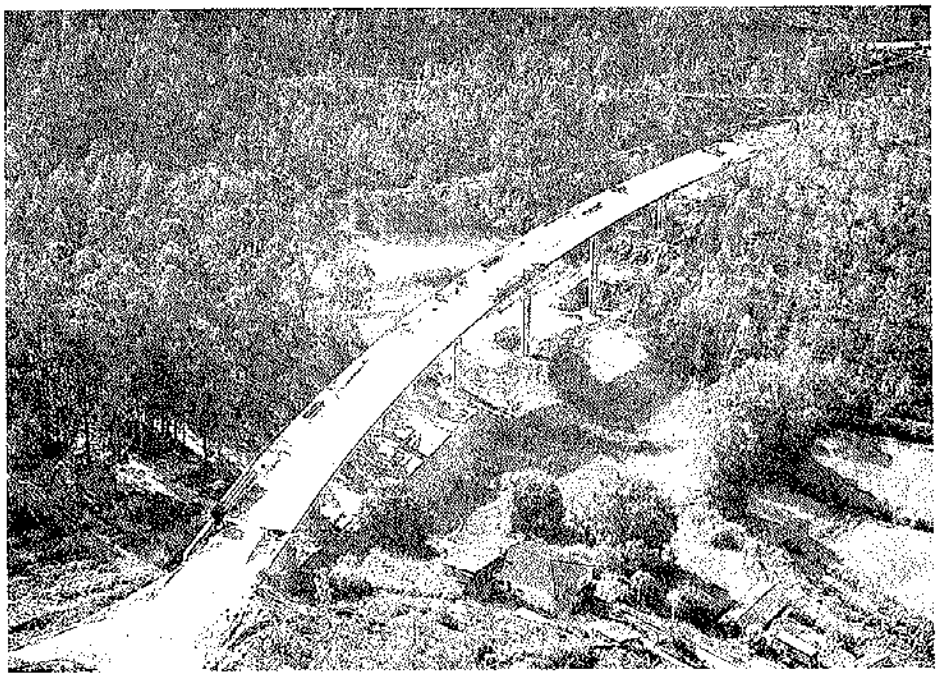
Figura 7.

tura nº 3 (Fotografía 6) se incluye en su totalidad en una alineación circular, de 450 m de radio. La plataforma está constituida por dos carriles de 3,75 m, arcenes de 2,50 m y barreras rígidas.

En cuanto a la sección transversal del tablero, tiene un canto de 1,10 m y un ancho de losa inferior de 5,50 m; los cajeros están inclinados con pendiente 1/2 y en ellos se empotran los voladizos de 3,50 m de luz, con un canto en arranques de 0,50 m. Se disponen cuatro aligeramientos circulares, de 0,80 m de diámetro, centrados en la losa y separados 1,30 m entre sí.

Longitudinalmente, las estructuras están formadas por ocho y siete vanos, respectivamente. La luz de los vanos extremos es de 25,50 m, mientras que en los vanos centrales es de 33,00 m, en ambas estructuras. La continuidad de los cables de pretensado se consigue mediante conectadores en la sección de frente de fase. Las unidades de pretensado utilizadas son las mismas en todas las fases, y están formadas por 10 tendones de 24 torones de 0,6".

Las pilas están constituidas por un fuste cilíndrico, de sección circular de 2,00 m de diámetro, rematado en su parte superior por un cargadero, sobre el que se sustenta el tablero mediante dos apoyos separados 4,50 m entre sí. Las alturas de las pilas varían entre 10,00 y 23,10 m, en la estructura nº 1, y entre 11,00 m y 27,10 m en la



Fotografía 5.

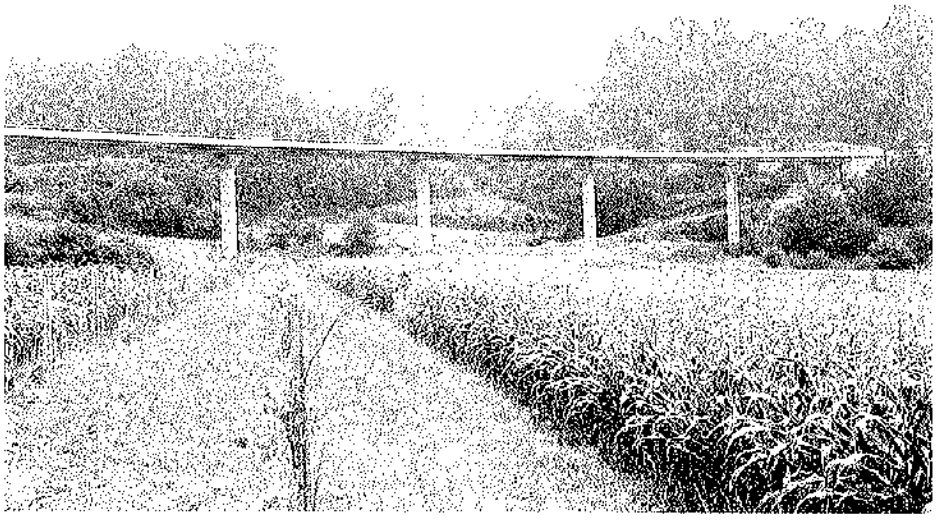
Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

estructura n° 3. Por lo que respecta a los estribos, en ambas estructuras se proyectaron de tipo cerrado, con muros y aletas en vuelta, a excepción del estribo frontal de la estructura n° 1 que se solucionó con un cargadero pilotado. En la estructura n°1 la cimentación es directa en el estribo dorsal y en las dos primeras pilas, mientras que en el resto de las líneas de apoyo se cimentó utilizando pilotes hormigonados in situ, de 1,50 m de diámetro. Por el contrario, en la estructura n°3 todas las cimentaciones se ejecutaron mediante zapatas superficiales.

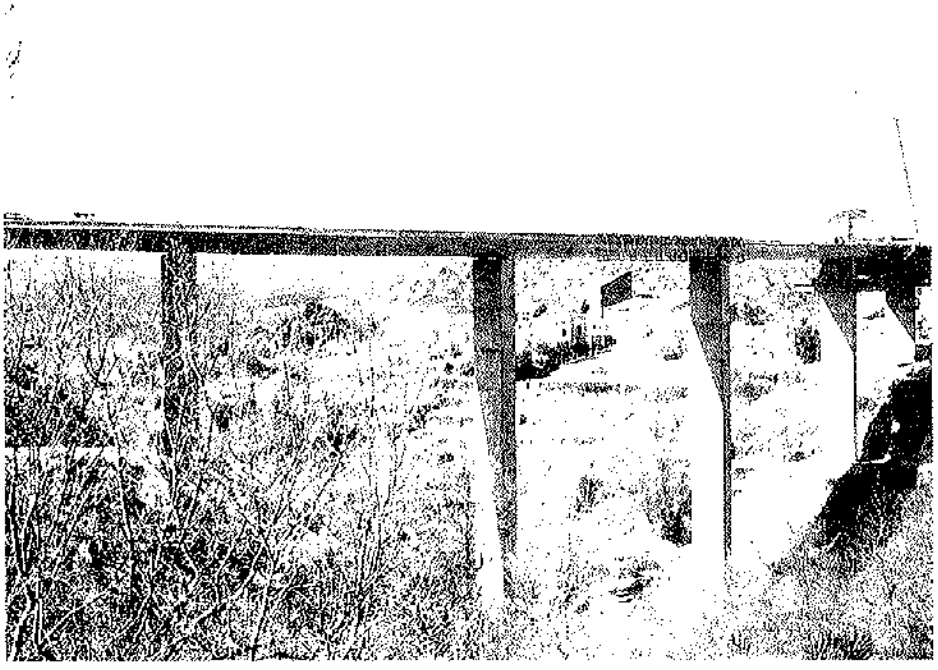
Viaducto de Santa Cruz, en el tramo: Cambela-Freixidó de la Crta. C-533 a Gudiña-Lalín.

Su longitud total es de 188,00 m y el ancho de 11,40 m. Se encuentra situado en una alineación circular en planta, con un radio mínimo de 200 m (Fotografía 7). La plataforma la constituyen dos carriles, con sus correspondientes arcenes y barreras rígidas laterales.

La sección transversal del tablero tiene 1,10 m de canto y su losa inferior una anchura de 4,20 m;



Fotografía 6.

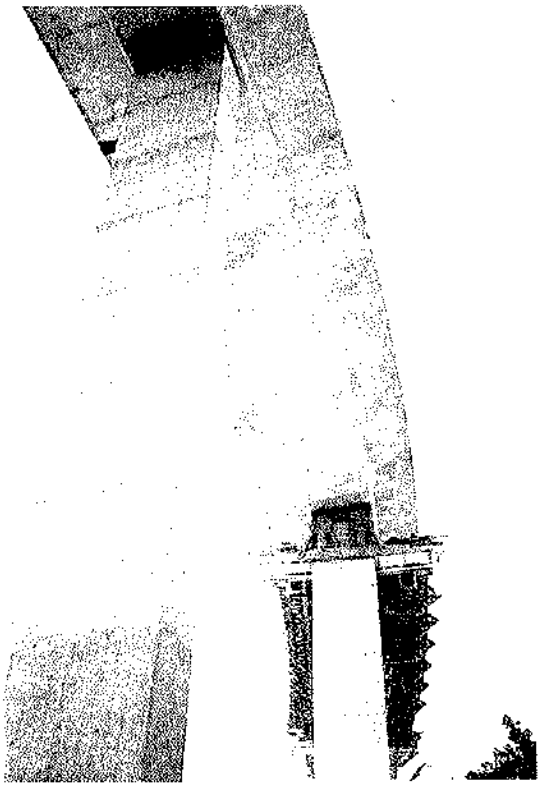


Fotografía 7.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

los cajeros están inclinados con pendiente 1/2 y de ellos salen los voladizos laterales, de 3,02 m de longitud, con un canto en arranques de 0,50 m, llegando a un ancho de sección de 10,84 m, que se completa hasta los 11,40 m mediante el vuelo de las barreras exteriores. Se disponen tres aligeramientos circulares, de 0,90 m de diámetro, centrados en la losa y separados 1,30 m entre sí.

La estructura tiene 6 vanos cuyas luces son 26,80 m, en los vanos extremos, y 33,60 m en los intermedios. La continuidad de los cables de pretensado se consigue mediante conectadores en la sección de frente de fase. Las unidades de pretensado utilizadas son las mismas en todas las fases, y están formadas por 8 tendones de 24 torones de 0,6".



Fotografía 8.

Las pilas se configuran mediante una única pantalla de sección rectangular hueca (Fotografía 8). Sus dimensiones exteriores son de 4,20 m en sentido transversal y de 1,80 m en sentido longitudinal; los tabiques tienen 0,30 m de espesor. Las alturas de las pilas varían entre 18,70 y 51,70 m. Ambos estribos son de tipo abierto, y la cimentación, al igual que en las pilas, es directa mediante zapatas.

Viaducto de Deza. Crta. Silleda-Villa de Cruces. Tramo: Cambela-Bodaño.

Con sus 154,40 m de longitud total, permite el paso de la carretera de Silleda a Villa de Cruces sobre el valle formado por el cauce del río Deza (Fotografía 9). La planta se incluye en una alineación recta. El ancho de la plataforma es de 12,00 m, y está constituida por dos carriles, con sus correspondients arcenes y barreras rígidas laterales.

La sección del tablero es la misma que la descrita para el Viaducto de Santa Cruz, con la única diferencia en la anchura total, que se consigue aumentando los voladizos a 3,40 m de luz.

Longitudinalmente, la estructura está formada por 5 vanos con la siguiente distribución de luces: 26,80 m + 3·33,60 m + 26,80 m. La continuidad de los cables de pretensado se consigue también mediante conectadores en la sección de frente de fase. Las unidades de pretensado utilizadas fueron las mismas en todas las fases, y estaban formadas por 8 tendones de 25 torones de 0,6".

Al igual que en el Viaducto de Santa Cruz, las pilas están constituidas por una única pantalla de sección rectangular hueca. Sus dimensiones exteriores son, asimismo, de 4,20 m en sentido transversal y de 1,80 m en sentido longitudinal; los tabiques tienen 0,30 m de espesor. Las alturas de las pilas varían, en este caso, entre 21,60 y 43,10 m. Ambos estribos son de tipo abierto, y la cimentación, al igual que en las pilas, es directa mediante zapatas.

PUENTES CON SECCION EN LOSA MACIZA

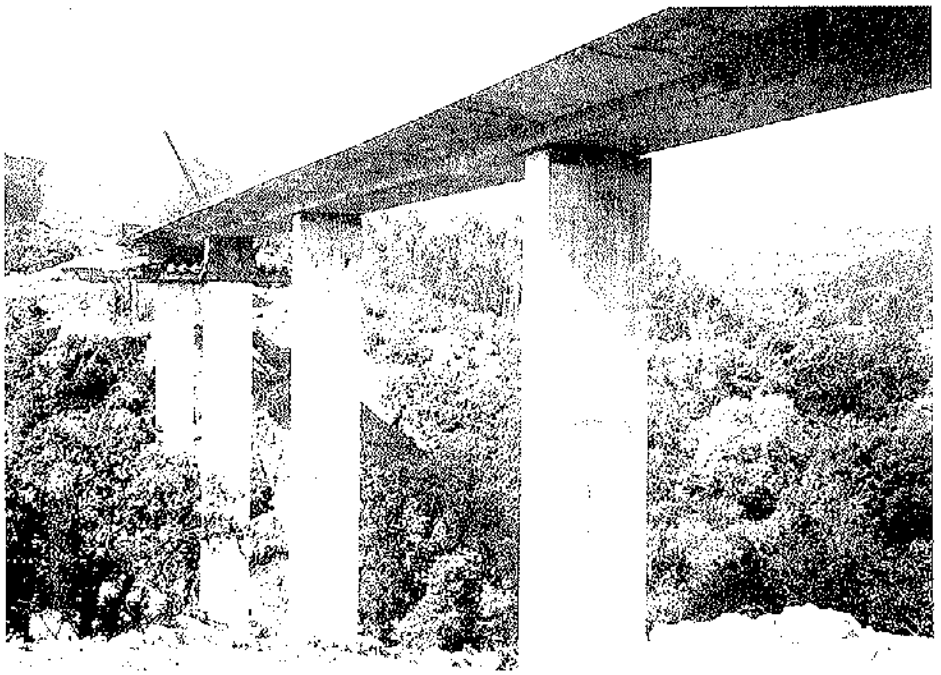
En las estructuras descritas dentro de este apartado, el tablero se proyectó como una losa continua maciza, de hormigón pretensado (Figura 7). El canto de la sección es constante e igual a 1,00 m, por lo que no se previeron aligeramientos interiores. El ancho inferior de la losa es de 5,50 m; los cajeros están inclinados con pendiente 1/2 y en ellos se empotran los voladizos de 2,50 m de longitud, con un canto en arranques de 0,40 m.

Viaductos del Espíritu Santo y de la Bolgachina, en la Red Arterial de Oviedo. Tramo: El Cueto-Matalablima de la Autopista A-66, Madrid-Asturias.

Ambos viaductos se componen de dos estructuras gemelas, de 346 m, en el Viaducto del Espíritu Santo y 256 m en el de la Bolgachina. El ancho de todas estas estructuras es de 11,50 m, distribuidos en barrera rígida, arcén exterior de 2,50 m, dos carriles de 3,50 m, arcén interior de 1,00 m y barrera rígida.

El viaducto del Espíritu Santo (Fotografía 10) se divide, longitudinalmente, en doce vanos, mientras que el viaducto de la Bolgachina (Fotografía 11) cuenta con nueve vanos. En ambos

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025



Fotografía 9.

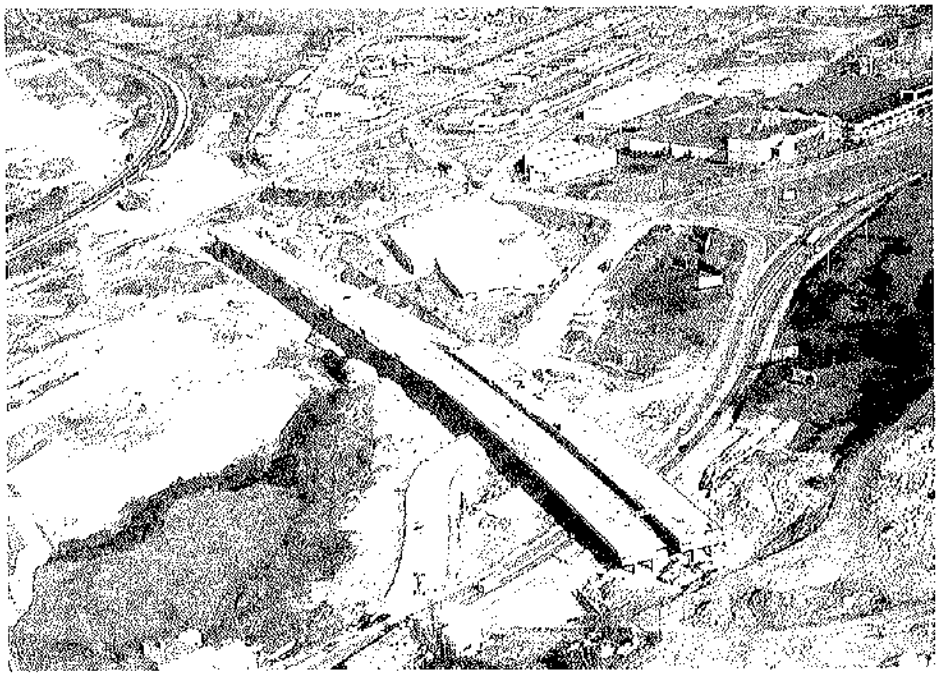
casos, la luz de los vanos extremos es de 23,00 m y en los vanos centrales es de 33,00 m. La continuidad de los cables de pretensado se consigue mediante conectadores en la sección de frente de fase. Las unidades de pretensado utilizadas fueron las siguientes:

Fase 1 (Ambos viaductos): 11 tendones de 17 torones de 0,6"

Fases 2 a 11 (Espíritu Santo) y Fases 2 a 8 (Bolgachina): 11 tendones de 19 torones de 0,6"

Fase 12 (Espíritu Santo) y Fase 9 (Bolgachina): 11 tendones de 14 torones de 0,6"

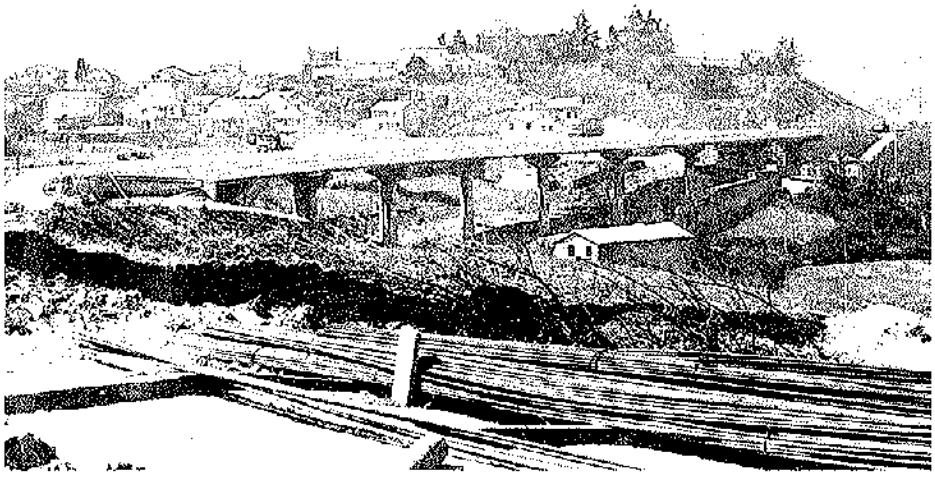
Las pilas están constituidas por un fuste cilíndrico, de sección circular de 1,60 m de diámetro, rematado en su parte superior por un cargadero, sobre el que se sustenta el tablero mediante dos apoyos separados 4,50 m entre sí. Las alturas de las pilas varían entre 5,90 y 15,50 m, en el Viaducto del Espíritu Santo, y entre 6,30 m y 18,40 m en el de la Bolgachina. Por lo que respecta a los



Fotografía 10.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

estribos, en ambas estructuras y en sus dos calzadas, se proyectaron de tipo abierto, a excepción del estribo frontal de la calzada derecha del viaducto de la Bolgachina que se solucionó con un cargadero, debido a su escasa altura. Todas las cimentaciones se realizaron de forma directa mediante zapatas.



Fotografía 11.

RESUMEN

Se presentan en este trabajo una serie de puentes proyectados por la oficina técnica Proyectos y Estructuras, S.A. (PROES), cuya construcción finalizó entre 1990 y 1993. En todos los casos, el método constructivo empleado ha sido el de vanos sucesivos y la empresa constructora Castro Matelo, S.A.

En cuanto a las tipologías de la sección del tablero, se han utilizado la de cajón, losa maciza o aligerada y losa binervada. El ancho máximo de plataforma en las realizaciones presentadas es de 14,00 m y la luz máxima de vano de 50 m.

SUMMARY

This work presents a series of bridges designed by the technical office Proyectos y Estructuras, S.A. (PROES), whose construction was finished between 1990 and 1993. In all cases, the construction method used was that of consecutive spans and the construction firm was Castro Matelo, S.A.

The deck cross section typologies used were: box girder, slab or hollow slab and double joist slab. The maximum width of the platform in the works presented is 14.00 m and the maximum span length is 50 m.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Paso inferior de Plaza de Castilla (Madrid)

PROPIEDAD:	EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MADRID
DIRECCION DE PROYECTO:	Jesús Giménez Cañas
DIRECCION DE LAS OBRAS:	Fernando López Ortun, Ricardo Castro Canseco, Fernando Hernanz y Aquilino Gutierrez
PROYECTO:	CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L. Leonardo Fernández Troyano, Javier Manterola Armisén, José Cuervo Fernández y Agustín Sevilla Bayal
CONSTRUCCION:	URBANOR, S.A. PASO INFERIOR: ENTRECANALES Y TAVORA, S.A. Y HUARTE, S.A. PASARELA: CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

I. OBJETO DEL PASO

El paso inferior de la Plaza de Castilla se ha construido para dar paso directo al paseo de la Castellana en esta plaza, mediante un cruce a desnivel, y suprimir así una de las intersecciones que creaba más retenciones en esta avenida.

En el interior del paso, la calzada de salida de la ciudad se bifurca para conectar la Castellana con la calle de Agustín de Foxá, que dá acceso a la estación de Chamartín. El paso tiene por tanto una disposición en planta en forma de Y.

Al suprimir en superficie el tráfico de la Castellana, el más intenso que atravesaba la Plaza de Castilla antes de hacer el paso, la circulación en esta plaza funciona perfectamente, porque las dimensiones de la rotonda son sobradas para el tráfico de las calles que confluyen en ella, una vez suprimida la Castellana.

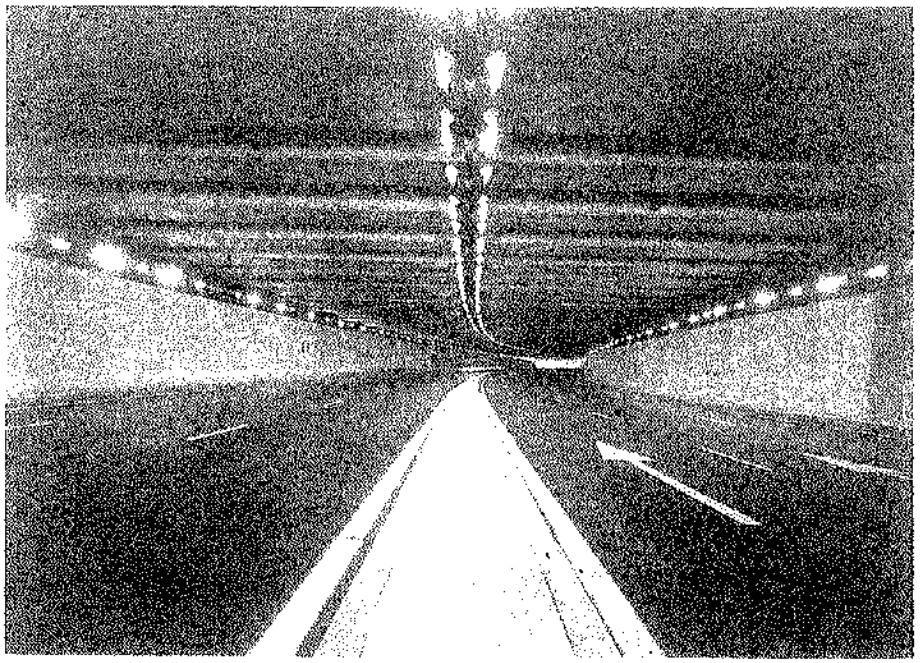


Fig. 1. Vista interior del paso.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

II. DIMENSIONES DEL PASO

El paso inferior de Plaza de Castilla crea un espacio subterráneo extraordinariamente grande para una obra de este tipo, porque la Castellana tiene tres carriles en cada sentido, lo que requiere un ancho en el tronco del paso de 24,20 metros. A este ancho hay que sumarle la bifurcación de Agustín de Foxá, llegándose, en la separación de los dos túneles, a un ancho total de 56 metros.

El ramal de Agustín de Foxá tiene un ancho de 21,50 metros, muy superior al que necesitan los dos carriles de tráfico; el sobreancho se debe a que este ramal se encuentra sobre la Estación de Metro de Plaza de Castilla de la línea 8, y ello obliga a dar al paso el mismo ancho de la Estación.

La longitud del paso también es mayor de lo normal en una obra de este tipo: el tronco tiene una longitud cubierta de 541 metros y el ramal de Agustín de Foxá 120 metros adicionales.

III. DIFICULTADES DEL PASO

Si bien las dimensiones anteriores hacen que este paso sea una obra de gran envergadura, las mayores dificultades que ha planteado no se deben a sus dimensiones, sino a la infinidad de obstáculos que el subterráneo se ha encontrado en su recorrido y que ha sido necesario salvar, primero en el proyecto y después en la construcción.

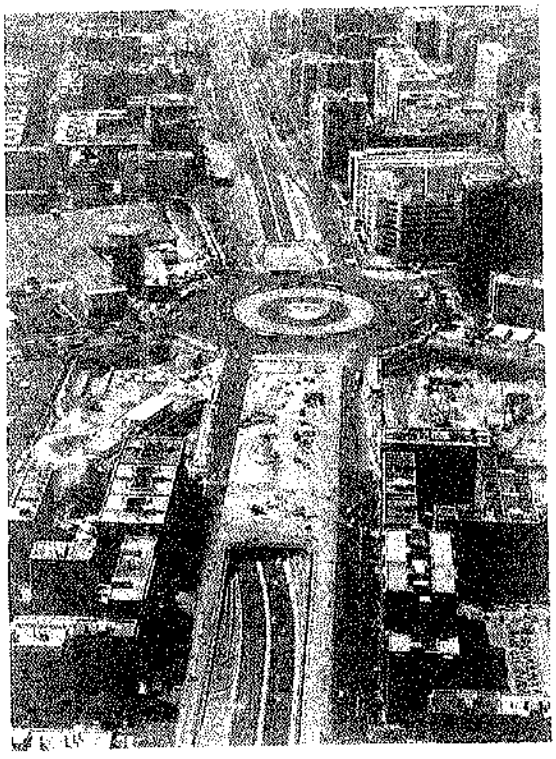


Fig. 2. Vista aérea del paso inferior.

El paso se encuentra sobre dos líneas de metro, la 8 y la 9, lo que ha complicado extraordinariamente su estructura: y tiene además que evitar una línea que va a las cocheras de metro que hay cerca de la plaza, que al estar muy superficial ha condicionado su trazado.

Además del metro, en la traza del paso había tuberías del canal de Isabel II de grandes dimensiones, hasta 1,80 metros de diámetro, que ha sido necesario sustituir, construyendo, previamente al paso, nuevas galerías y nuevas tuberías que, además, en un punto determinado, ha sido necesario pasarlas sobre el paso mediante una viga en doble cajón.

Además de estos grandes servicios, ha sido necesario cambiar servicios urbanos de todo tipo que ocupaban la plaza.

IV. DEPRIMIR LA CASTELLANA

Deprimir la Castellana, una de las avenidas más clásicas y con mayor personalidad de Madrid, es una obra que debe hacerse teniendo muy en cuenta la importancia de esta avenida, para que quede a la altura de ella.

Este criterio se ha tenido muy en cuenta a la hora de proyectar el paso, sobre todo en sus dos aspectos fundamentales:

a) Funcional, cuidando las características del trazado en el tramo deprimido, que, como ya se ha indicado, está condicionado por los túneles del metro.

b) Formal, cuidando especialmente todos los elementos que componen la obra, para conseguir que resulte hermosa.

V. DEFINICION DE LOS ESPACIOS INTERIORES Y EXTERIORES

Un paso de las dimensiones del de Plaza de Castilla puede resolverse de diferentes formas: cabe dividirlo en dos luces, con una fila de apoyos situados en la mediana de la avenida, o cabe salvar el paso completo con una sola luz.

Si bien la solución de vano único puede resultar algo más cara, la amplitud que se consigue con un espacio único es radicalmente distinta de la que resulta con dos vanos.

El estudio comparativo de las dos soluciones, sumado a las dificultades que había en algunas zonas del paso para apoyarse en el centro, nos decidió claramente por la solución de vano único, creando un espacio lo más amplio y vacío posible de obstáculos en todo el túnel. En su interior, solamente hay dos grandes pilas que dividen la luz en la zona de bifurcación del paso, donde una

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

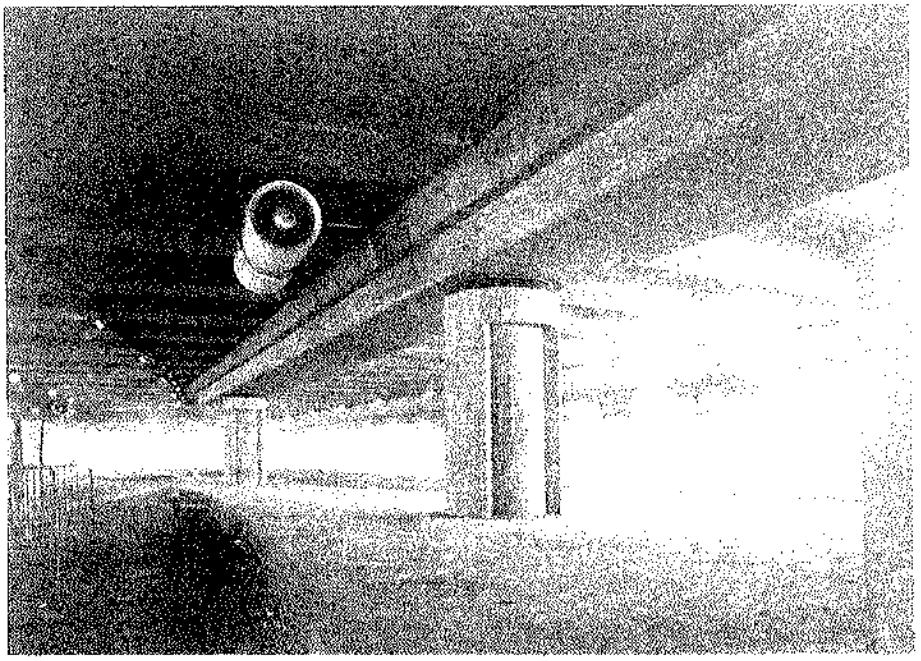


Fig. 3. Vista de la viga interior de apoyo de las vigas de la bifurcación.

sola luz estaría fuera de las posibilidades de una obra de este tipo. Esta bifurcación es más amplia de lo que requiere el trazado, pues funcionalmente podrían haberse separado antes los dos ramales, reduciendo el área del paso; pero la existencia de la estación del metro debajo ha obligado a dejar diáfana una zona mucho más amplia de la estrictamente necesaria.

Los espacios exteriores de acceso al túnel también han planteado problemas de proyecto. La embocadura sur es recta y se resuelve de forma tradicional: dos muros de acompañamiento que enlazan con la losa de embocadura.

Pero la embocadura Norte plantea un problema singular: el trazado de la vía que accede al paso es curvo antes de llegar al túnel, en clara discordancia con la avenida de la Castellana en superficie, que es totalmente recta desde Plaza de Castilla a Nudo Norte. Esta discordancia se ha resuelto circunscribiendo al trazado curvo de la vía deprimida un espacio deprimido más amplio y recto, alineado con la avenida. Las áreas comprendidas entre la calzada y el borde del área deprimida, se han resuelto mediante jardines escalonados que encarrilan el tráfico, evitando que el conductor se desoriente. De esta forma, la percepción exterior del paso se ordena paralelamente al eje de la Castellana, de la misma forma que todo el entorno.

VIA. ESTRUCTURA DEL PASO

A las dificultades que antes hemos visto debidas a los túneles y servicios que existen en el área de la Plaza de Castilla, se sumaban, a la hora de construir el paso, los problemas del tráfico, que no podía cortarse en una intersección de la importancia que esta plaza tiene en el funcionamiento de la ciudad.

Por ello resultaba necesario buscar una solución lo más fácil posible de construir, y que perturbara lo menos posible la superficie de la plaza durante la construcción. La solución más adecuada para resolver obras urbanas de este tipo es construir los hastiales del túnel mediante muros pantalla, y el tablero superior de cubierta, mediante una losa in situ o mediante un tablero de vigas prefabricadas. Para reducir el plazo de obra al mínimo posible, la mayor parte de la cubierta se ha hecho con vigas prefabricadas; solo se han hecho in situ las embocaduras y una losa para el paso de servicios.

La excavación interior del paso se ha hecho, en su mayor parte, una vez montadas las vigas, de forma que la alteración en superficie fuera mínima. Este planteamiento general se ha visto alterado en muchas zonas, por la presencia del metro, que ha obligado a convertir los muros pantalla en vigas diafragma de gran luz, para salvar los túneles.

En la calle Agustín de Foxá los muros pantalla se sitúan en los bordes exteriores de la estación, de forma que ésta queda confinada entre ellos, razón por la que el túnel de Agustín de Foxá es más amplio de lo que funcionalmente se requiere.

Las estructuras más complejas del paso han sido: la embocadura Norte, debido a su forma especial generada por el acuerdo entre el trazado curvo de la vía y el espacio deprimido recto cir-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

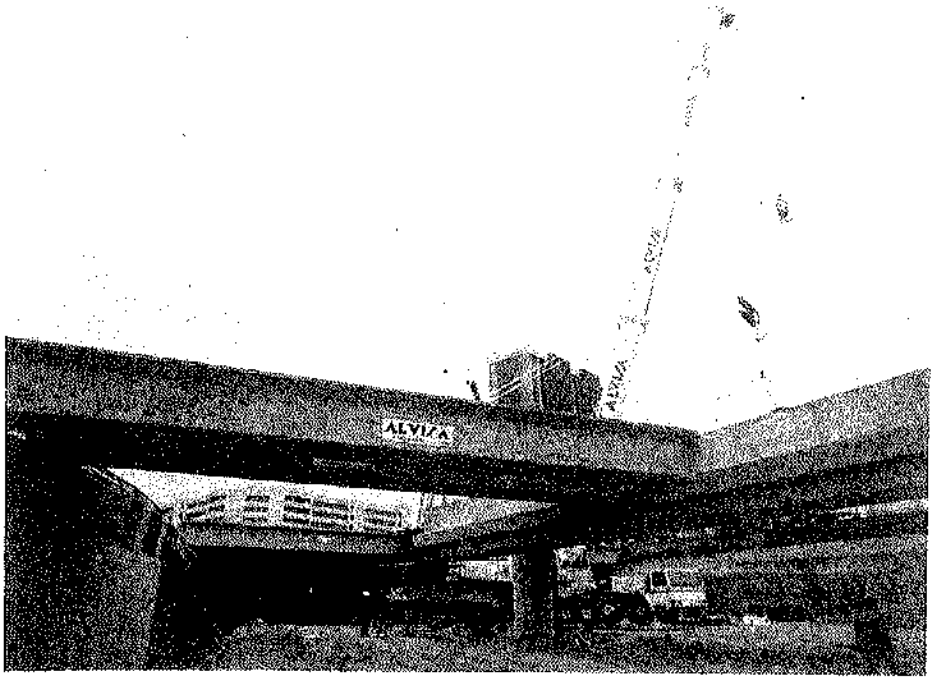


Fig. 4. Montaje de las vigas prefabricadas sobre la viga de apoyo.

cunscrito a él; y la viga soporte de las vigas de cubierta situada en la bifurcación de la Castellana y Agustín de Foxá.

VII. FORMAS Y TRATAMIENTOS DEL PASO

La imagen de un paso inferior de las características del de Plaza de Castilla es básicamente función de cinco factores:

a) Forma de las embocaduras y muros de acceso.

b) Espacio interior del paso.

c) Tratamiento de los paramentos.

d) Iluminación.

e) Estructura de cubierta.

Ya hemos visto la importancia que se ha dado al espacio interior del paso y el tipo de estructura que se ha adoptado. Para dar forma al paso se ha utilizado un motivo básico, con el que se ha conformado la mayoría de sus elementos: el tratamiento de las superficies mediante escalones, para crear múltiples líneas horizontales que destaquen la linealidad de la obra:

a) La embocadura se ha hecho con una losa in situ, escalonada, que se enlaza con los escalones análogos que tiene la imposta de los muros de acceso.

b) Los paramentos de los muros del acceso Sur, de la salida a Agustín de Foxá, y del interior del paso, se han tratado mediante piezas prefabricadas escalonadas de amianto-cemento; estos escalones se abren en jardines, también escalonados, en la embocadura Norte, para ocupar los espacios entre el trazado curvo y el contorno recto del área deprimida.

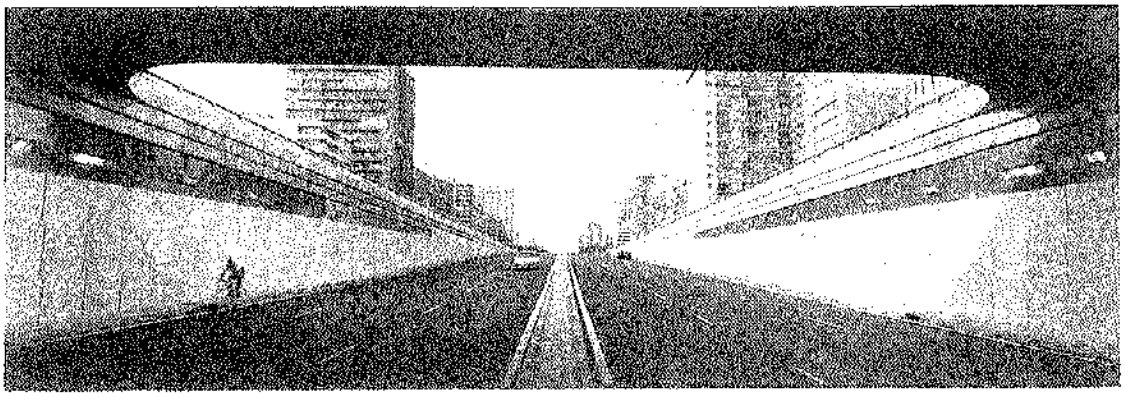


Fig. 5. Vista de la embocadura sur desde el interior del paso

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

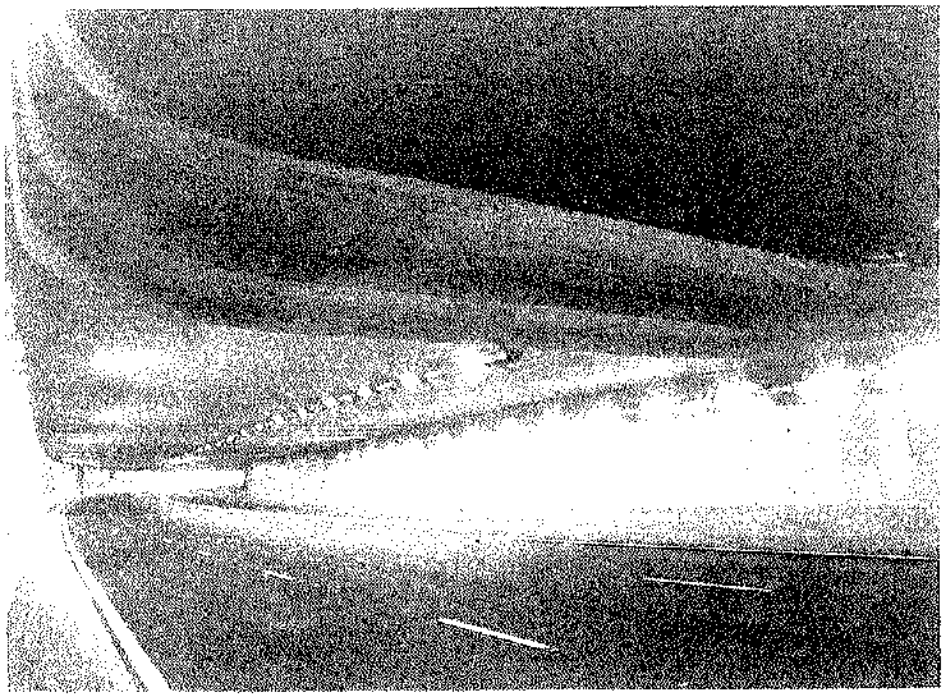


Fig. 6. Vista de la embocadura sur desde el exterior del paso.

c) Las barandillas sobre los muros de acompañamiento de los accesos y sobre las embocaduras, se han sustituido por jardineras escalonadas, que se rematan en el origen de la zona deprimida con unas farolas-balizas que marcan el origen de la obra en los dos extremos.

La iluminación, debido a la anchura del paso, se ha resuelto mediante luces en los paramentos laterales y en el eje de la calzada. En los paramentos laterales las luminarias se han incluido en el último escalón, que es de chapa para permitir empotrar en él la iluminación. En el eje de calzada la iluminación se ha colgado de un nervio longitudinal, sujeto a su vez al techo mediante una estructura metálica ligera.

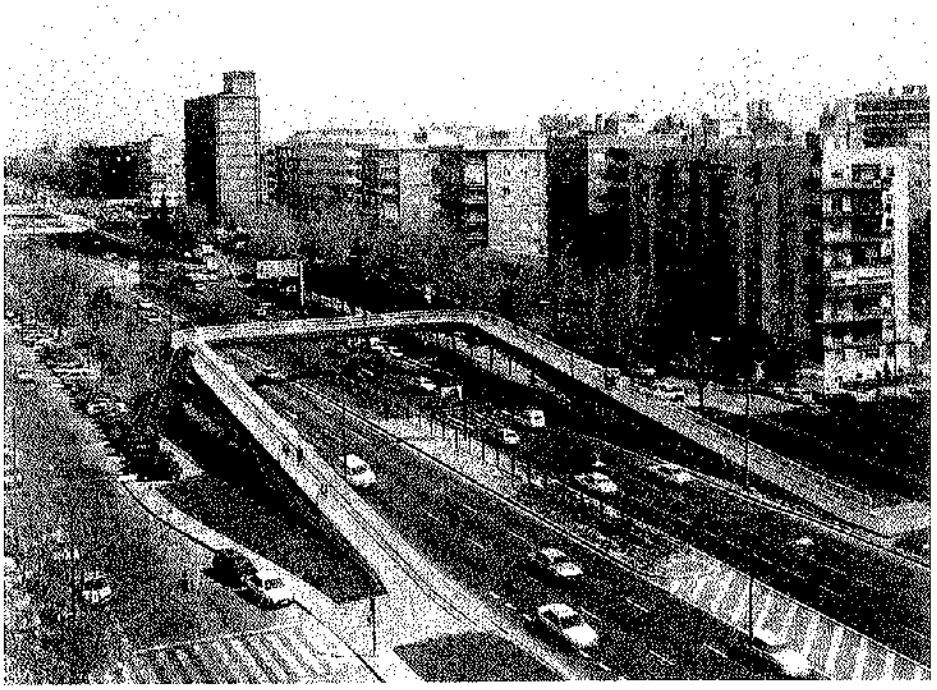


Fig. 7. Vista aérea de la pasarela.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

VIII. PASARELA DE PEATONES EN LA EMBOCADURA NORTE

Una obra singular, comprendida en el conjunto que forma el Paso Inferior de la Plaza de Castilla, es la Pasarela de Peatones, situada muy cerca de la embocadura Norte del paso, construida para evitar un cruce a nivel de peatones próximo a la salida, que resultaría peligroso para los viandantes y mermaría la capacidad del paso.

La pasarela se ha resuelto mediante rampas de acceso en ambos lados, paralelas al eje de la Castellana, y un tramo horizontal entre ellas que pasa sobre esa avenida; por tanto la pasarela tiene en planta forma de U.

La estructura resistente de la pasarela se ha resuelto materializando de forma estricta la plataforma funcional necesaria.

Es una estructura mixta, es decir, de acero y hormigón yuxtapuestos, que parte del suelo en los arranques de las dos rampas, y se mantiene aérea desde un extremo hasta el otro, sin apoyos intermedios.

La disposición estructural de esta pasarela es singular, porque es inversa a la normal en las estructuras mixtas, que en la mayoría de los casos son vigas apoyadas o continuas, con cabeza inferior metálica y tablero superior de hormigón. En este caso, debido al carácter de ménsulas que tienen los brazos de la U, su forma de trabajar es

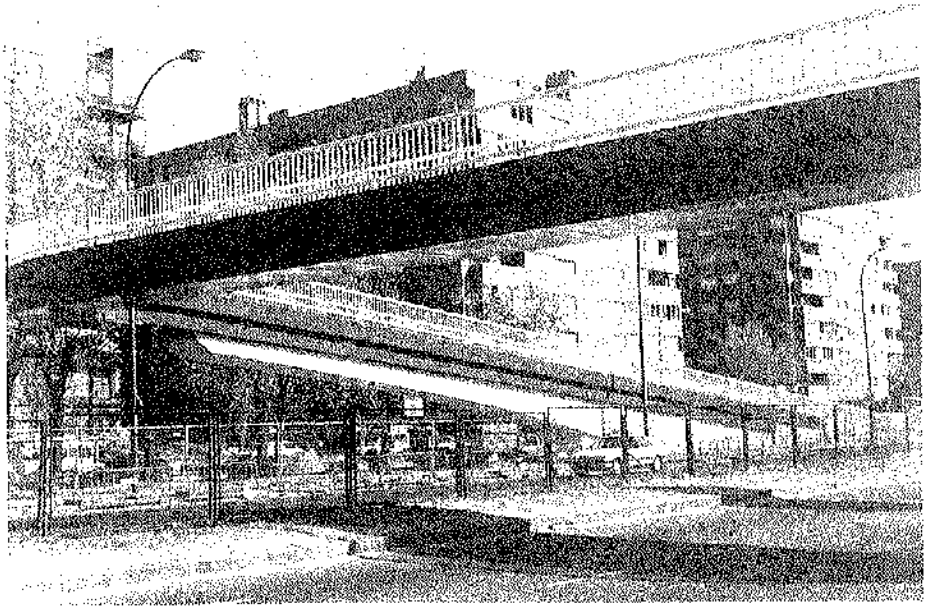


Fig. 8. Vista lateral de la pasarela.

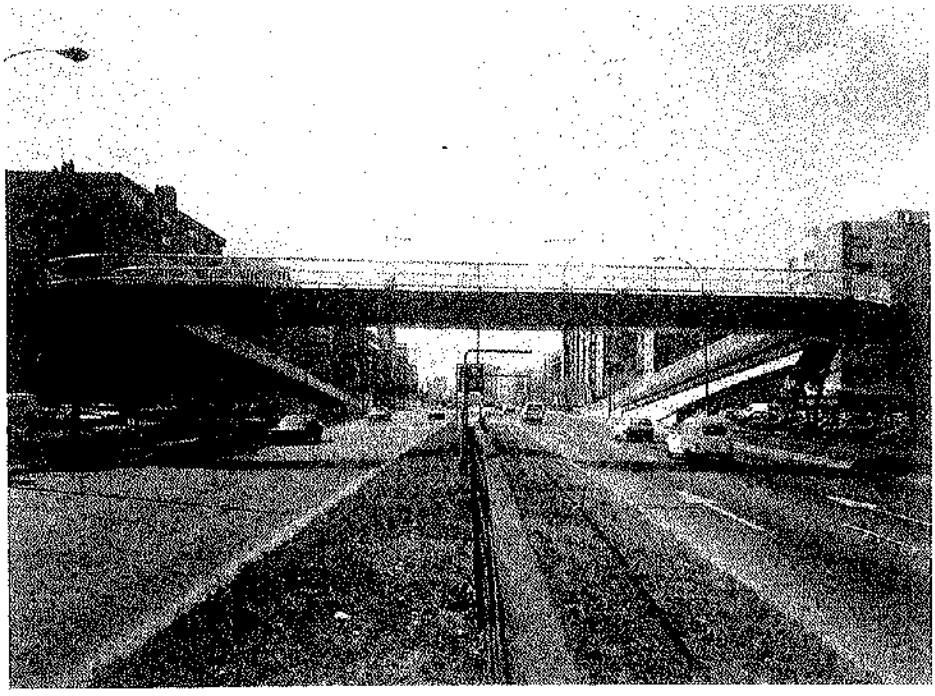


Fig. 9. Vista frontal de la pasarela.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

inversa a la viga apoyada, y por tanto la cabeza de compresión, que será lógicamente de hormigón, está situada debajo, y la cabeza de tracción, que será metálica, está situada encima.

Las cabezas de hormigón se terminan al final de los brazos de la U, siendo exclusivamente metálico el tramo horizontal sobre la Castellana.

RESUMEN

Se describen el conjunto de actuaciones realizadas en torno al Paso subterráneo de Plaza de Castilla, en Madrid.

Las estructuras están formadas por el Paso subterráneo propiamente dicho y una pasarela peatonal en la embocadura norte.

El Paso subterráneo posee una disposición en planta en forma de "Y". El tronco posee una longitud cubierta de 541 m y el ramal 120 m adicionales.

La anchura del paso es de 24.20 m, llegándose, en la separación de los dos túneles, a un ancho total de 56 m.

La estructura está formada por pantallas de hormigón armado, losas pretensadas hormigonadas in situ y vigas prefabricadas pretensadas.

La pasarela peatonal, resuelta mediante una estructura mixta hormigón-acero, posee una disposición en planta en forma de "U", mediante dos ménsulas laterales y un tramo central apoyado sobre las mismas.

SUMMARY

The different actions involved during the construction of the underpass in Plaza de Castilla in Madrid are described.

The structures are the underpass and a footbridge at its Northern entrance.

The underpass has a "Y" shaped plan. The main arm is 541 m long and the other has a length of 120 m.

It is 24.20 m wide and it reaches a width of 56 m in the intersection of the two arms.

The main elements of the structure are reinforced concrete diaphragm walls, prestressed concrete cast in place slabs and precast prestressed concrete beams.

The footbridge has a "U" plan disposition with two lateral cantilevers and a central span supported by the lateral ones. It is a composite steel-concrete structure.

* * *

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

CENTROS EUROPEOS DE INFORMACION EMPRESARIAL. Euroventanillas

ESTE SIMBOLO LE VA A AYUDAR A ENTRAR EN EUROPA

El Mercado Unico Europeo será una realidad en 1993, abriéndose a los empresarios españoles la oportunidad de un mercado de 320 millones de consumidores.

Para ayudar a los empresarios a abordar profesionalmente este mercado la C.E.E. ha desarrollado un "Programa de Acción para las Pequeñas y Medianas Empresas", una de cuyas primeras actuaciones fue la creación y puesta en marcha de las **EUROVENTANILLAS.**

Estas **EUROVENTANILLAS,** distribuidas por toda la geografía nacional, le van a ayudar desinteresadamente a:

— CONOCER las actividades, programas y legislación de la C.E.

- Política comercial.
- Contratación pública.
- Normativa y reglamentación comunitaria.
- Programas de investigación y desarrollo.
- Ayudas y préstamos de la C.E.

— BENEFICIARSE de una orientación apropiada sobre:

1. Cómo cooperar con otras empresas europeas.
2. Cómo encontrar a un distribuidor para sus productos.
3. Cómo presentar la candidatura de la empresa a un programa comunitario.

— TRASLADAR a la Comisión propuestas y sugerencias de su Empresa.

EUROVENTANILLAS EN ESPAÑA:

ANDALUCIA

CONFEDERACION EMPRESARIAL DE ANDALUCIA (CEA)
Avda. San Francisco Javier, 9
Edificio Sevilla 2, 9.ª planta 41018-SEVILLA
Tel. (95) 465 05 55 Fax (95) 464 17 47

PROYECTO EUROPA, S.A.
Plaza de la Constitución, 9
29008-MALAGA
Tel. (952) 22 09 59 Fax (952) 22 09 36

ARAGON

CONFEDERACION REGIONAL DE EMPRESARIOS DE ARAGON (CREA)
Plaza Roma. Urbanización Parque de Roma, E-1. 1.º planta
50010 ZARAGOZA
Tels. (976) 32 58 99/32 00 00
Fax (976) 32 29 56

ASTURIAS

INSTITUTO DE FOMENTO REGIONAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (IFR)
Parque Tecnológico de Asturias 33470 LLANERA (ASTURIAS)
Tel. (98) 526 06 68 Fax (98) 526 44 55

ANTENA OVIEDO (FEDERACION ASTURIANA DE EMPRESARIOS)
Dr. Alfredo Martínez, 6 2.º 33005-OVIEDO
Tel. (98) 523 21 05 Fax (98) 524 41 76

CANARIAS

CONSEJERIA DE ECONOMIA Y HACIENDA
D. G. Política Financiera y Promoción Económica
Tomás Miller, 38 35007 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Tels. (928) 22 35 50
Fax (928) 22 23 47

CASTILLA-LA MANCHA

CAMARA OFICIAL DE COMERCIO E INDUSTRIA DE TOLEDO
Plaza de San Vicente, 3 45001-TOLEDO
Tels. (925) 21 44 50/21 44 54
Fax (925) 21 47 27/21 39 00
Telex 42844 CCTO-E

CONFEDERACION DE EMPRESARIOS DE CASTILLA-LA MANCHA
Rosario, 29 3.º planta 02001-ALBACETE
Tels. (967) 21 73 61/00/01
Fax (967) 24 02 02

CASTILLA-LEON

SODICAL-CECALE
Obispo Mayoral, 4 1.º 47001 VALLADOLID
Tel. (983) 35 40 33 Fax (983) 35 47 38

CATALUÑA

CENTRE D'INFORMACIO I DESENVOLUPAMENT EMPRESARIAL (CIDEM)
Avda. Diagonal, 403/11 08008-BARCELONA.
Tel. (93) 416 08 30 Fax (93) 416 08 18

CENTRO EUROPEO DE INFORMACION BANCO EXTERIOR DE ESPAÑA
Moncla, 56-58. 08034 BARCELONA
Tel. (93) 204 13 66. Fax (93) 205 73 35

CAMARA OFICIAL DE COMERC, INDUSTRIA I NAVEGACIO DE BARCELONA
Avda. Diagonal, 452 08006-BARCELONA
Tel. (93) 415 16 00 Fax (93) 416 07 35

EXTREMADURA

SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE EXTREMADURA (SODIEX)
Doctor Marañón, 7 10002-CACERES
Tel. (927) 22 48 78 Fax (927) 24 33 04

GALICIA

CONFEDERACION DE EMPRESARIOS DE GALICIA (CEG)
Romero Donallo, 7-A, entresuelo
15706-SANTIAGO DE COMPOSTELA
Tels. (981) 59 76 50/54
Fax (981) 56 57 86

ISLAS BALEARES

CONSORCI CENTRE DE DOCUMENTACIO EUROPEA DE LES ILLES BALEARS
Palmanova Oliver, 30
07006-PALMA DE MALLORCA.
Tel. (971) 46 30 02 Fax (971) 46 30 70

MADRID

ICEX-IMPI
P.º de la Castellana, 141 2.º planta
28046-MADRID
Tels. (91) 571 54 04/571 46 40
Fax (91) 571 59 12

CONFEDERACION ESPAÑOLA DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES (CEOE)
Diego de León, 50 28006-MADRID
Tel. (91) 563 96 41 Fax (91) 564 01 35

INSTITUTO MADRILEÑO DE DESARROLLO (IMADE)
Mariano Rosa, 13-15 28007 GETAFE
Tel. (91) 696 88 11 Fax (91) 695 61 76 / 319 42 90

CAMARA OFICIAL DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID
Pza. de la Independencia, 1 28001 MADRID
Tel. (91) 538 36 10 Fax (91) 538 36 43

MURCIA

INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGION DE MURCIA CROEM
Pza. San Agustín, 5-6 30005-MURCIA
Tel. (968) 28 08 18 Fax (968) 29 32 45

NAVARRA

ASOCIACION DE LA INDUSTRIA NAVARRA (AIN)
P.O. Box 429 31191-COTOMELLA (Pamplona)
Tel. (948) 10 31 01 Fax (948) 10 11 00

PAIS VASCO

CAMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACION DE BILBAO
Alameda de Recalde, 50 48009-BILBAO
Tel. (94) 444 40 54. Fax (94) 443 61 71

FUNDACION EUROVENTANILLA DEL PAIS VASCO
Tomás Gros, 3 bajo 20081 SAN SEBASTIAN
Tel. (943) 27 22 88 Fax (943) 27 16 57

LA RIOJA

FEDERACION DE EMPRESARIOS DE LA RIOJA (FER)
Hermanos Moroy, 8 4.º planta
26001 LOGROÑO
Tel. (941) 25 70 22 Fax (941) 20 25 37

COMUNIDAD VALENCIANA

CAMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACION DE VALENCIA
Poeta Querol, 15 46002-VALENCIA
Tel. (96) 351 13 01
Fax (96) 351 62 49/351 35 58

GRUPO BANCO POPULAR ESPAÑOL
Rambla de Méndez Núñez, 17
03002-ALICANTE
Tels. (96) 521 62 91/521 16 86
Fax (96) 520 19 54

Para cualquier información sobre la Red de Euroventanillas dirigirse a:

IMPI
INSTITUTO DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA INDUSTRIAL
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

P.º de la Castellana, 141, planta 2.ª - 28071 MADRID
Teléfono 900 - 19 00 92
Fax (91) 582 93 99

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Traslado de la pasarela atirantada de la Plaza de las Glorias Catalanas

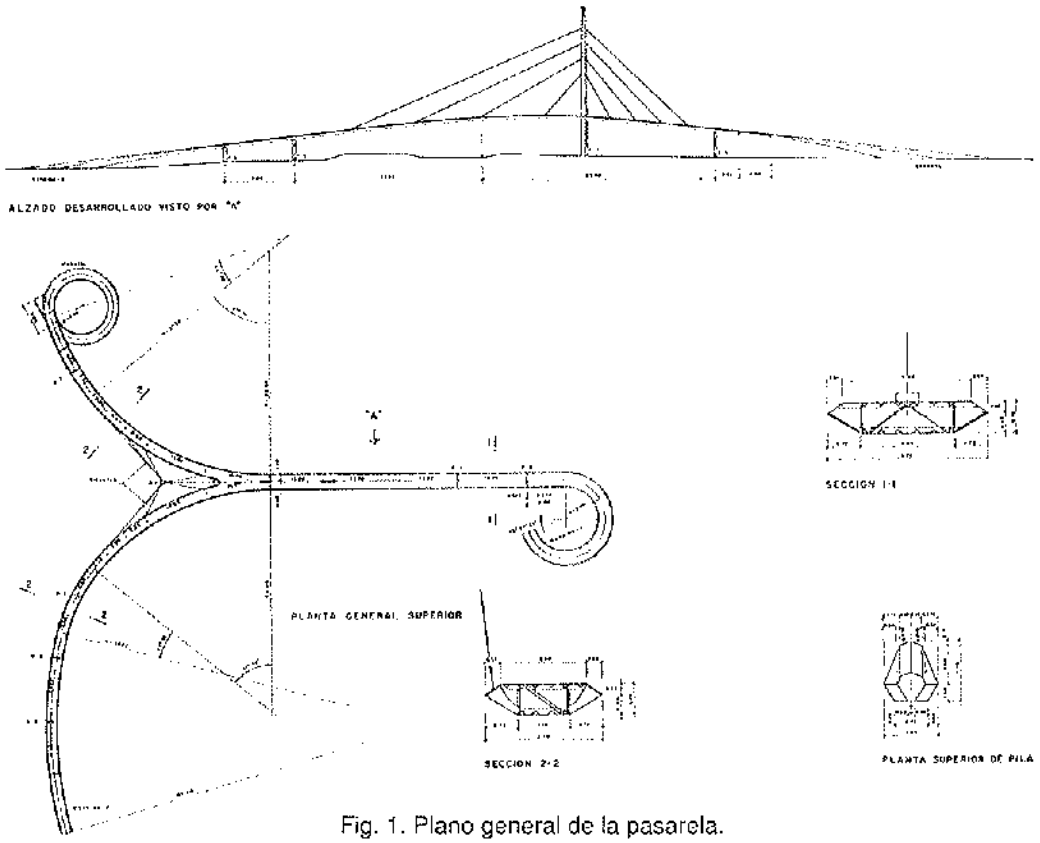


Fig. 1. Plano general de la pasarela.

PROPIEDAD:	VILA OLIMPICA, S.A.
DIRECCION DE OBRA:	Juan Ramón Clascá, Joan Guibernau y Mateu Tersol
PROYECTO:	CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L. Leonardo Fernández Troyano y Javier Manterola
CONSTRUCCION:	OCISA.

Si grande fue el disgusto que tuvimos cuando nos enteramos que la pasarela atirantada de la plaza de las Glorias Catalanas iba a desaparecer, mayor fue la alegría cuando la organización Vila Olímpica nos propuso hacer el proyecto de su desmontaje y traslado, para montarla nuevamente en el cinturón litoral de Barcelona, muy próxima al mar.

El traslado se ha planteado con la idea básica de reproducir lo más fielmente posible la pasarela original y utilizar al máximo los elementos de ella; pero los accesos de hormigón no podían desmontarse y además debían adaptarse al nuevo emplazamiento; por ello, ha sido necesario hacerlos de nuevo, con los mismos criterios del proyecto original.

La pasarela de las Glorias ha sido uno de los proyectos clave de nuestra labor profesional, desarrollada como equipo de trabajo desde hace más de 25 años. Es nuestra primera obra atirantada y la segunda española (la primera fue el puente de la Salve, sobre el río Nervión, en Bilbao), y fue premio de SERCOMETAL el año 1975 y premio europeo de la C.E.C.M. el año siguiente.

El proyecto de traslado ha sido una buena y nueva experiencia, porque nos ha obligado a estudiar a fondo, casi podemos decir que a recrear, el proyecto original, hecho por nosotros hace casi veinte años.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

I. EL PROYECTO ORIGINAL

La pasarela se hizo para comunicar tres puntos separados por vías de tráfico. La forma de Y en planta, se debe a que una de las comunicaciones entre los tres puntos es de menor importancia que las otras dos. Por ello la pasarela tiene un brazo principal recto que se bifurca en dos ramales curvos.

Las dimensiones de la pasarela obligaban a una estructura atirantada para evitar cantos excesivos del tablero. Este atirantamiento se hizo desde una sola torre, situada muy cerca de la intersección de los tres brazos, de donde parte tres haces de tirantes, uno para cada brazo; el principal, más ancho que los otros dos y recto, se atiranta en su eje y los laterales, curvos en un borde. Este sistema de atirantamiento, sumado a la curvatura en planta de los ramales, hace que el comportamiento de la estructura de esta pasarela sea especialmente complejo.

La estructura atirantada es metálica, y se remata con accesos de hormigón en los tres extremos. Uno de ellos es un caracol en voladizo; otro, un pequeño voladizo recto, y el tercero, el del brazo principal, terminó siendo un segundo caracol, apoyado en la pila extrema del tramo metálico, que en principio iba a ser un estribo. La falta de simetría de este caracol, choca en principio con organización simétrica de la Y; y por ello, inicialmente se pensó en un acceso desdoblado, solución que se ha adoptado en el nuevo proyecto, reproduciendo así la idea inicial que no se llevó a cabo en la obra original.

La complejidad de la geometría de la pasarela le da ya una expresividad formal que tratamos de potenciar al máximo. Por ello, la estructura resistente se resolvió como consecuencia directa de este trazado. El tablero de la pasarela es su materialización directa, con las dimensiones más estrictas que nos fue posible.

II. EL PROYECTO DE DESMONTAJE

La pasarela de las Glorias, como la mayoría de los puentes y pasarelas, no se proyectó con la idea de poderla desmontar; tampoco se previó la posibilidad de sustituir los tirantes, como generalmente se hace en los puentes para tráfico rodado, porque en una pasarela de peatones no nos pareció necesario, al no plantearse en ella problemas de fatiga o de posible choque de vehículos contra ellos; por esta razón los alojamientos de los anclajes de los tirantes en la estructura metálica del tablero y de la torre, se inyectaron a la vez que las vainas de P.V.C., lo que impedía destesar los tirantes.

La imposibilidad de descargar los tirantes mediante su destesado, nos ha obligado a descargarlos todos a la vez, elevando el tablero mediante gatos apoyados en castilletes bajo los anclajes de los tirantes, de forma que la carga de éstos pase a los gatos. Una vez que el tablero queda apoyado en los castilletes, pueden cortarse los tirantes sin carga y cortar la pasarela por las mismas secciones que se soldaron en el primer montaje. Una vez desmontada, fue necesario abrir los alojamientos de los anclajes y limpiarlos de lechada para poder colocar anclajes nuevos para los nuevos tirantes.

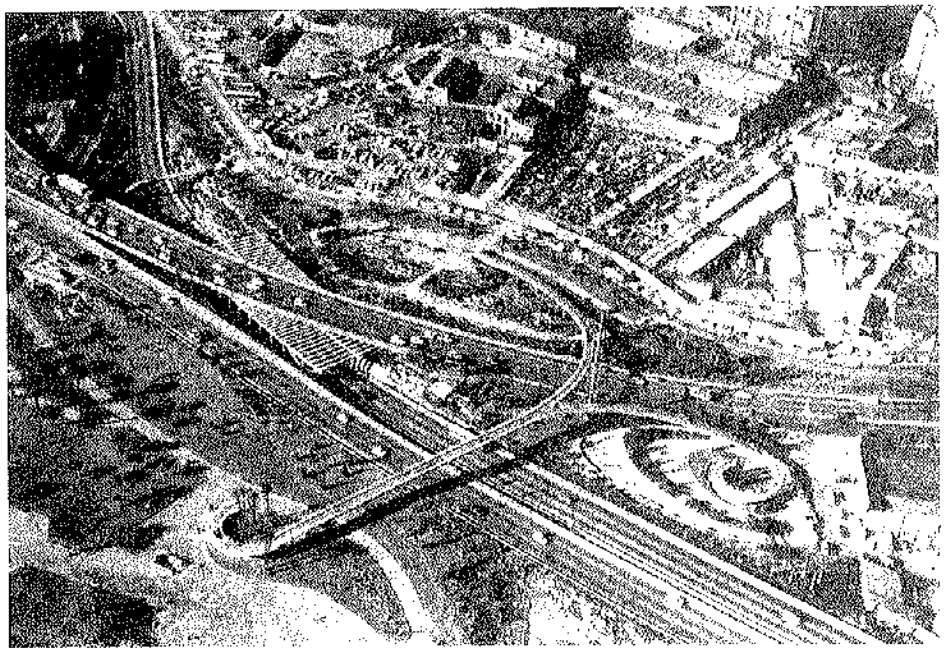


Fig. 2. Vista aérea de la pasarela en su primera posición.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

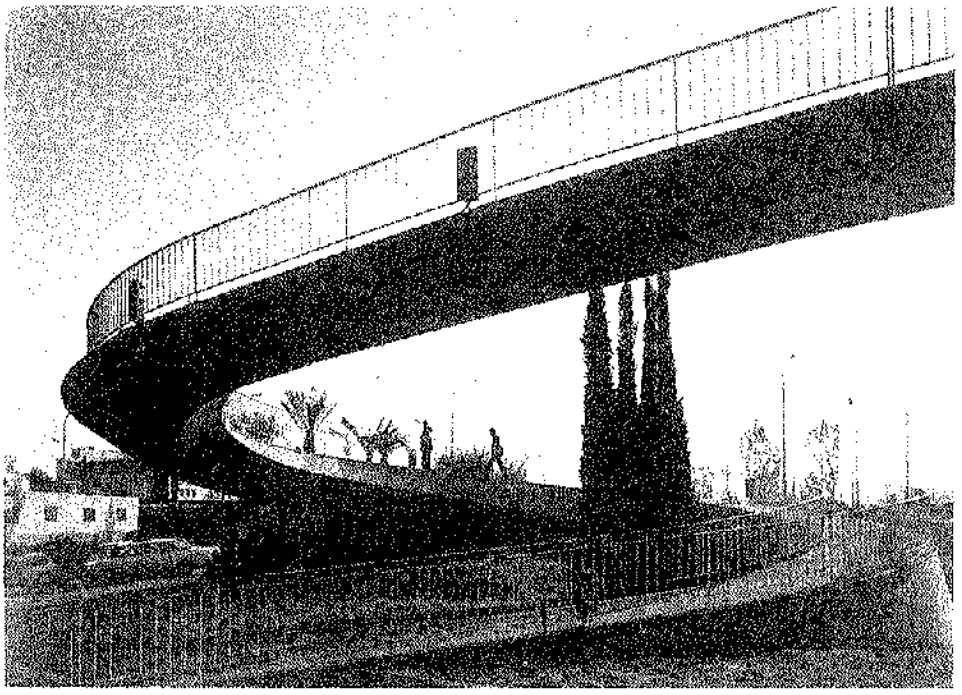


Fig. 3. Vista del caracol lateral de la primera pasarela.

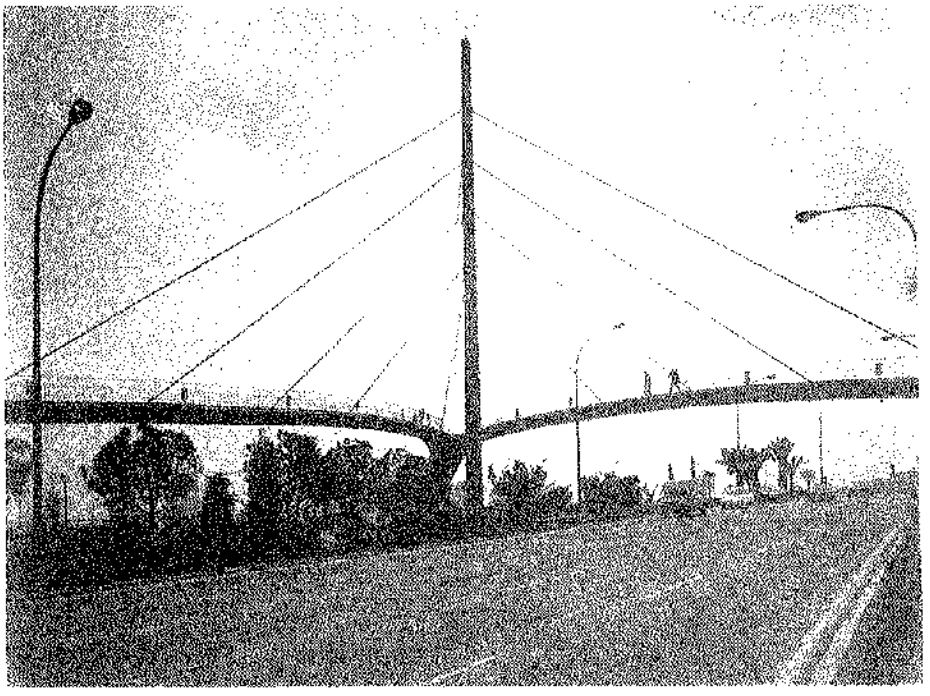


Fig. 4. Vista general de la pasarela en su primera posición.

En la torre, esta operación obligó a desmontarla en varios trozos, de la misma forma que se construyó.

El mayor problema que ha planteado el desmontaje es la supresión de los anclajes verticales que hay en las pilas para resistir la torsión de los brazos curvos; estos anclajes están formados por unidades de pretensado anclados en cimientos. Para poder cortarlos ha sido necesario hacer anclajes exteriores provisionales mediante barras Dywidag, de forma que la carga de los anclajes actuales se transfiera a ellas; una vez transferida la carga pueden cortarse los actuales y después ir aflojando con el gato las barras Dywidag hasta dejarlas sin carga.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

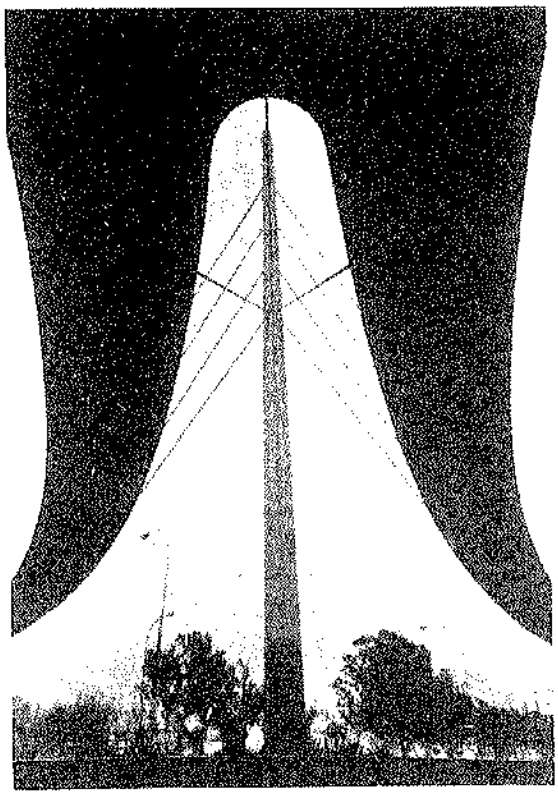


Fig. 5. La zona de bifurcación de la pasarela.

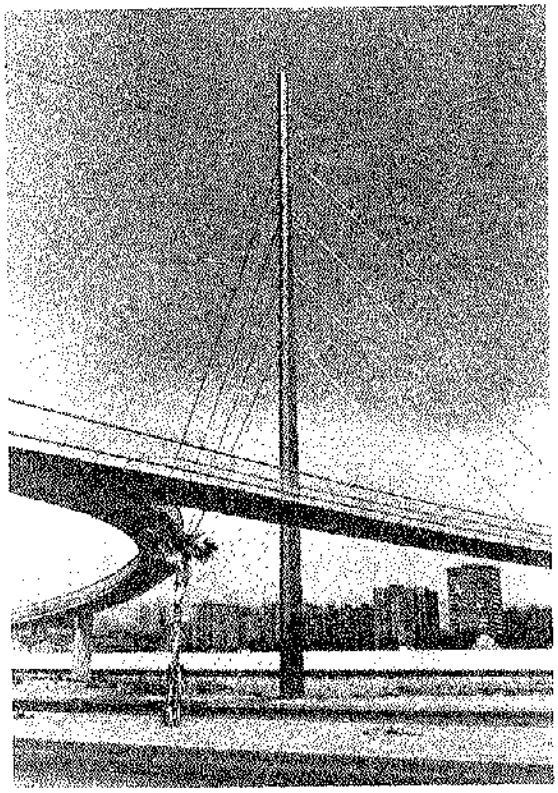


Fig. 6. La pasarela en su nuevas posición, con las vainas de los tirantes de acero inoxidable.

III. LA NUEVA SITUACION

Como hemos dicho, el nuevo lugar de la pasarela va a estar sobre el cinturón litoral, cerca del final de la calle Prim, para comunicar el parque que se va a hacer en el lado montaña de esa zona, con la franja de terreno comprendida entre el cinturón y el mar, donde se prevé instalar acuariums y otras instalaciones relacionadas con el mar.

La pasarela, en su nueva situación, tendrá pocas variaciones respecto de la original; el caracol en voladizo tendrá menos desarrollo porque tiene que salvar menos altura. La única variación significativa es el acceso al brazo principal: se ha

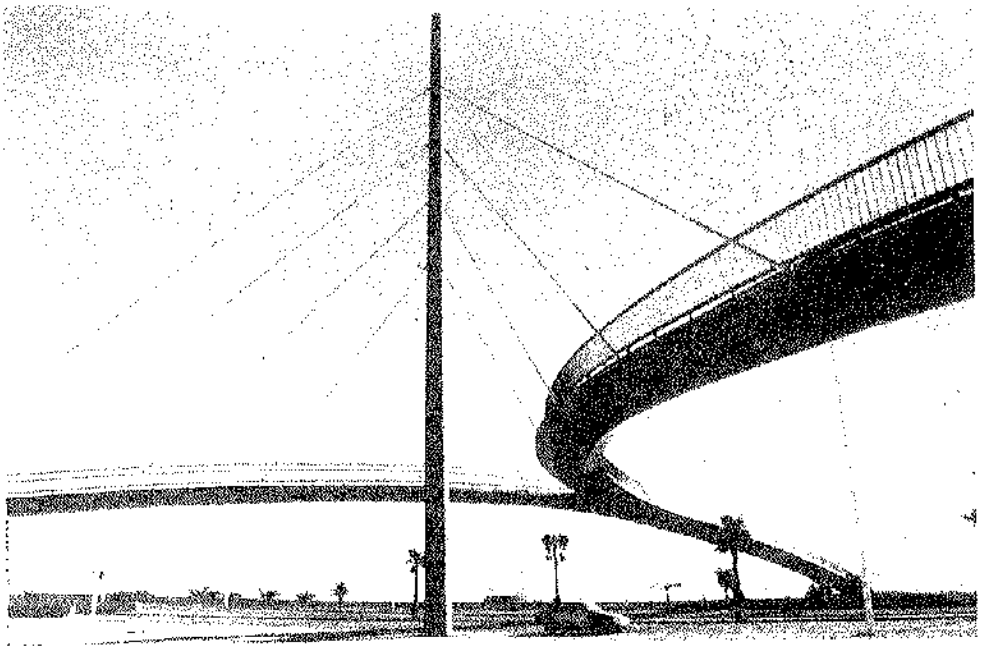


Fig. 7. Vista general de la pasarela en su nueva posición.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

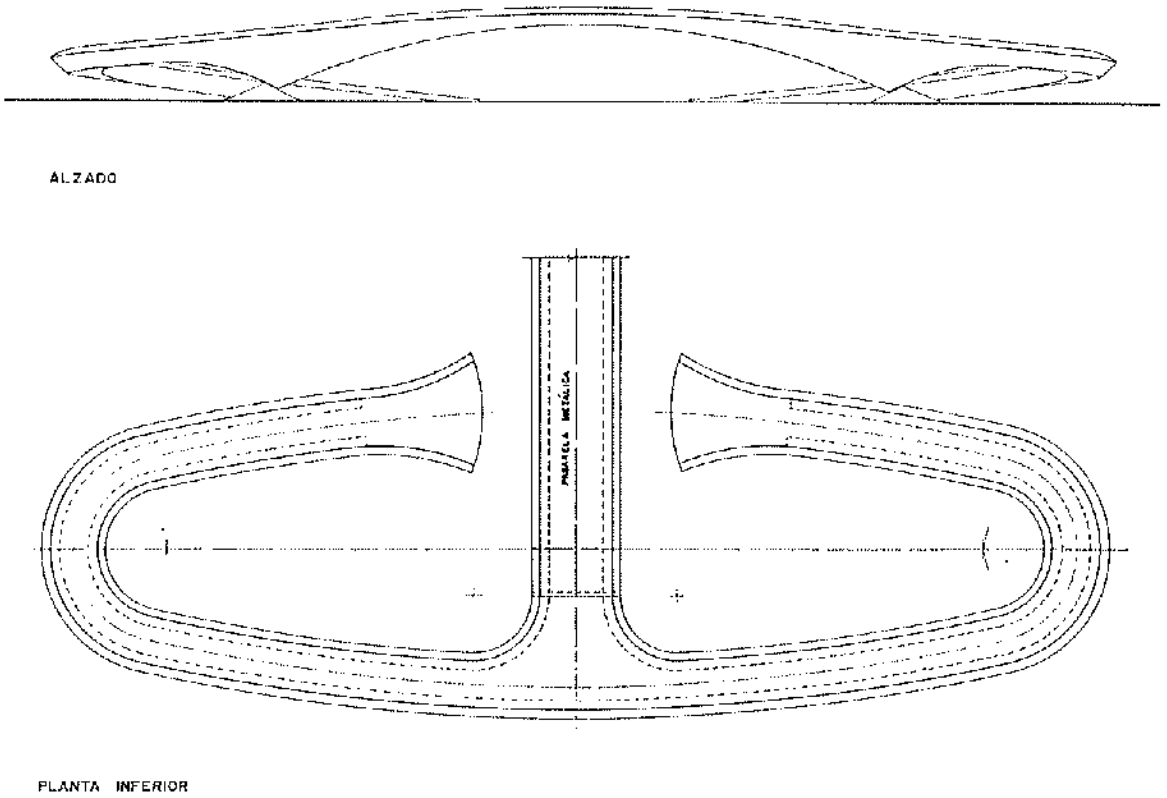


Fig. 8. Nuevo acceso al ramal principal.

buscado una solución, simétrica respecto del eje de la pasarela, que sirva a la vez de balcón hacia el mar porque está muy próximo a él; por ello, se ha desdoblado en dos ramales con forma de U, transversales al eje de la pasarela, que desembocan debajo de ella. La unión de los dos brazos altos de las U forman un arco tímpano de 26 metros de luz, en cuya clave se apoya la pasarela metálica; este arco se prolonga en los dos lados mediante semiarcos con planta curva, hasta terminar en el suelo.

IV. ESTADO DE LOS TIRANTES DE LA PASARELA INICIAL

Un tema que se ha investigado al desmontar la pasarela ha sido el estado de los cables de los tirantes, que llevaban 18 años en servicio.

Estos cables eran de alambres paralelos ϕ 7, con anclajes BBRV, y estaban alojados en vainas de P.V.C. inyectadas de cemento.

Al abrir las vainas se vio que en el borde superior de la vaina había aire en determinadas zonas, y en algunas de ellas se veían los alambres. Sin embargo, en ninguno de ellos se veía ningún efecto de corrosión; los alambres estaban perfectamente en toda su longitud.

Varias muestras de estos alambres se sometieron a ensayos de fatiga en el Laboratorio de Ciencias de Materiales, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, de Madrid.

Estos ensayos se hicieron con amplitudes variables, y en ellos se vio que estaban en buen estado, y con amplitudes grandes se comprobó que la rotura era independiente del historial de cargas que habían tenido en servicio. Todas las roturas se producían por defectos superficiales de los alambres.

De ello cabe concluir lo siguiente:

a) El sistema de vainas de P.V.C. inyectadas de cemento es una solución que sigue siendo perfectamente válida.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

b) El problema mayor del comportamiento a fatiga de los alambres eran los daños en su superficie. Por ello, ésta debe protegerse para evitar que en obra, durante el montaje, puedan arañarse. Esto obliga a usar tirantes autoprotegidos, por problemas de fatiga, no de corrosión.

RESUMEN

Se describe el proyecto de desmontaje, traslado y nuevo montaje de la pasarela atirantada de la Plaza de las Glorias Catalanas, en Barcelona, al cinturón litoral en la misma ciudad.

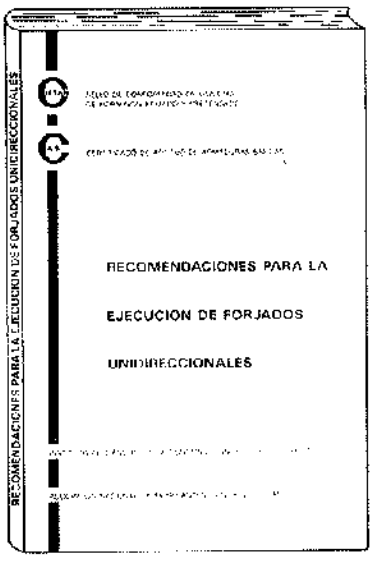
Tras una breve descripción del proyecto original se detallan las nuevas modificaciones introducidas, los detalles del traslado, así como las conclusiones sobre los ensayos de laboratorio a los que se sometieron los antiguos tirantes, tras 18 años de servicio.

SUMMARY

The project of the removal of a cable-stayed footbridge in "Plaza de las Glorias Catalanas", in Barcelona, and its new erection on the "Cinturón Litoral", in the same city, is described.

After a detailed description of the original project, some changes from the old design are described. A description of the removal process is made and some conclusions from the laboratory testing of the old stays after 18 years are reached.

* * *



Los interesados en esta publicación deberán dirigirse a:

Secretaría Sello CIETAN
Instituto de Ciencias de la Construcción
"EDUARDO TORROJA"
C/Serrano Galvache, s/n.
28033 MADRID
Tel.: (91) 302 04 40

RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES
(EDICION REVISADA)

La Asociación Nacional de Fabricantes con Sello CIETAN, en colaboración con el INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION "EDUARDO TORROJA", continuando con la labor divulgadora iniciada con la edición del libro "RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES", publica una segunda edición del mismo, revisada, adecuándola a la Normativa vigente.

El libro persigue un doble objetivo: El primero, informar y dar a conocer a los técnicos y constructores que intervienen en la realización de un forjado, las distintas soluciones constructivas idóneas de acuerdo con la vigente Normativa, según sean los diversos tipos de forjados y apoyos, desde un punto de vista eminentemente práctico, intentando paliar la escasez en España de bibliografía que lo aborde. El segundo es dar a conocer, a todos los sectores implicados en la ejecución de forjados, la existencia de productos con Sello CIETAN.

La obra ofrece un amplio y detallado compendio de soluciones constructivas, desarrolladas de forma gráfica para su mejor y más fácil interpretación. En su redacción han participado todos los sectores implicados: técnicos, fabricantes y organismos públicos y privados ligados a la construcción.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-8-33

La prefabricación en edificación. Estado del arte en España(1)

Manuel Burón Maestro
Ingeniero de Caminos
PACADAR, S.A.

La prefabricación de elementos de hormigón pretensado para la edificación se inició en España en el año 1945 con la fabricación de una vigueta, pretensada mediante alambres de 2 mm de diámetro. La longitud de la vigueta era de 3,50 m y el canto 16 cm. Desde entonces, han transcurrido 50 años. En este período se ha desarrollado, en España, una auténtica industria de prefabricados para la edificación, integrada por algo más de 2.000 empresas que constituyen un sector industrial muy activo y fuertemente competitivo. Actualmente, esta industria ofrece soluciones eficaces, económicas, de alta tecnología y calidad, que se integran habitualmente en el proceso constructivo de la edificación.

La tecnología utilizada en este sector de la prefabricación es comparable a la empleada en cualquier otro país avanzado y es capaz de satisfacer cualquier demanda del mercado.

La utilización de elementos prefabricados en la edificación es: Masiva, en elementos ligeros (viguetas para forjados, elementos de fachada...); Puntual, en elementos de tipo medio (paneles resistentes y placas de forjado para bloques de viviendas...); Incipiente, en elementos tridimensionales (bloques sanitarios, cajas de ascensores, casetas modulares...); Habitual, en elementos estructurales y de cerramiento de edificios industriales (pilares, jácenas, correas, placas de forjado, paneles de cerramiento en edificios industriales, almacenes, naves industriales...); Frecuente, en elementos estructurales para grandes superficies (centros comerciales, aparcamientos, grandes edificios de oficinas, polideportivos, edificios para equipamiento público...). Actualmente, aumenta la utilización de elementos prefabricados en la edificación de gran calidad y ésta es la tendencia que marcará el futuro de esta industria.

La natural preocupación de los fabricantes por garantizar la calidad de sus productos, permite que la industria de la prefabricación cuente con procedimientos establecidos de aseguramiento de la calidad, capaces de garantizar la eficaz colaboración de la prefabricación en la calidad total de la edificación.

Los forjados mediante placas alveoladas pretensadas son una buena solución, tanto por el buen acabado de la cara inferior, que permite dejarla vista en los techos, como por su buena resistencia al fuego y su capacidad portante, que hace innecesaria la utilización de apeos. Se han construido forjados de 10 m de luz, para sobrecarga de 2.000 kg/m^2, con placas alveoladas de 30 cm de canto (Fig. 1).

Los paneles de cerramiento, lisos o nervados, prefabricados, con dimensiones importantes, permiten reducir el número de juntas en fachada y obtener un buen ritmo de ejecución. Incorporando materiales aislantes, y con diversos tratamientos del hormigón superficial, tanto en forma como en textura y colorido, se pueden resolver fachadas muy diversas, con gran dignidad estética. Se han construido paneles, con aislante incorporado, en hormigón armado y de cara lisa, de 9 m de altura y 2,40 m de anchura; y con hormigón postesado y superficie nervada, de 16 m de altura y 2,40 m de anchura (Figs. 2 y 3).

El uso de paneles de cerramiento que además son, funcionalmente, elementos sustentantes de la estructura, actuando como muros de carga o como núcleos rígidos, es frecuente en edificios de gran diafanidad estructural (Fig. 4).

Los módulos tridimensionales se utilizan como elementos funcionales, independientes o integrados en estructuras más amplias.

La evolución de las estructuras construidas mediante elementos prefabricados, generalmente pilares armados y jácenas pretensadas, para reproducir entramados hiperestáticos de nudos rígidos, ha permitido superar los modelos isostáticos ini-

(1) Conferencia pronunciada en la Jornada Técnica sobre "Prefabricación", celebrada con motivo de la Asamblea General Ordinaria de la ATEP, el 4 de mayo de 1995.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

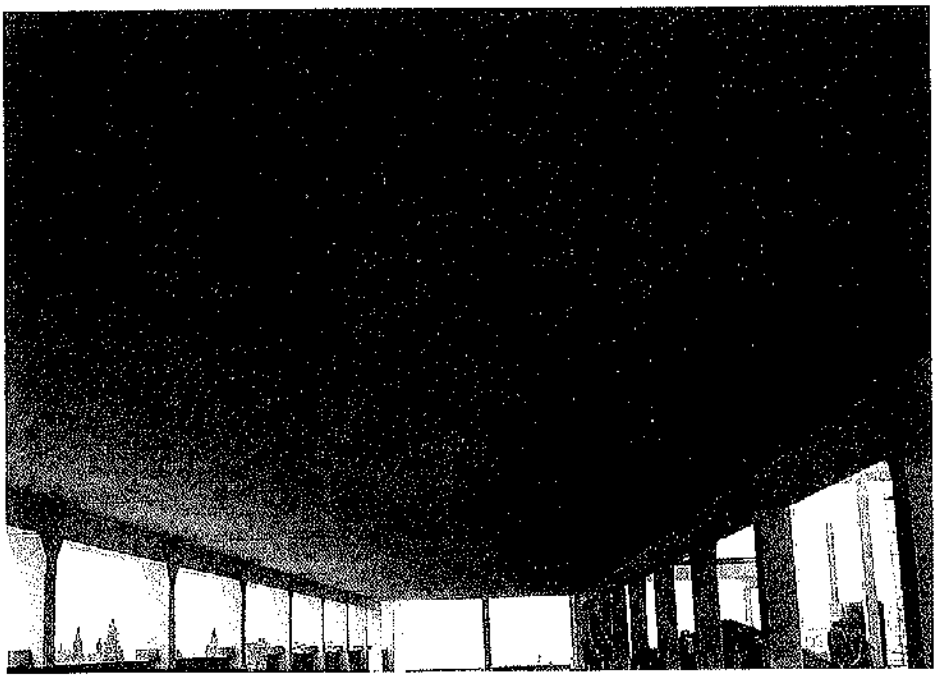


Fig. 1. Forjado prefabricado.

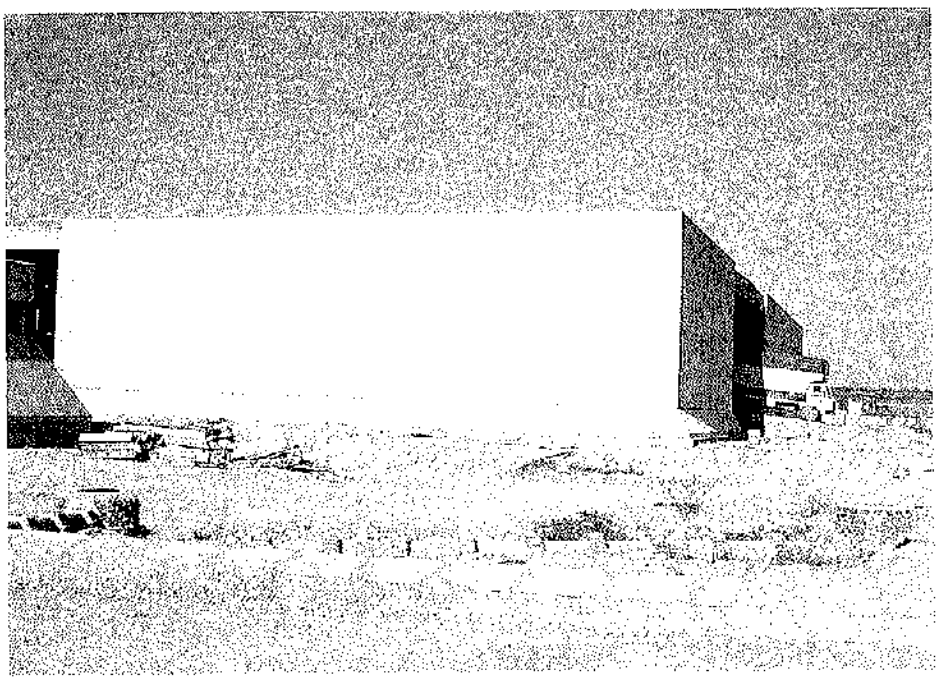


Fig. 2. Panel prefabricado de cara lisa.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

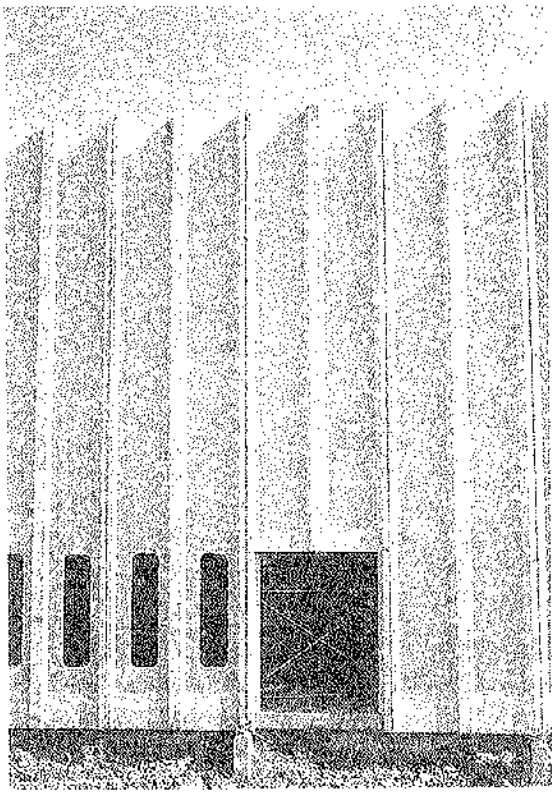


Fig. 3. Panel prefabricado de sección nervada.

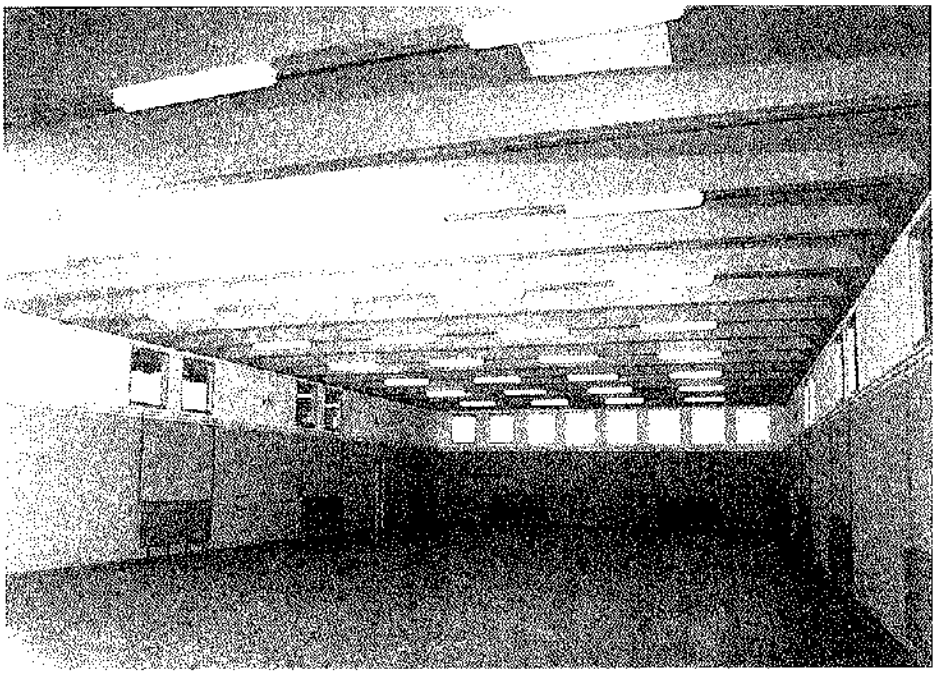


Fig. 4. Edificio prefabricado, con paneles de cerramiento estructurales.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

ciales, con pilares empotrados en la cimentación y vigas de catálogo, de modo que, actualmente, la prefabricación no se limita al uso repetitivo de un catálogo, sino que constituye un modo alternativo de construir cualquier tipo de estructura. En muchas ocasiones es el modo de construir más eficaz y competitivo, fiable en la previsión de plazos y costes, y de calidad asegurada (Fig. 5).

Las estructuras más habituales de naves industriales, con el nudo jácena-pilar articulado, se construyen con soluciones ya muy depuradas, en las que tres elementos (pilar, jácena y correa) forman el conjunto estructural, en cuya construcción se alcanzan ritmos de 2.000 m²/día (Fig. 6).

La prefabricación de pórticos se realiza, o bien mediante dos piezas, una "pilar" y la otra "viga", o bien mediante piezas en "hache", formadas por dos pilares y la viga que los une. En ambos casos, las juntas entre elementos prefabricados se resuelven de modo sencillo, materializando articulaciones o nudos rígidos, de acuerdo con el tipo de estructura que se construya (Fig. 7).

La precisión que se alcanza en la fabricación de las piezas que se han de unir y en el montaje de elementos prefabricados es muy alta, de modo que facilita la utilización del sistema más adecuado a la unión que se pretende realizar. Uniones mediante soldadura de elementos metálicos, mediante elementos roscados, mediante armaduras alojadas en vainas rellenas de "grout" (mortero de cemento de altísima resistencia, arena silícea y aditivos para evitar la retracción durante el proceso de fraguado), mediante armaduras postesadas, son de uso habitual (Fig. 8).

Combinando entramados de nudos articulados con elementos prefabricados tipo pantalla que constituyen núcleos estructuralmente rígidos, se construyen estructuras intraslacionales que permiten mantener los valores de longitud de pandeo de los pilares en la distancia entre forjados y evitar que las acciones horizontales sometan a aquellos a esfuerzos importantes. De esta manera la sección de los pilares puede ser muy reducida (Fig. 9).

La materialización de nudos rígidos entre jácena y pilar mediante disposición de armaduras y hormigonado simultáneo a la ejecución de la capa de compresión, es el sistema habitual de realizar estructuras reticuladas de varias plantas en altura, translacionales, similares a las que se construyen "in situ", pero evitando apeos y tiempos perdidos en espera del fraguado y endurecimiento del hormigón, para realizar la retirada de los apeos. La prefabricación permite, en estos casos, reducir notablemente el plazo de la obra, no solamente el plazo de ejecución de la estructura sino también el plazo total de aquella, por anticipar el comienzo de otras actividades. La construcción de estas estructuras alcanza ritmos de 1.000 m²/día.(Fig. 10).

La capa de compresión de los forjados tiene una gran importancia en las estructuras prefabricadas, sirviendo de nexo de unión entre los diversos elementos que forman una planta y dotando a las vigas de la sección compuesta sobre la que

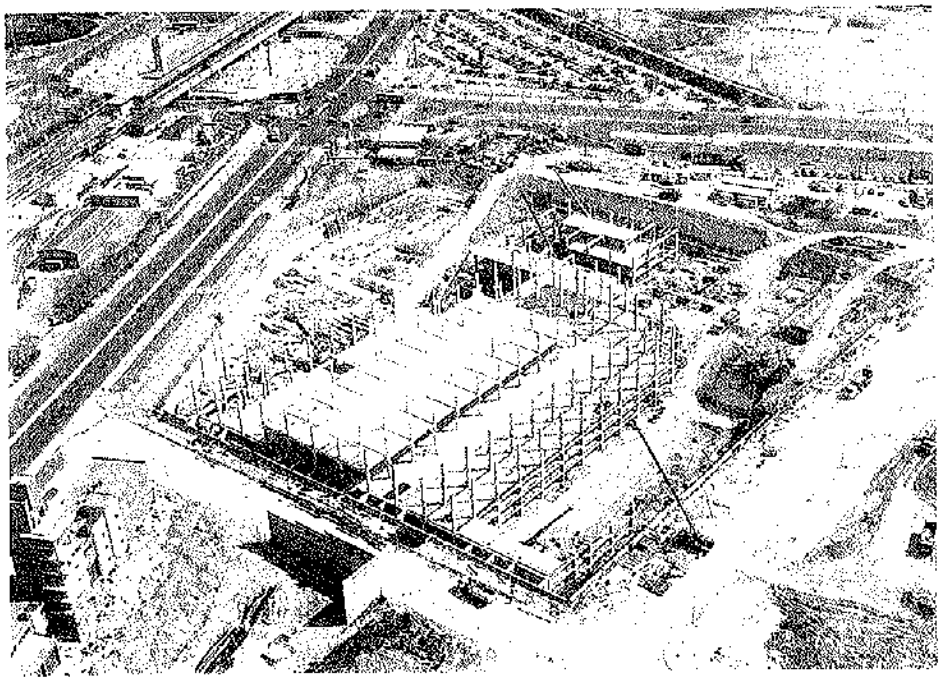


Fig. 5. Construcción prefabricada de grandes dimensiones.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

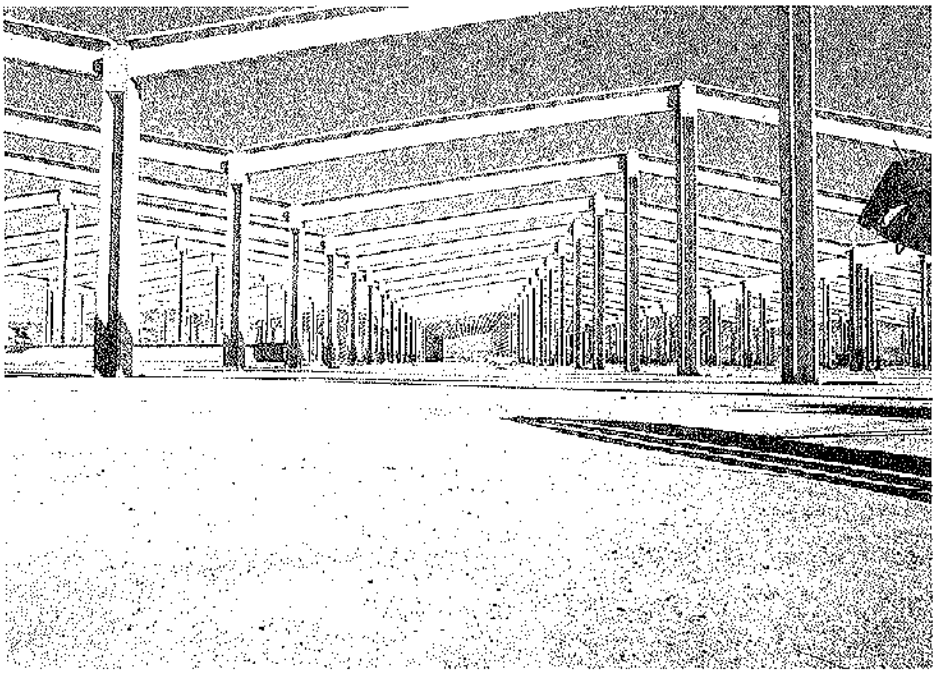


Fig. 6. Nave industrial prefabricada.

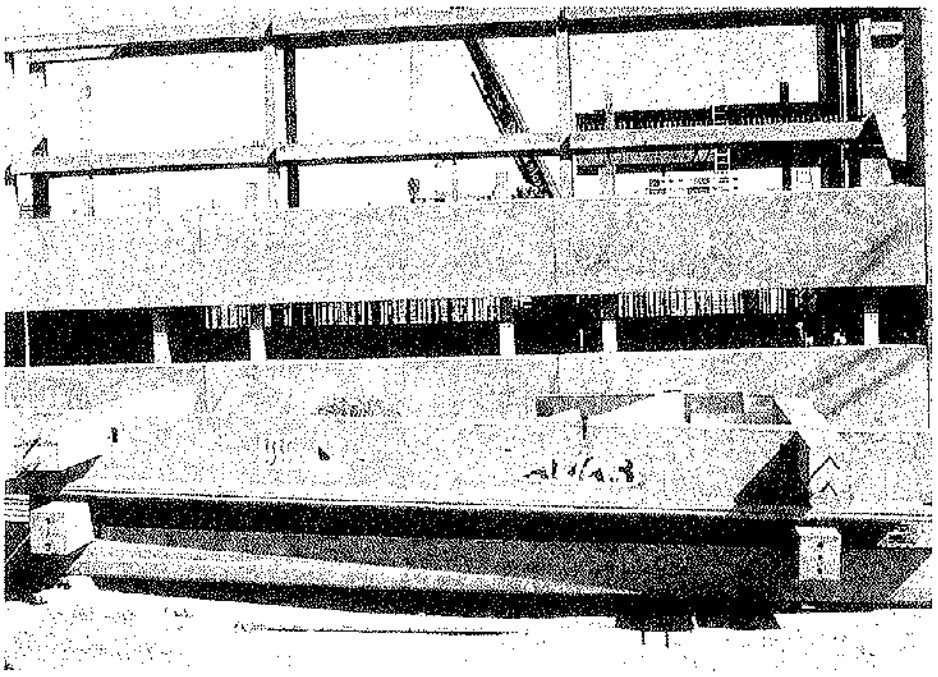


Fig. 7. Pórticos prefabricados.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Fig. 8. Pilares de fachada, prefabricados, con unión cada dos plantas.

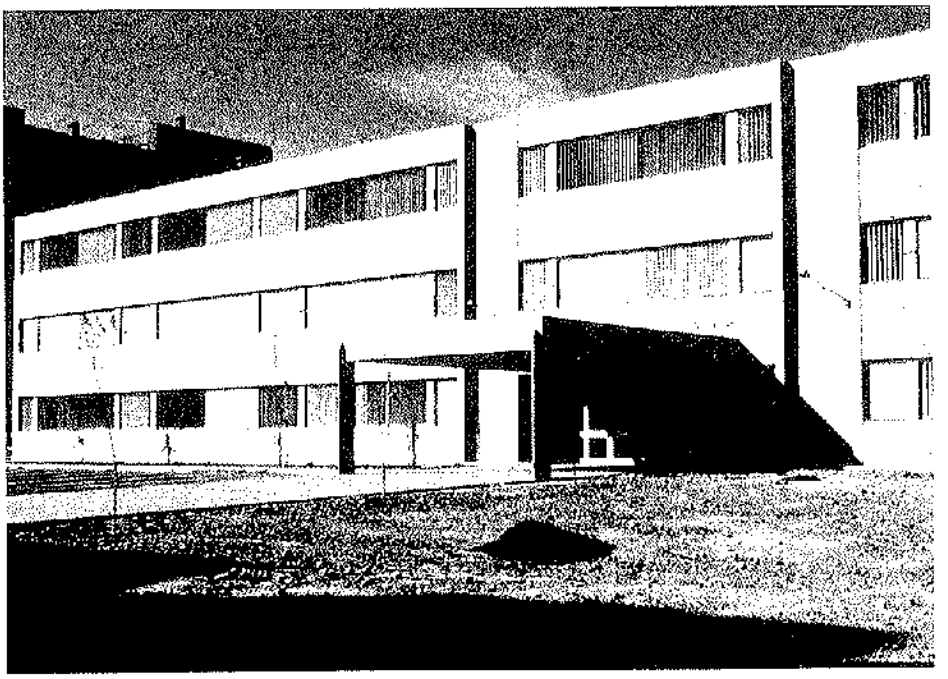


Fig. 9. Edificio prefabricado, con pórticos y pantallas como núcleos rígidos.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

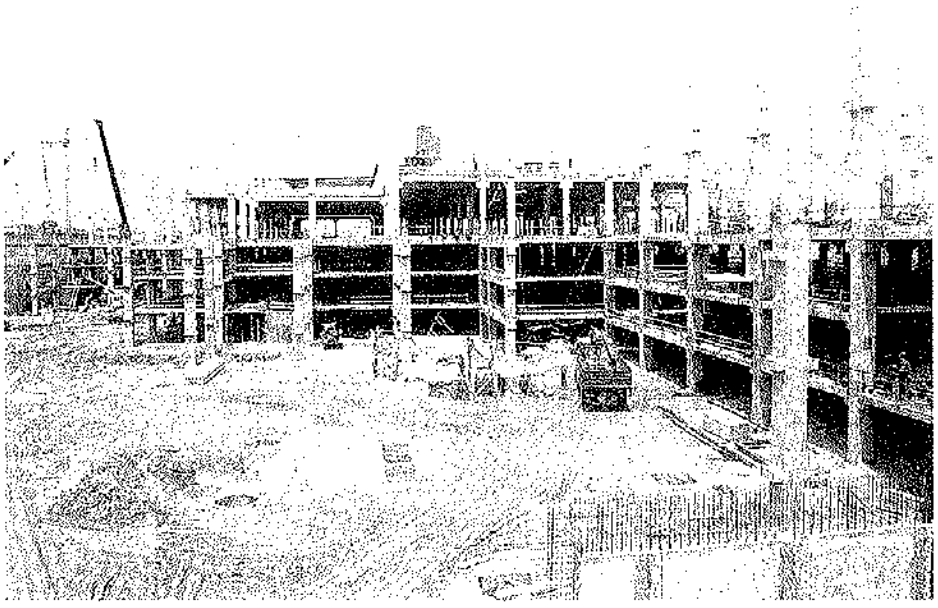


Fig. 10. Edificio prefabricado, con estructura de nudos rígidos.

actuarán las acciones de servicio.

Por último, es preciso relacionar una serie de obras que, por su carácter, no están encuadradas claramente en el sector de la edificación ni en el de las obras públicas y en las que la utilización de la prefabricación es frecuente. Son, en general, obras de equipamiento urbano tales como: Estadios, Graderíos, Plazas de Toros, Pasarelas para peatones, Amueblamiento Urbano, Muros de contención de tierras, etc. (Figs. 11, 12, 13 y 14).

Las realizaciones mostradas a lo largo de esta exposición indican la elevada capacidad que actualmente tiene la industria de la prefabricación en España.

El apoyo de todos ustedes, Proyectistas, Constructores y Administración, permitirá que la industria de la prefabricación se siga desarrollando con capacidad para participar, activa y eficazmente, en la actividad de construir, obteniendo, cada día, una mejor calidad.

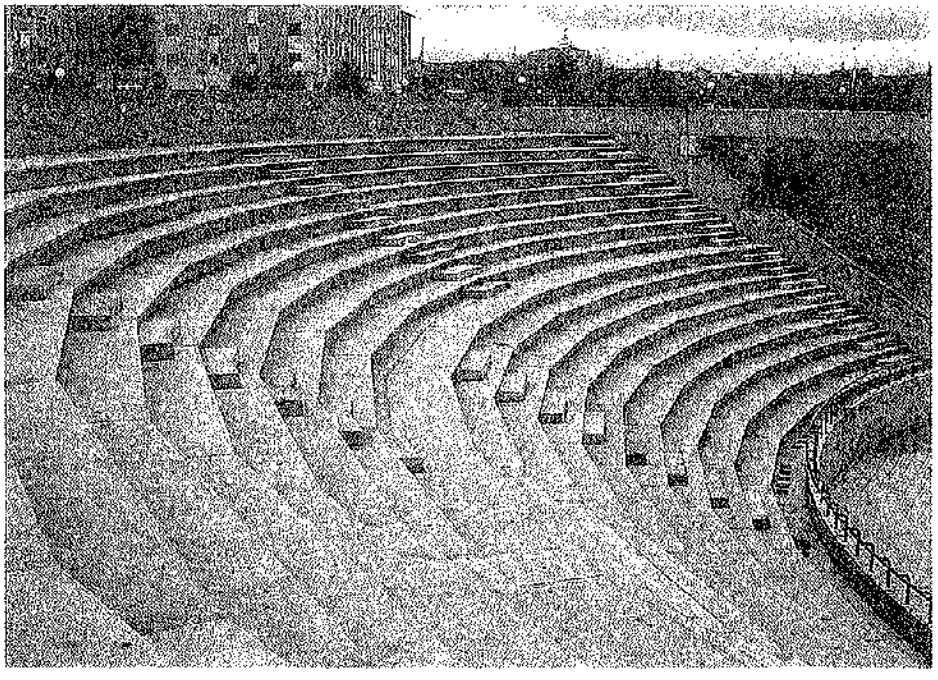


Fig. 11. Graderío prefabricado.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

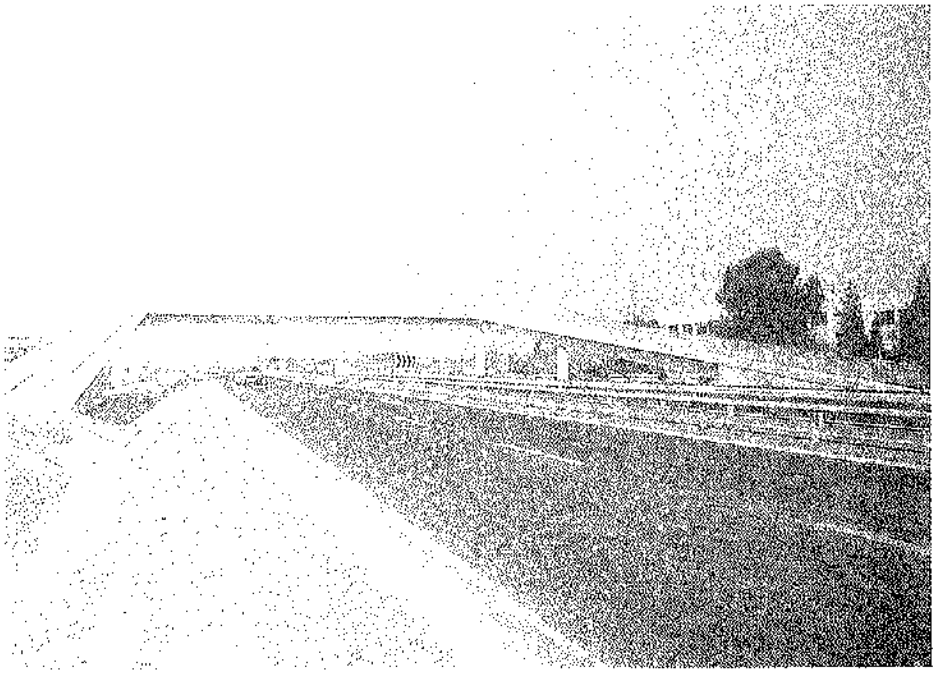


Fig. 12. Pasarela de peatones, prefabricada.

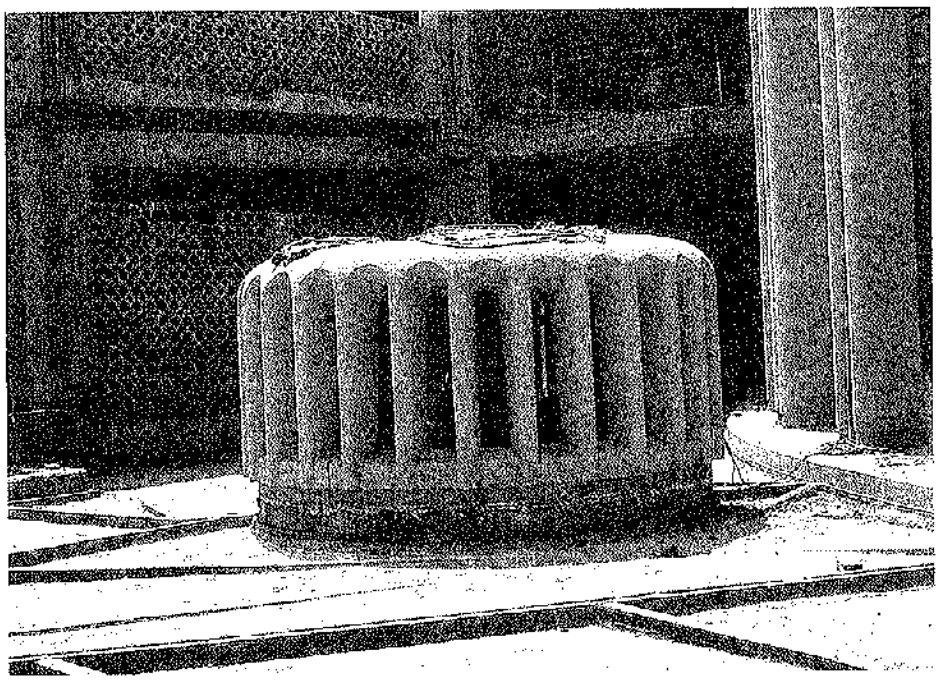


Fig. 13. Mueble prefabricado, para huecos de ventilación.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

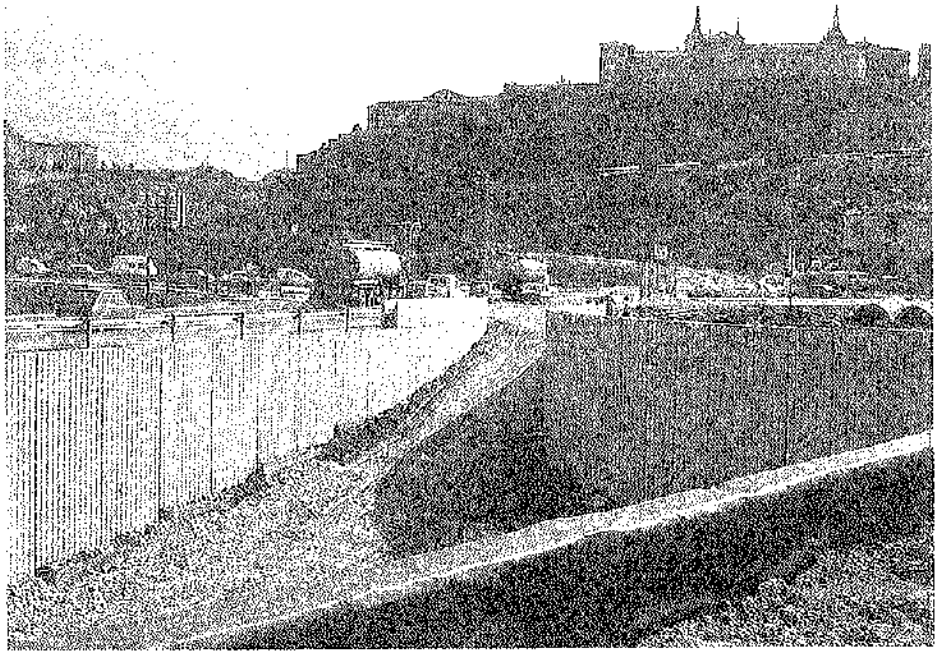


Fig. 14. Muros prefabricados.

RESUMEN

La prefabricación de elementos de hormigón pretensado para la edificación, se inició en España en el año 1945, es decir, hace 50 años. Actualmente, la industria de la prefabricación ofrece soluciones eficaces, económicas, de alta tecnología y calidad, que se integran habitualmente en el proceso constructivo de la edificación.

La utilización de elementos prefabricados en la edificación de gran calidad es la tendencia que marcará el futuro de esta industria.

La industria de la prefabricación cuenta con procedimientos establecidos de aseguramiento de la calidad, capaces de garantizar la eficaz colaboración de la prefabricación en la calidad total de la edificación.

Actualmente, la prefabricación no se limita al uso repetitivo de un catálogo, sino que constituye un modo alternativo de construir cualquier tipo de estructura. En muchas ocasiones, el modo de construir más eficaz y competitivo, fiable en la previsión de plazos y costes y de calidad asegurada.

La materialización de nudos rígidos entre jácena y pilar, mediante disposición de armaduras y hormigonado simultáneo a la ejecución de la capa de compresión, es el sistema habitual de realizar estructuras reticuladas de varias plantas en altura, translacionales, similares a las que se construyen "in situ", pero evitando apeos y tiempos perdidos, en espera del fraguado y endurecimiento del hormigón, para realizar la retirada de los apeos. La prefabricación permite, en estos casos, reducir notablemente el plazo de la obra, no solamente el plazo de ejecución de la estructura, sino también el plazo total de aquélla, por anticipar el comienzo de otras actividades. La construcción de estas estructuras alcanza ritmos de 1.000 m²/día.

SUMMARY

50 years ago (in 1945) the first prestress concrete precast member for buildings was made in Spain. Nowadays, the precast industry offers economy, high-technology, quality and proper solutions for building.

Therefore, precast members used in high-quality buildings will be the future of the precast industry.

Many security procedures have been settle by the precast industry in order to guarantee the efficient contribution of the precast in the total quality of buildings.

Actually, the use of precast members is not only the use of a catalogue but it is also an alternative way for building any kind of structures. In many cases, this is the more efficient and competitive way for building, based on the terms, price and quality previsions fulfilment.

The method for building multi-storey unbraced frames with columns and beams monolithically joined through reinforcing bars and concrete placed "in situ" at the same time than the concrete required to complete the precast floor slabs, is a quick system, avoiding propping and wasted time in waiting for the concrete to be hardened. In this cases, precast allows reducing the building term, not only the construction of the structure but also the complete procedure, while it anticipates the begining of others activities. This structures construction can reach a 1.000 m²/day rate.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

JORNADAS sobre TECNICAS DEL HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO EN CENTRALES NUCLEARES

EDITADO POR:

asociación técnica española del pretensado

Precio del ejemplar: 3.000 ptas.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

591-8-34

La prefabricación en obras civiles. Estado del arte en España(1)

José Luis Lleyda Dionis
Ingeniero de Caminos
Director Técnico de ALVI, S.A.

PANORAMICA GENERAL

Una mera revisión de la actual panorámica de la construcción española permite afirmar que la prefabricación de elementos de hormigón está presente en las diferentes actividades de Obra Civil, imprimiendo sus características peculiares en el desarrollo y evolución de estructuras resistentes, elementos de protección, ornamentales, etc.

Sin embargo, esta presencia reviste una clara heterogeneidad en cuanto a su frecuencia o intensidad de utilización, pudiendo constatarse que en muchas áreas la prefabricación tiene un peso económico relativamente escaso. Así, en Obras Hidráulicas, Puertos Marítimos y Túneles, la importancia de la prefabricación no es relevante aunque no faltan ejemplos de su intervención que, no obstante, no suponen, en la mayoría de los casos, grandes innovaciones tecnológicas:

- Pasarelas de coronación y de torre de toma en Presas.
- Acequias y acueductos con secciones de agua de hasta 6 u 8 m² y luces de 20 ó 30 m (Foto 1).
- Tuberías de presión de gran diámetro, pretensadas.
- Revestimiento de canales.
- Paneles para la ejecución de las paredes laterales de grandes depósitos de agua.
- Estructuras de muelles y pantalanes.
- Tetrápodos y otros tipos de bloques para la construcción de diques.
- Paneles de revestimiento interior de túneles.

En Carreteras y Ferrocarriles, se ha desarrollado una gama de productos que hoy día resultan imprescindibles y que no se conciben fuera de la técnica del prefabricado, casi en exclusividad:

- Traviesas de ferrocarril.
- Paneles fonoabsorbentes para barreras antirruido.
- Postes de electrificación.
- Piezas en arco para falsos túneles.
- Losas transversales para la ampliación de anchura de puentes antiguos (Foto 2).
- Marcos para pasos inferiores.
- Obras Monumentales (Foto 3).
- Etc.

Pero donde la prefabricación ha adquirido importancia indudable es en la construcción de Puentes, tanto de carretera como de ferrocarril, en los que interviene en todos sus elementos, tanto en infraestructura como superestructura:

- Pilotes de cimentación.
- Estribos y muros de acompañamiento.
- Pilas.
- Vigas y losas del tablero.
- Barreras, impostas, aceras, barandillas, etc.

DOS ENFOQUES DIFERENTES

En función del emplazamiento de la factoría, existen 2 maneras diferentes de desarrollar esta forma de construcción, aunque en esencia sean muy similares.

Por un lado, la prefabricación en obra que consiste, básicamente, en instalar la fábrica en la propia obra, en emplazamiento muy próximo al definitivo de las piezas, incluyendo moldes, estación de hormigonado, bancos de pretensado, maquina-

(1) Conferencia pronunciada en la Jornada Técnica sobre "Prefabricación", celebrada con motivo de la Asamblea General Ordinaria de la ATEP, el 4 de mayo de 1995.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Foto 1. Preparación del transporte de una viga para un acueducto en Calanda (Teruel). Longitud: 25 m. Sección ≈ 6 m².

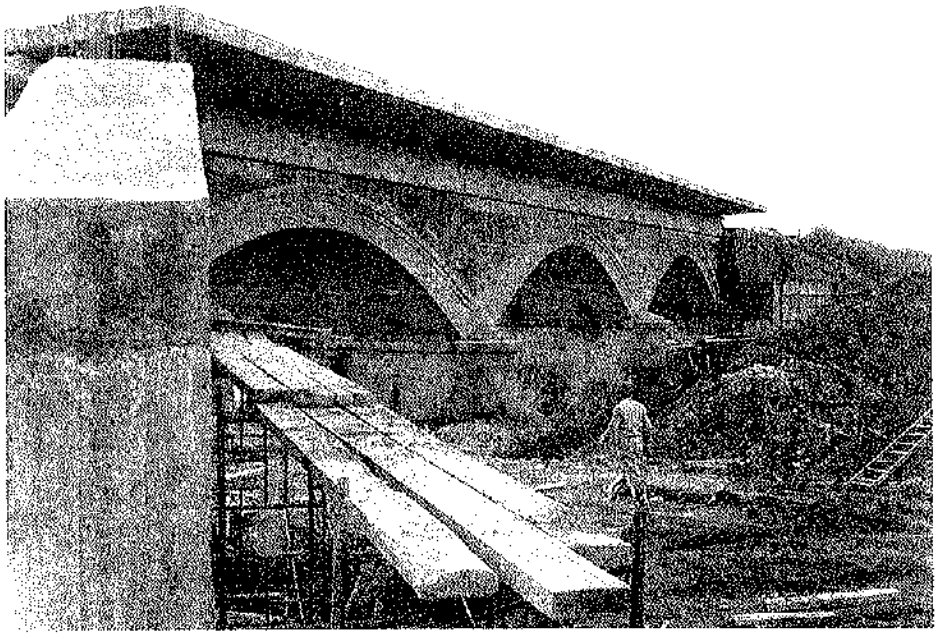


Foto 2. Ampliación de la plataforma de un puente antiguo con losas prefabricadas de hormigón armado.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

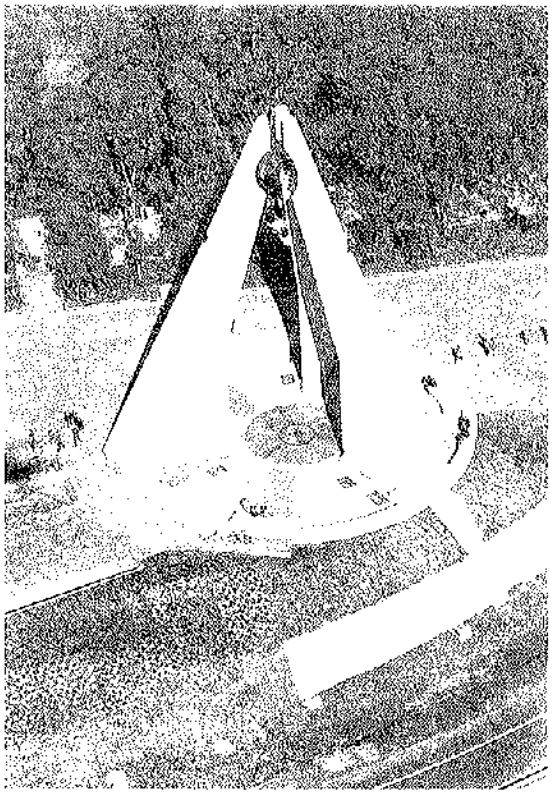


Foto 3. Monumento a la batalla de Talavera: 3 piezas de hormigón de color rosa de 26 m de altura y 200 t de peso cada una.

ria de manipulación, etc. De esta forma se fabrican piezas en las que el peso y el tamaño no son limitativos ya que no van a ser transportadas por vías públicas. Se suelen mover con grandes carros sobre railes y se montan con costosas estructuras lanzadoras. Así se han construido en otros países viaductos de varios kilómetros de longitud, a base de piezas de 30 a 60 m de longitud, con la sección total del tablero ≈ 12 m de anchura, con 2 a 5 m de canto, losa superior incluida, y pesos, en ocasiones, próximos a las 1.000 toneladas. En esta técnica, aunque en una escala menos mastodóntica, podemos incluir los puentes realizados en España estos últimos años a base de dovelas conjugadas, de 2 a 3 m de longitud, montadas por avance en voladizo (Foto 4).

La otra forma de prefabricación es la realizada en factoría fija, y es en esta manera de construir en la que España se sitúa en cabeza, situación a la que ha llegado tras recorrer un largo camino de experiencias, marcando hitos a lo largo de muchos años, desarrollando los productos que los medios de transporte y montaje de cada momento le han permitido. Los siguientes ejemplos dan idea de esta evolución:

En 1951 Francisco Fernández Conde fabrica las primeras vigas de hormigón pretensado para un tablero de puente, en San Sebastián, con tecnología de Freyssinet.

En 1973 (¡hace más de 20 años!) se fabrican ya vigas pretensadas con sección transversal en forma de artesa, para conseguir secciones cerradas de gran rigidez torsional. En la misma época, se transportan vigas doble T de 2 m de canto y 40 m de longitud, todo ello con destino a la autopista Vasco-Aragonesa (Foto 5).

En 1982 se construye el viaducto del Huerna, en la Autopista Campomanes-León, proyecto de la oficina de Carlos Fernández Casado, con 13 tramos de 40 m de luz y pilas totalmente prefabricadas, que permiten alcanzar una altura, desde la rasante hasta el terreno, próxima a los 40 m (Foto 6).

En 1987 se construye el Puente de Alcoy, puente atirantado con luces de 132 y 108 m, ejecutado a base de dovelas elaboradas en factoría, vigas doble T y otras piezas prefabricadas, expo-

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

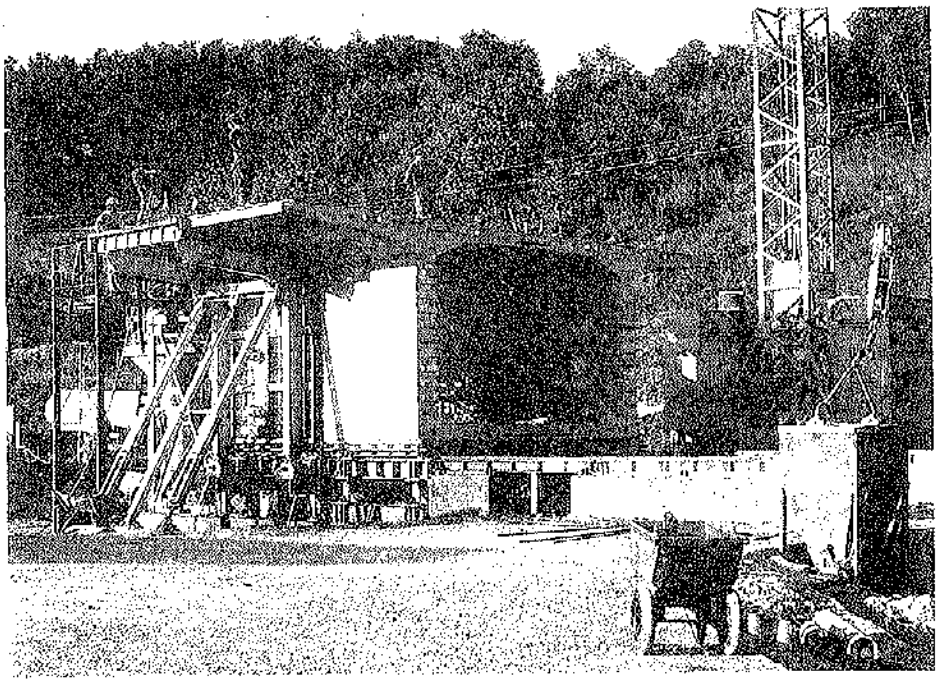


Foto 4. Prefabricación en obra de dovelas conjugadas para puente continuo monocelular. El Proyecto y la Asistencia Técnica a obra ha estado a cargo de D. Santiago Pérez Fadón. La técnica utilizada admite variación de canto y directriz curva con pretensado interior o exterior.

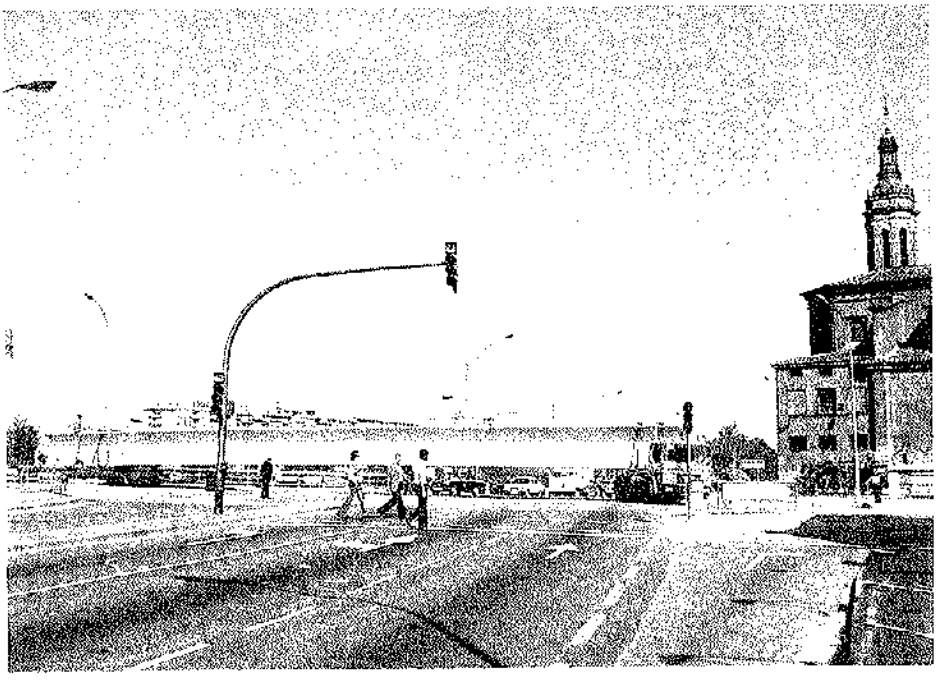


Foto 5. Transporte de vigas de 2 m de canto y 40 m de longitud con destino a un puente sobre el río Ebro, ejecutado en 1973.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

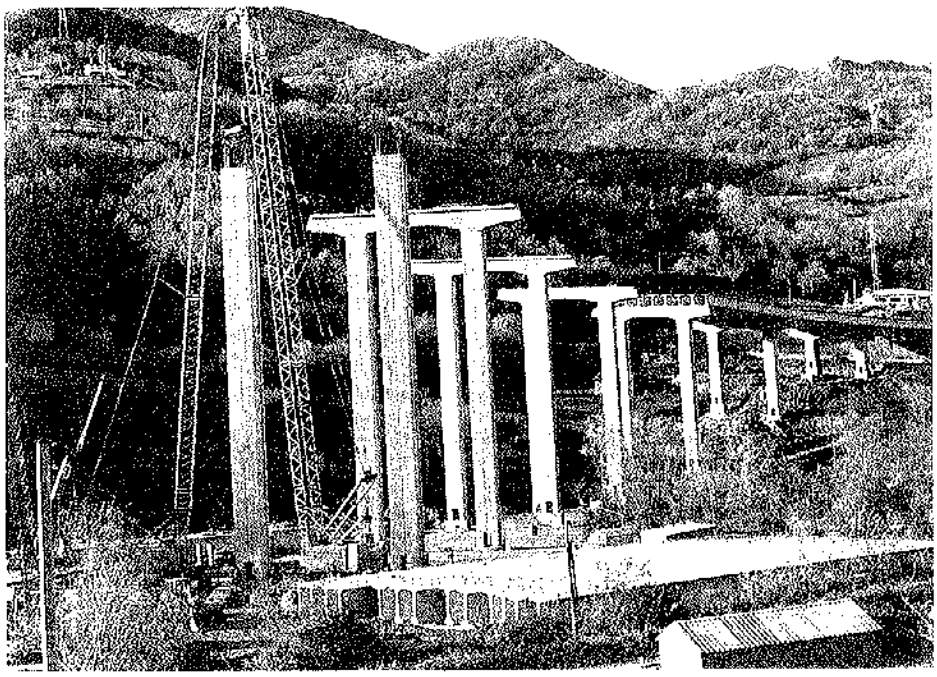


Foto 6. Viaducto del Huerna en la autopista Campomanes-León. Altura rasante sobre el terreno: ≈ 40 m. Pilas totalmente prefabricadas.

nente de la incorporación de la industria prefabricadora a esta tipología de vanguardia (Foto 7). Proyecto de José Antonio Fernández Ordóñez y Julio Martínez Calzón.

En 1990 se transportan y montan las vigas del puente de los Tres Ojos, sobre la Autopista M-30 de Madrid, con sobrecarga de ferrocarril, luz central de 50 m, sección hueca de canto variable entre 2,60 m y 3,40 m, y 180 t de peso (Foto 8).

MOMENTO ACTUAL EN LA PREFABRICACION DE PUENTES

Llegamos así a la actualidad, en la que la prefabricación soluciona la construcción rápida de pilas de más de 50 m de altura, puentes atirantados de 300 m de luz, y puentes de tramo recto, de tablero continuo hiperestático, con luces mayores de 60 m, con pretensado interior o exterior (Foto 9) y canto constante o variable, parabólico o acartelado.

Todo ello se ha conseguido mediante una industria muy activa que ha ido desarrollando unos medios de fabricación y manipulación cada vez más potentes, preparada para producir hormigones de alta resistencia, y que dispone de vehículos especiales para cargas útiles muy superiores a 100 t y grúas automóvil, con pluma hidráulica o celosía, indistintamente, capaces de mover cargas cercanas a las 1.000 t (Foto 10).

Nos encontramos en el momento actual de nuestra tecnología con una capacidad de producción del orden de 200.000 m^3/año de hormigón

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

prefabricado (aunque la producción real actual sea muy inferior, en consonancia con las circunstancias del mercado) con una variedad de productos, en lo que a puentes se refiere, que podemos esquematizar en la siguiente relación:

- Vigas pretensadas, con sección en doble T o artesa, con longitudes en el entorno de los 50 m, pesos de 100 t y cantos inferiores a 2,50 m (Fotos 11 y 12).
- Pasarelas de variada tipología, con sección en cajón cerrada o abierta, directriz recta o en curva vertical, colgadas, etc. (Fotos 13, 14, 15, 16).
- Muros-estribo, con soluciones diferentes: durmientes sobre terraplén, pila-estribo, piezas ancladas al terreno mediante tirantes de acero o de plástico, paneles adosados de la altura completa, etc.
- Pilas con altura H ≈ 50 m y sección hueca, con fustes fabricados de una sola pieza (para H ≤ 25 m), o en varias piezas que se ensamblan, y con dinteles que se montan sobre los fustes prefabricados o in situ (Fotos 17, 18, 19, 20).
- Puentes atirantados, de luces próximas a los 300 m, totalmente prefabricados con elementos de hormigón armado y pretensado de envergadura fácilmente transportable, que permiten un manejo sencillo para su ensamble y consecución de la obra terminada, de resultado espectacular (Foto 21).
- Utilización de pretensado exterior para la continuidad del tablero (Foto 22).
- Pasos superiores de autovía o autopistas, de 3 vanos, con tablero continuo monocelular, de canto variable, con directiz parabólica, con el tablero formado por 3 piezas sección artesa de ≈ 5,00 m de anchura, empalmadas mediante barras o cordones pretensados, sobre las que se disponen, completando la sección, las placas semielaboradas que forman la plataforma del tablero (Fotos 23, 24 y 25).
- Viaductos de tipología similar a la de los pasos superiores, con tableros continuos formados por tramos de 50-60 m de luz y canto constante o variable (Fotos 26, 27, 28). En estos casos, para no sobrepasar el peso permitido en las piezas que se han de transportar, la luz total se divide en elementos de menor longitud, que serán unidos en obra y que requieren medios especiales para mantener su estabilidad durante la ejecución del tablero. Con vigas-artesa de 5,00 m de ancho se solucionan tableros de puente con anchuras de hasta 13,00 m, lo que resuelve la mayor parte de los tableros de carretera con dos carriles. Para anchuras mayores de tablero, se suele disponer doble viga separada, o soluciones a base de varias vigas con sección especial que, una vez montadas, ofrecen el aspecto de viga-cajón única.

EL CAMINO HACIA EL FUTURO

Con estas soluciones, la prefabricación en factoría ha pasado, de actuar en la gama de puentes isostáticos, con luces de ≈ 40 m, a resolver pasos y viaductos hiperestáticos, con luces próximas a 70 m, o grandes obrass atirantadas de 300 m de luz. Ello lleva consigo la realización de estudios de detalle y cálculos complicados, en los que se analizan con precisión los efectos de la fluencia, retracción, temperatura, etc., en estructuras evolutivas, con elementos hormigonados en fechas muy diferentes. Estas nuevas posibilidades de una prefabricación más avanzada y compleja, se abren a colaborar con los especialistas españoles en el proyecto de puentes, para aunar la imaginación que el ingeniero imprime a sus soluciones, con las ventajas que puede aportar la prefabricación en cuanto a rapidez, control de ejecución, precio, garantía de costo fijo, etc.

En esta relación proyectista-prefabricación, no es necesario llegar a la prefabricación total, aunque en muchos casos resulte ésta la solución idónea. Se debe utilizar la prefabricación en aquellas partes de la obra en las que resulte adecuada, prefabricando lo que sea económicamente interesante, que podrá ser diferente de unas obras a otras: muros, pilas, dinteles, tableros, impostas, etc. Esta colaboración podrá proporcionar, indudablemente, la concepción de una obra equilibrada, correcta y más ventajosa para la propiedad.

La utilización de hormigones de muy alta resistencia, la simbiosis entre elementos de hormigón, metálicos y plásticos, la incorporación de nuevas técnicas y modernas tipologías, y sobre todo, la decisión de las personas que tripulan el mundo de la ingeniería y la prefabricación, pueden conducirnos, en un futuro próximo, a la consecución de grandes obras en las que se haya conseguido, con la rapidez que proporciona la industria prefabricante, salvar luces, alturas y formas que en la actualidad están reservadas a la ejecución in situ (reduciendo plazos de construcción y eliminando la incertidumbre en el precio final). Viaductos con pilas de 100 m de altura, tramos rectos de 150 m de luz, puentes-arco, acuerdos horizontales o verticales de directriz curva, etc., podrán ser construidos con una técnica que permitirá pasar, de la fase de cimentación a la de puesta en servicio, en plazos de muy pocos meses, a precios competitivos.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

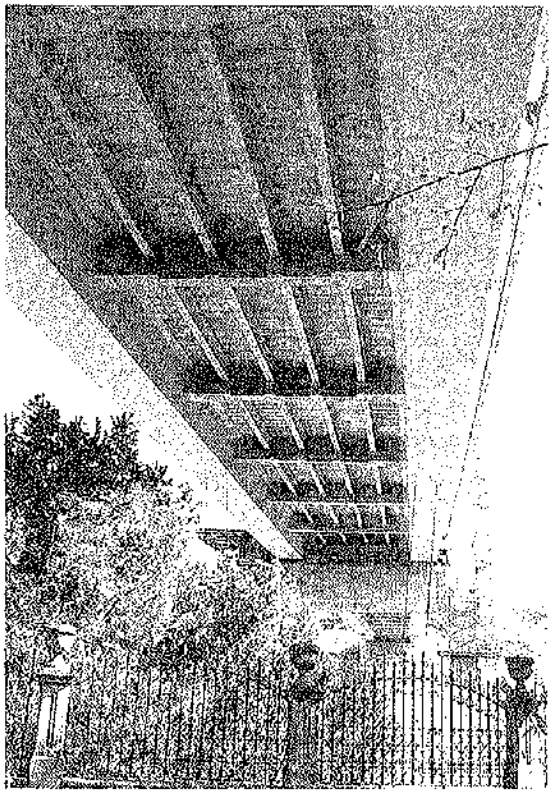


Foto 7. Puente de Alcoy. Tecnología de puente atirantado con el tablero ejecutado totalmente con piezas prefabricadas.

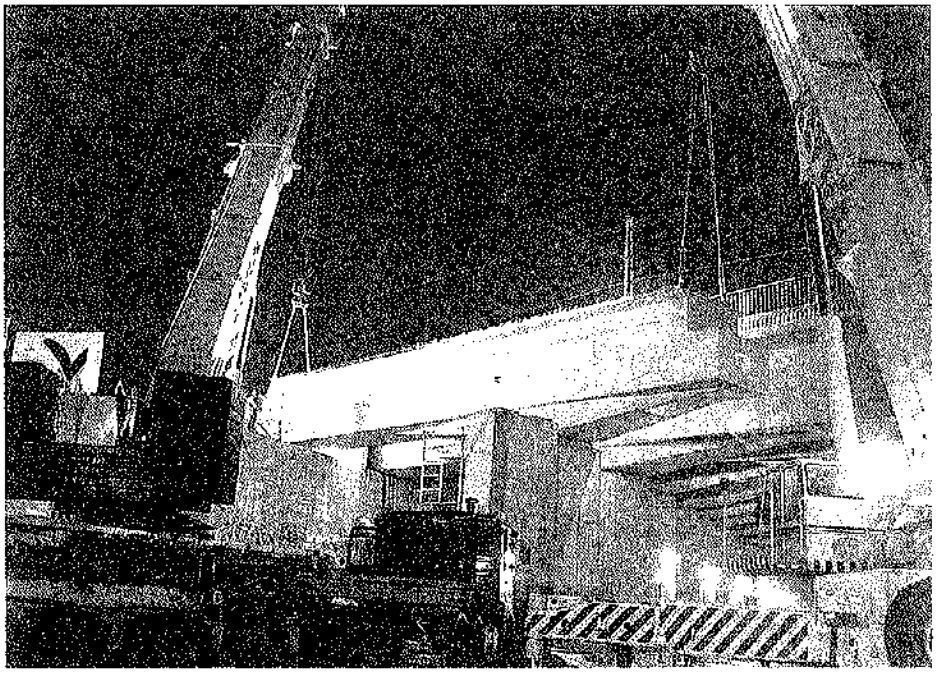


Foto 8. Montaje nocturno de las vigas laterales del Puente de los tres ojos en la M-30 de Madrid. Luz central: 50 m.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

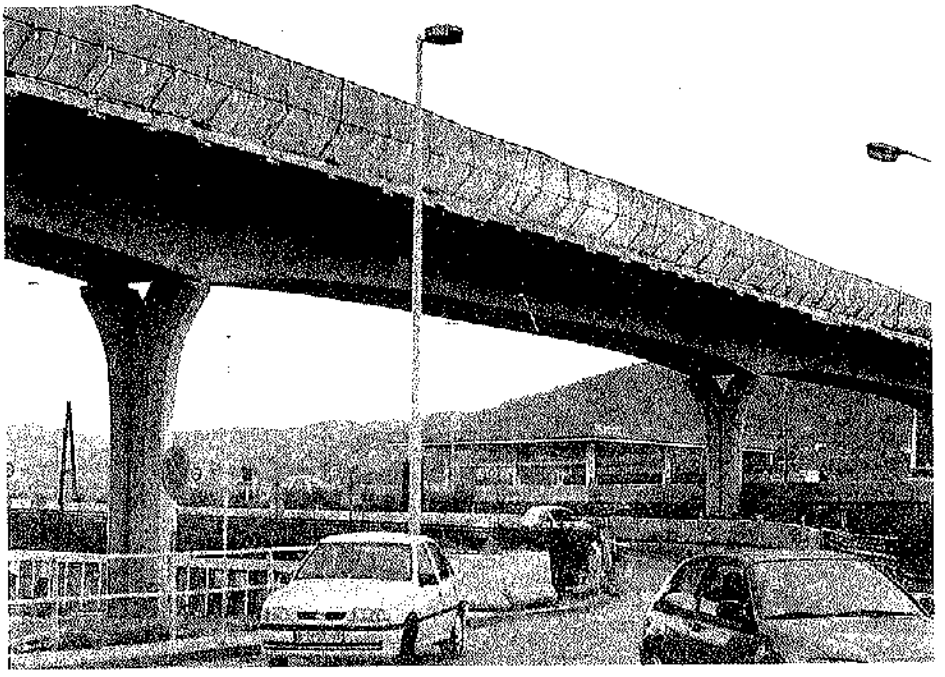


Foto 9. Paso sobre autopista A-7 en Molins de Rey (Barcelona). Luces: 18,50 - 43,50 - 41,00 - 15,00 m. Prefabricación total de pilas, viga artesa y prelosas del tablero con ancho de 12,00 m.

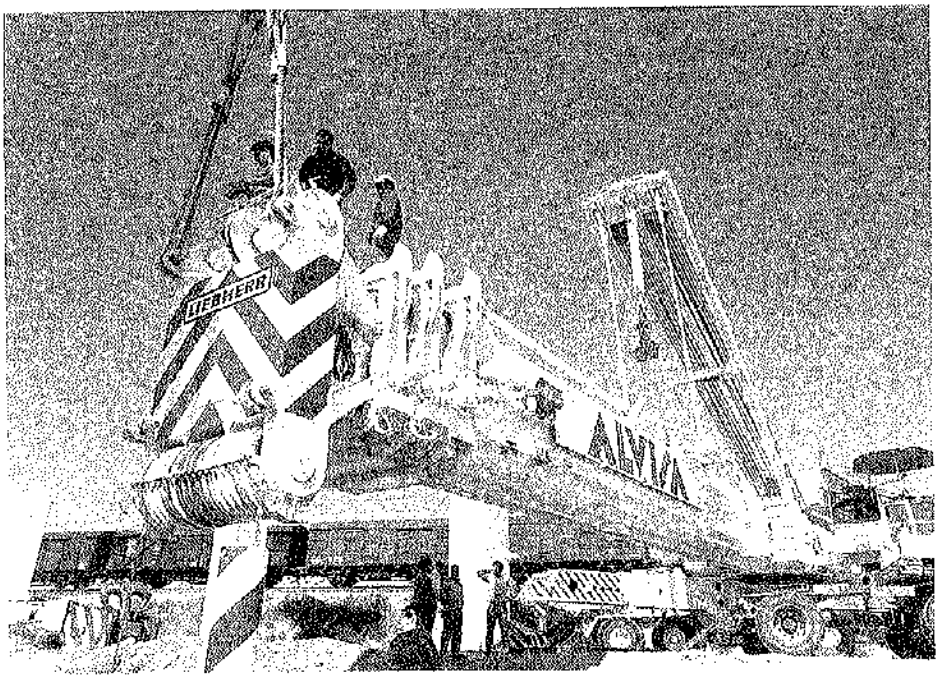


Foto 10. Grúa automóvil de 800 t de capacidad de carga.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

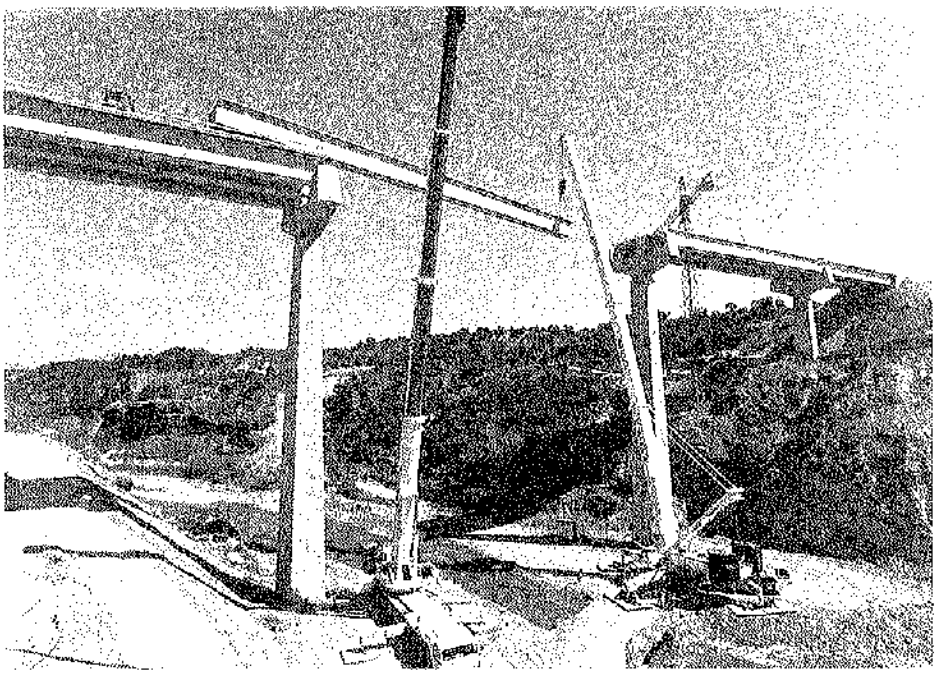


Foto 11. Puente sobre el río Alcanadre (Huesca). Vigas-artesa de 51 m de longitud. Montaje a 50 m de altura con autogrúas de 800 t y 400 t de capacidad.

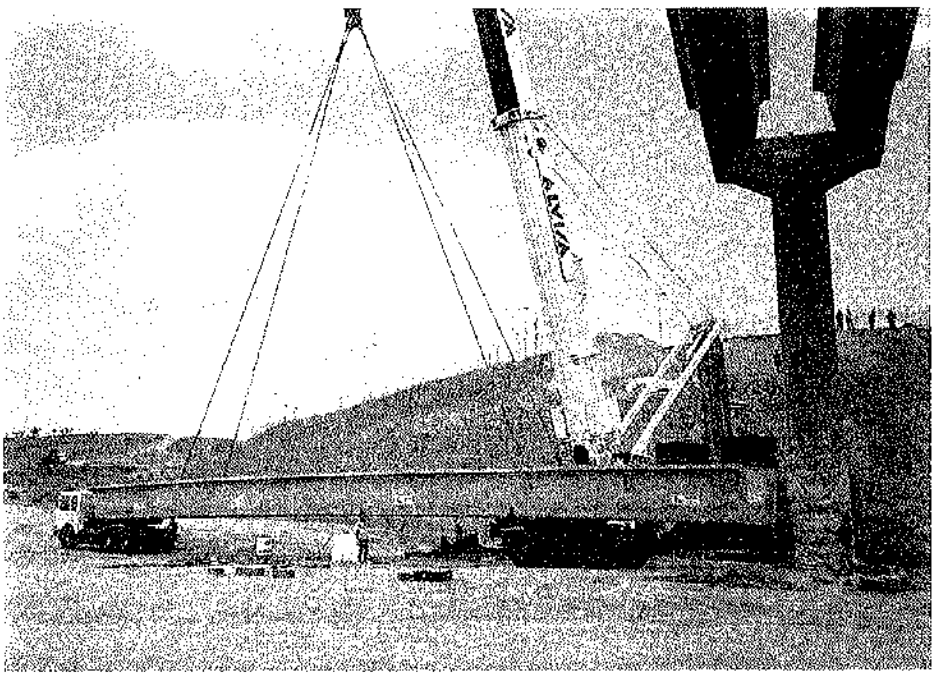


Foto 12. Puente de acceso a los Recintos Feriales de Madrid. Vigas-artesa de L ≤ 39 m. Pilas prefabricadas.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

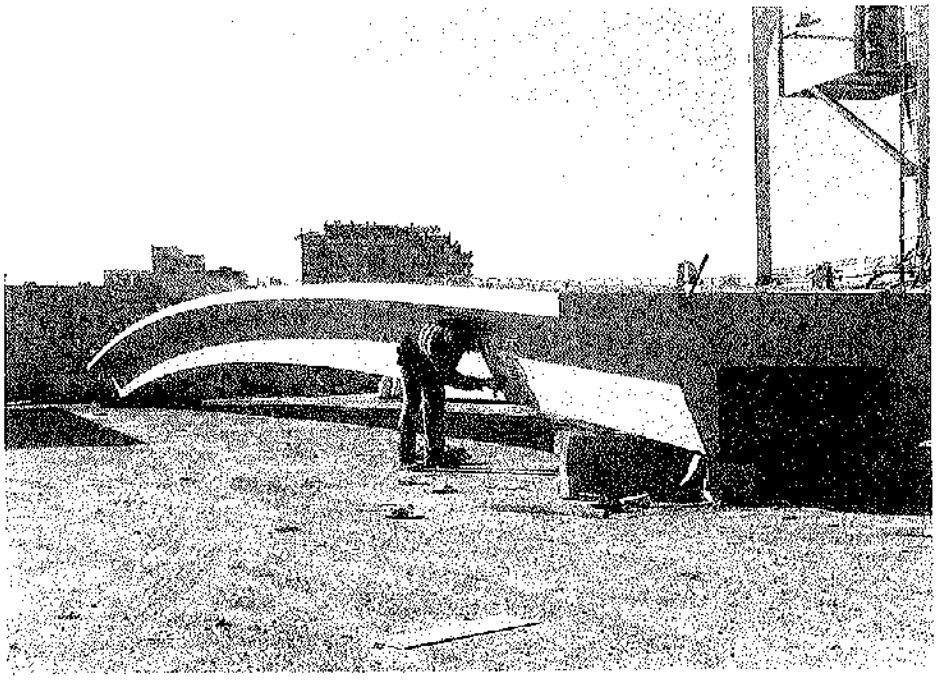


Foto 13. Viga-cajón cerrada y directriz curva para pasarela peatonal en Zaragoza. Longitud de la viga: 34,36 m.

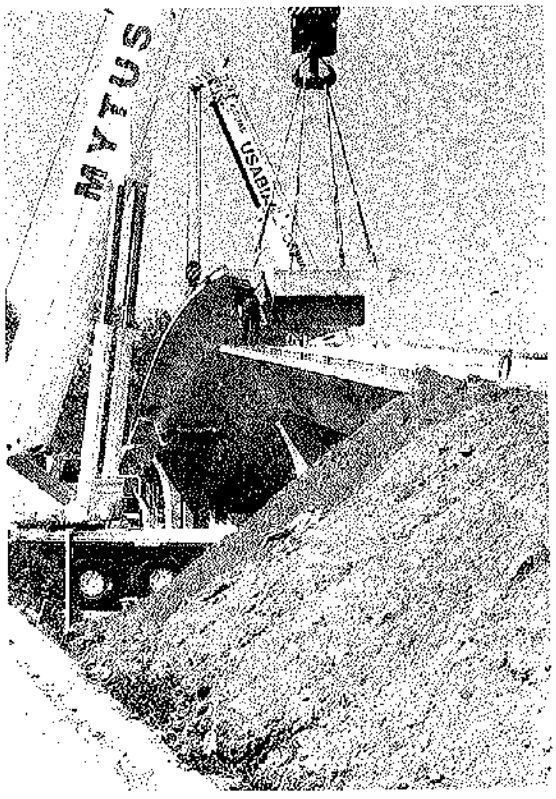


Foto 14. Vista del montaje de una pasarela con directriz curva. Luz del vano principal: 46 m.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

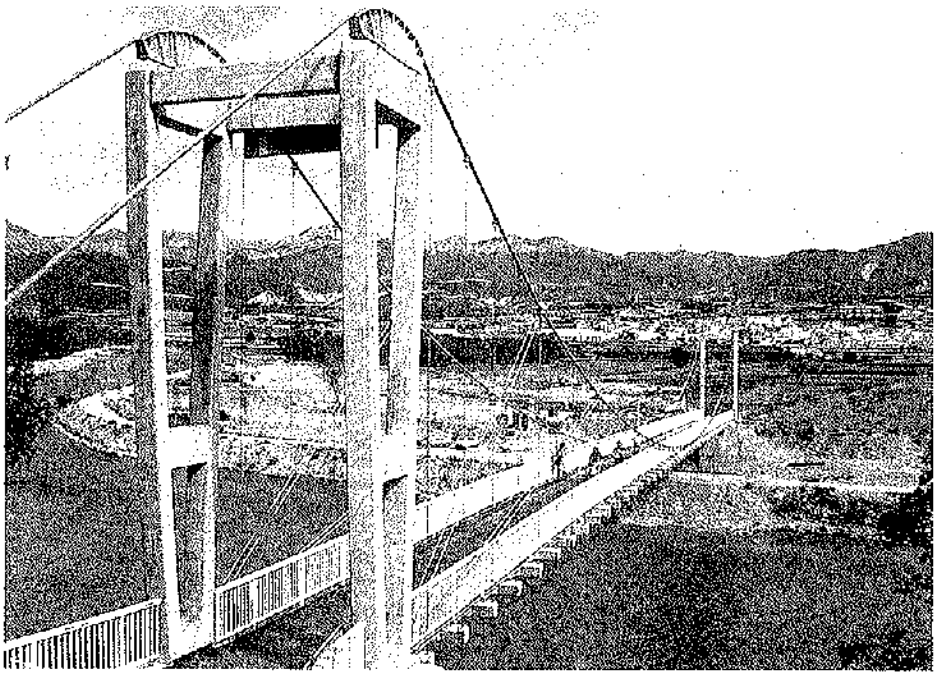


Foto 15. Pasarela de Peramola sobre el río Segre: Luz de 102 m, para tráfico ligero. Es uno de los cinco puentes construidos con análoga tecnología, mediante losas prefabricadas, uno de los cuales, con 80 m de luz, está calculado para el tráfico de carretera de la Instrucción española. El proyecto ha sido desarrollado por la Oficina de Proyectos "Carlos Fernández Casado, S.A.".

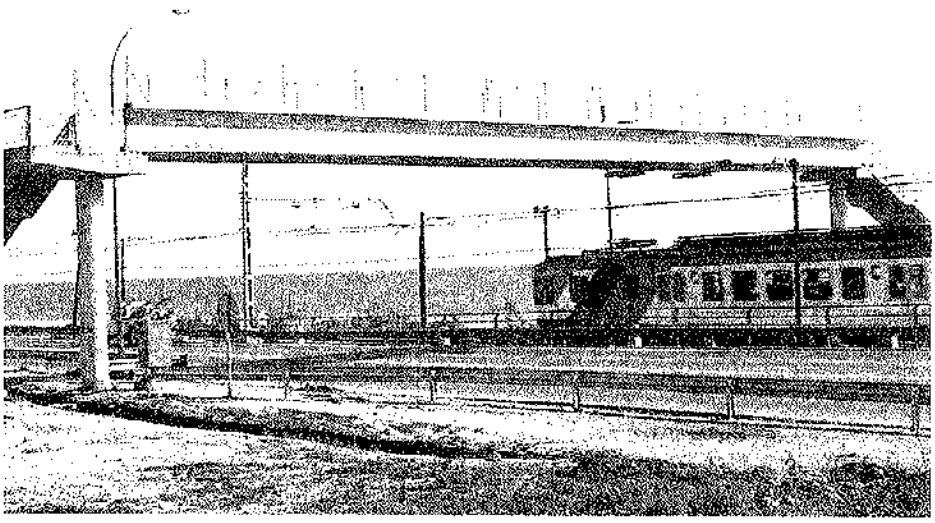


Foto 16. Pasarela con tramo principal formado por viga artesa abierta. Con esta tipología, de la que existen realizaciones con luces cercanas a 40 m, se consigue menor altura de los tramos de acceso al estar la cota de la rasante del tráfico peatonal sobre la losa inferior de la viga artesa.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

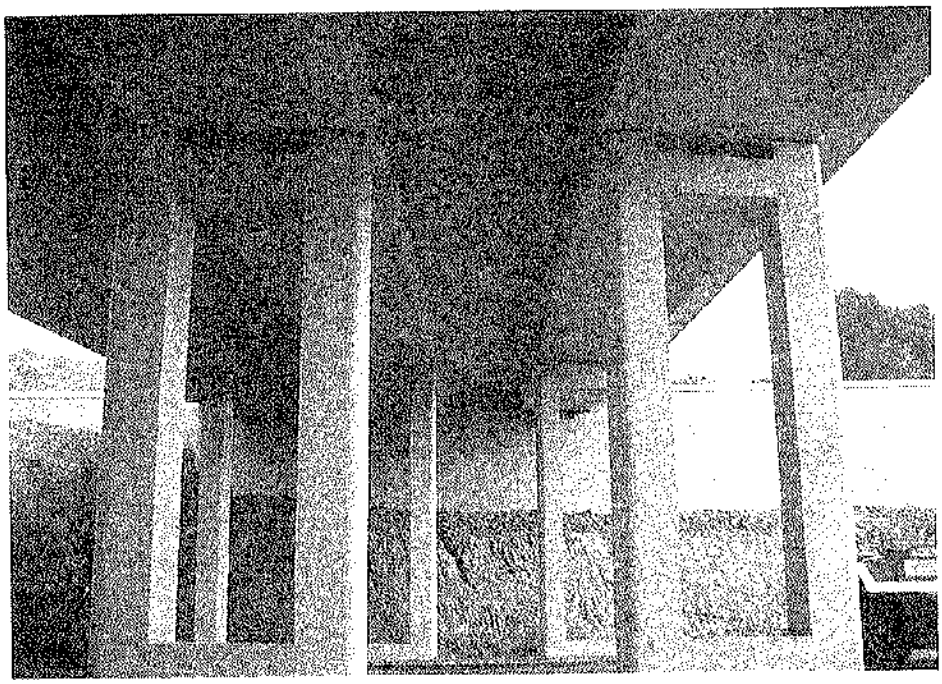


Foto 17. Pilas prefabricadas en paso superior. El diseño y las superficies consiguen un efecto estético muy agradable.

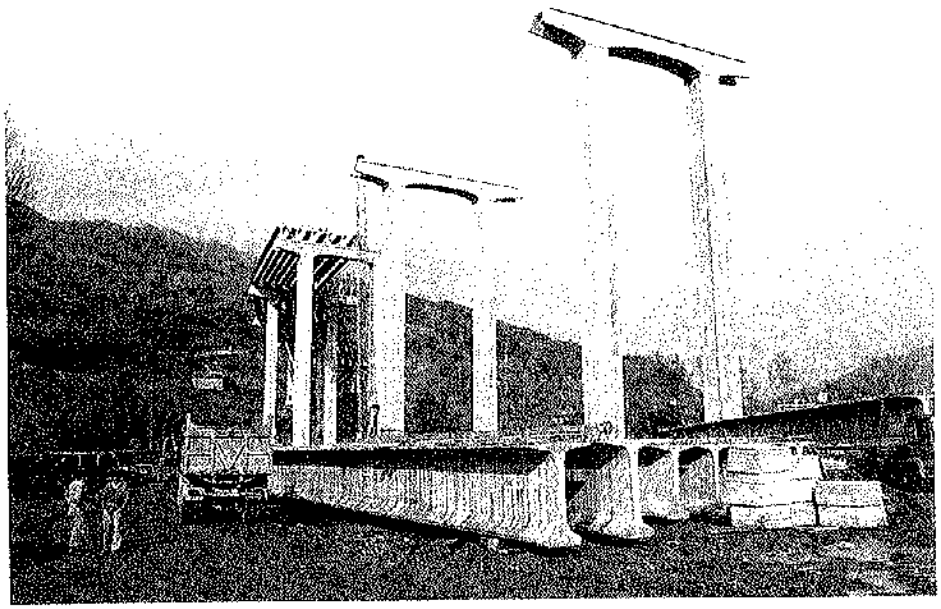


Foto 18. Pilas del viaducto de Huerna, prefabricadas en 1982. El tablero está formado por 13 tramos de 40 m de luz y 22 m de anchura.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

Foto 19. Pila prefabricada de 45 m de altura en el viaducto de Montoro (Córdoba).

Foto 20. Aspecto del viaducto de Montoro durante el montaje de una de sus pilas prefabricadas.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

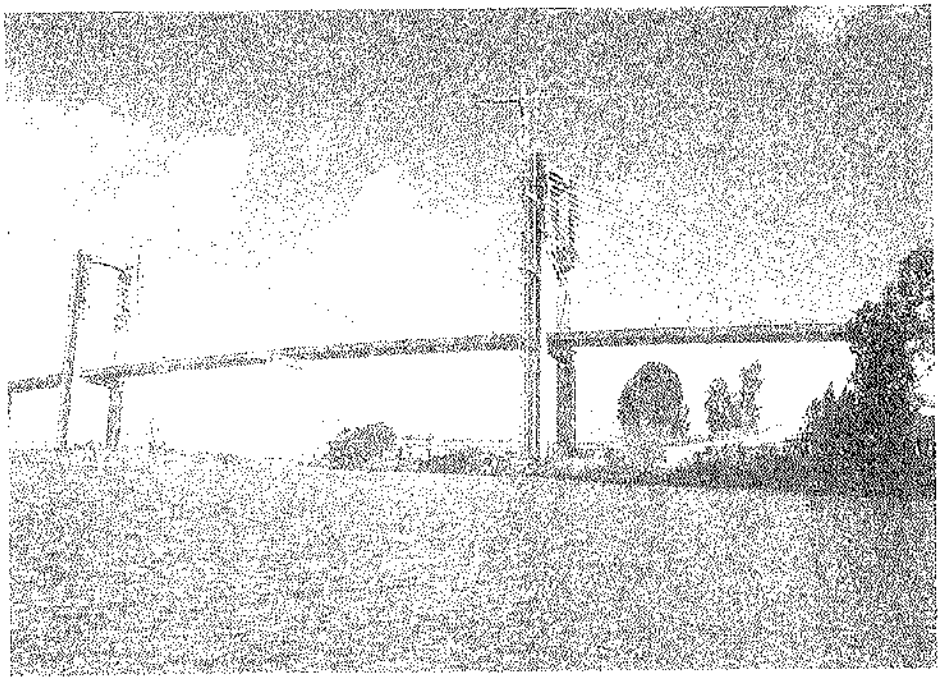


Foto 21. Puente del Centenario en Sevilla. Puente atirantado con luz central de 264 m. Tablero constituido totalmente con piezas prefabricadas: (Dovelas conjugadas, riostras, vigas longitudinales y prelosas que forman un artesanado de singular armonía). Proyecto de José Antonio Fernández Ordóñez, Julio Martínez Calzón y Francisco Millanes.

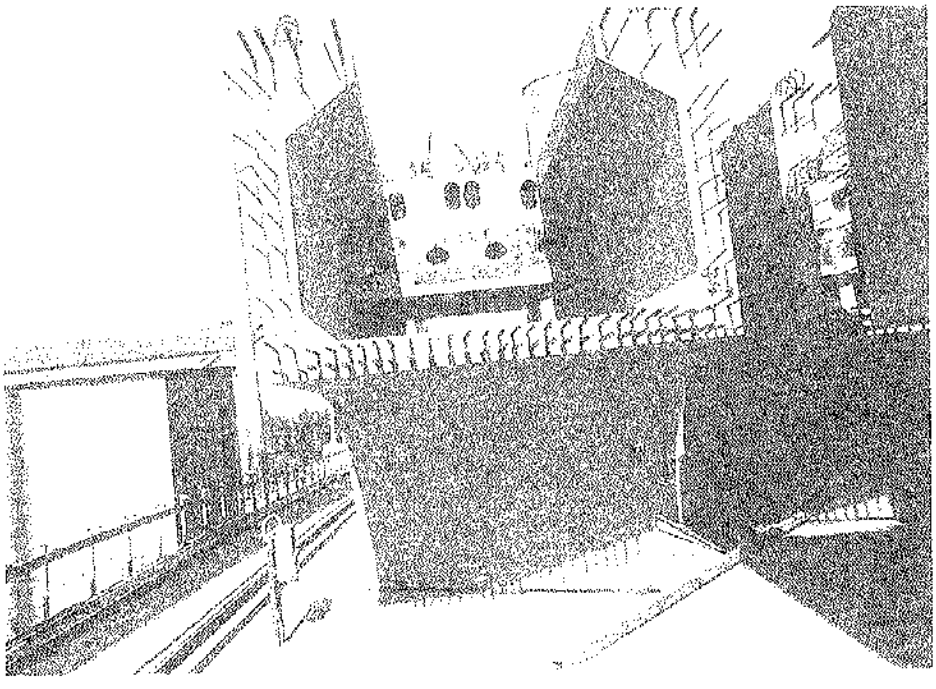


Foto 22. Pieza con fuerte variación de canto para tablero continuo realizado con pretensado exterior.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

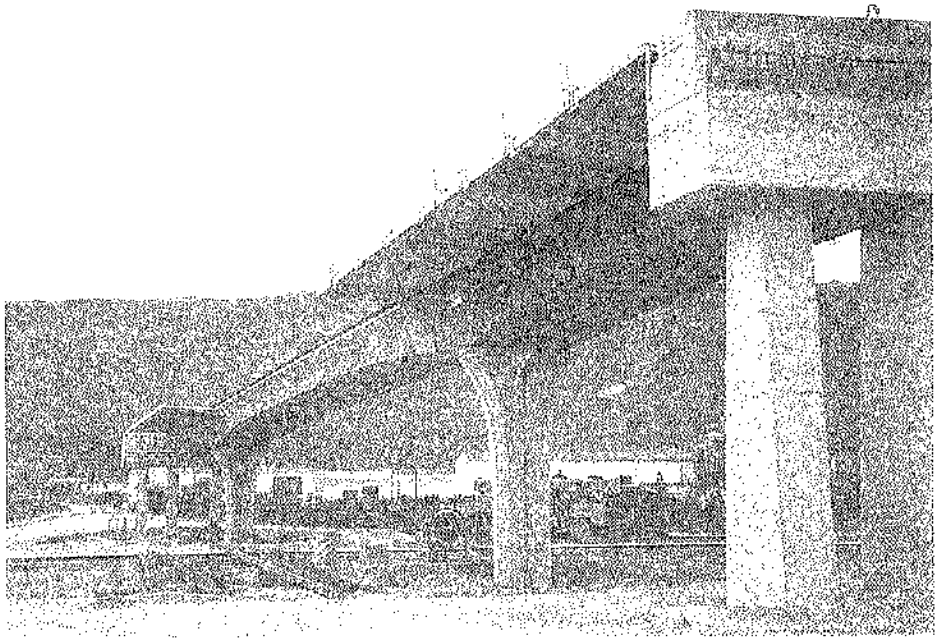


Foto 23. Paso superior en Autovía Pamplona-Vitoria. Prefabricación de pilas, viga parabólica continua y prelosas del tablero. Luces: 18 - 42 - 28 m.

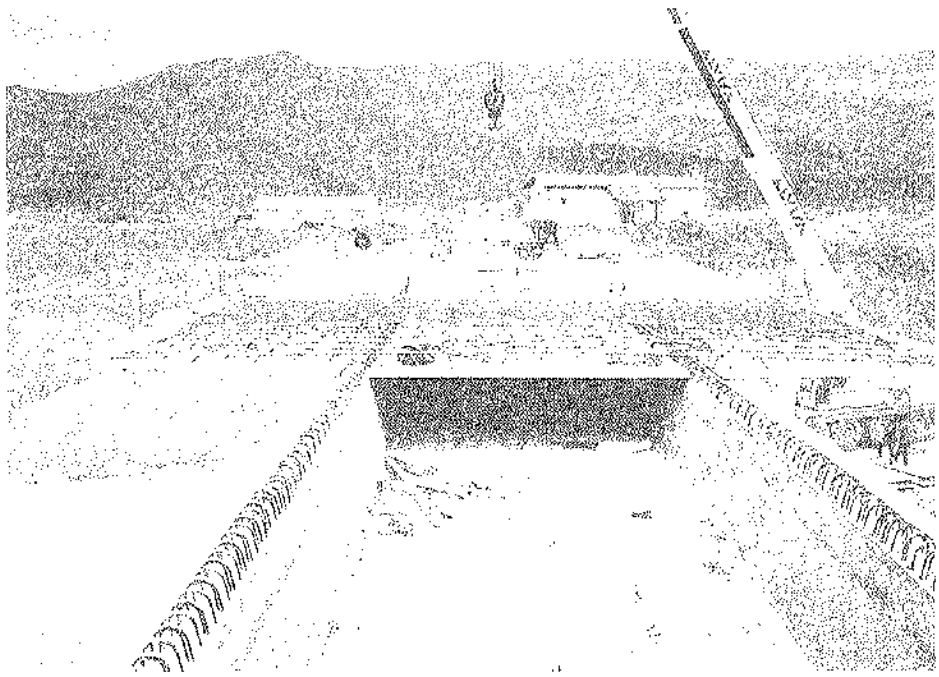


Foto 24. Montaje de prelosas de un paso superior parabólico continuo.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

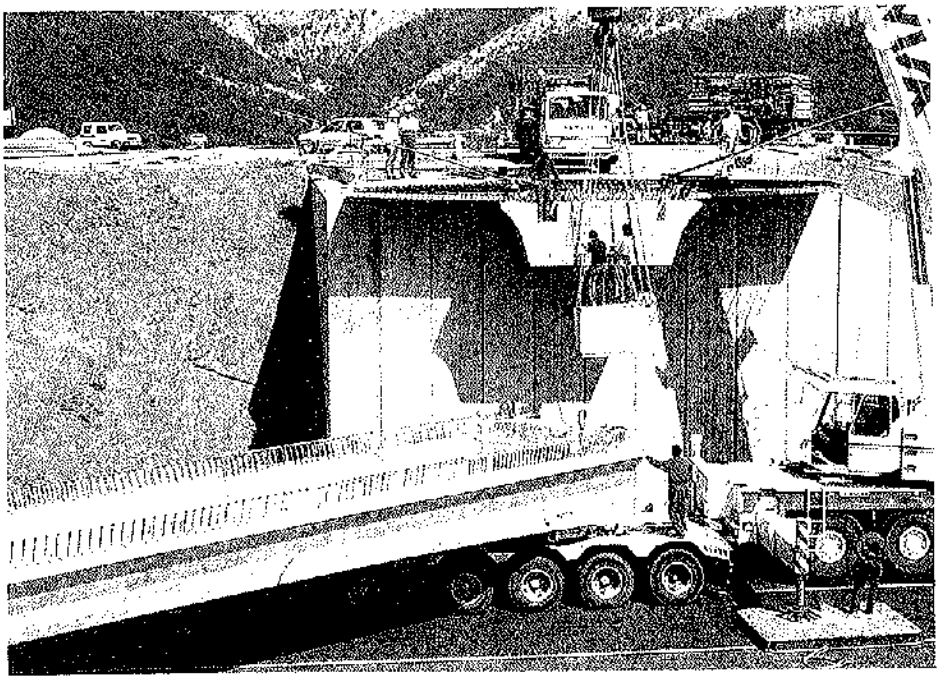


Foto 25. Preparación del montaje del tramo central de un paso parabólico continuo.

Foto 26. Vigas artesa para tableros monocelulares continuos, de canto cosntante. Luz entre ejes de pilas ≤ 43 m.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

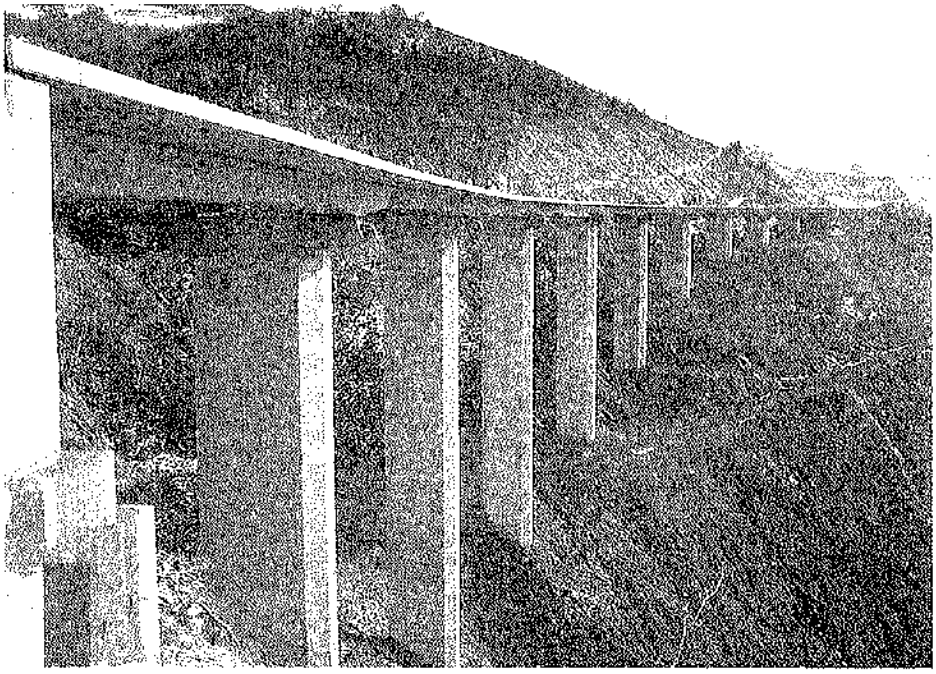


Foto 27. Viaducto de San Lorenzo en la Autovía de Navarra-Guipúzcoa: Cinco tramos de 50 m de luz formando un tablero continuo hiperestático bicelular de canto variable con plataforma de 21,50 m de anchura. Se completa con otros cinco tramos de 38 m de luz, isostáticos.

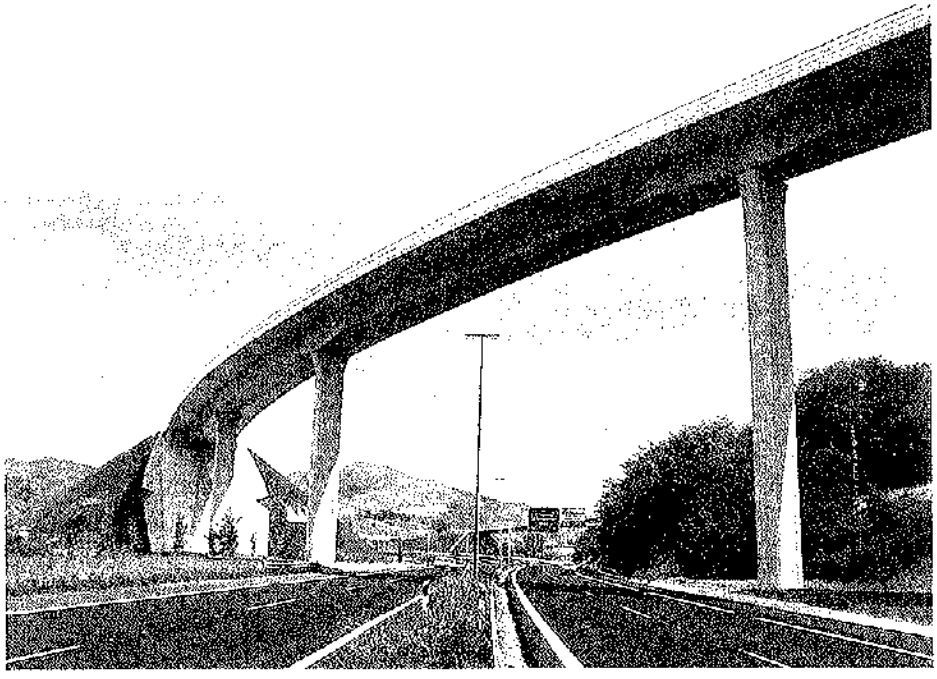


Foto 28. Autovía de Navarra-Guipúzcoa. Viaducto monocelular continuo, de canto variable, ejecutado totalmente, incluso pilas, con elementos prefabricados de hormigón armado y pretensado. Luz máxima: 54 m.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

RESUMEN

Se pasa revista a la presencia de la prefabricación en los distintos campos de actividad en Obras Civiles, analizando su evolución en los últimos años, los logros conseguidos, el estado actual de nuestra tecnología y las perspectivas de futuro. Se hace hincapié en las soluciones que en estos momentos ofrece la prefabricación para la construcción de grandes puentes atirantados con luces en el entorno de los 300 metros y para la realización de pasos superiores y viaductos con tableros continuos, monocelulares, de canto constante o variable, incluyendo pilas y losa superior, con pretensado interior o exterior.

SUMMARY

A survey is made on the weight of precast construction in the different fields of CIVIL WORKS activity. An analysis is made on the past history, actual technological state, aims achieved and future trends.

Attention is paid to the present precast solutions for big cable stayed bridges, in the range of 300 metres span and also to the structural continuity for road overcrossings and bridges, made with single box section of constant or variable longitudinal depth. Prefabrication is applied also to columns and upper slab deck. Traditional adherent prestressing as well as external prestress is used.

* * *

Registro ITEC de Materiales
Nueva versión informática en entorno "Windows"

El Registro ITEC de Materiales se halla ahora disponible en un nuevo formato que puede ser consultado con un ordenador compatible y ser ejecutado en el entorno "Windows". El usuario puede acceder no sólo a los datos referidos a los productos y sus prestaciones, fabricantes, marcas, direcciones, normativas y certificaciones, sino también proceder a la consulta mediante un programa de gestión –desarrollado exclusivamente para que ésta resulte eficaz y ágil– de una base de datos tan extensa como el Registro ITEC de Materiales. A esta información se accede por varias vías, y puede ser suministrada por diversas salidas impresas.

Esta aplicación complementa el conocido formato de fichero, en el cual los datos contenidos en el Registro ITEC de Materiales son presentados en una colección de diecisiete volúmenes que recogen las fichas características, clasificadas en grupos temáticos.

El Registro ITEC de Materiales es una base de datos de productos para la construcción descritos en razón de su perfil técnico. Para cada uno de los materiales-tipos, el ITEC ha definito un cuadro de características, con un especial énfasis en aquellos parámetros que mejor determinan el comportamiento de cada producto a fin de facilitar la comparación de prestaciones entre productos de la misma tipología.

Gracias al Registro ITEC de Materiales es posible establecer cuáles son los productos cuyas características son avaladas por ensayos (experimentales), y de este modo deviene un instrumento sumamente útil para la recepción y el control de la calidad de los materiales.

El ITEC actualiza la base de datos cada cuatro meses, lo que garantiza que la información que brinda al profesional es de la máxima vigencia.

Los interesados en esta publicación deberán dirigirse a:

Institut de Tecnología de la Construcció de Cataluña.

Wellington 19-08018 Barcelona
Tfno.: (93) 309 34 04
Fax: (93) 300 48 52.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

MIEMBROS PROTECTORES DE LA ASOCIACION TECNICA ESPAÑOLA DEL PRETENSADO

(Continuación de Int. Portada)

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. (FCCSA).–Acanto, 22. 28045 Madrid.

FORMIGONS GIRONA, S.A.—Carretera C-250 de Girona a Sant Feliú de Guixols, Km. 4,3. 17242 Quart (Gerona).

FREYSSINET, S.A.—General Perón, 24. 28020 Madrid.

GRACE, S.A.–Apartado 523. 08080 Barcelona.

GRUPO ESPAÑOL DEL HORMIGON (GEHO).–Universidad Politécnica de Madrid.–Laboratorio de Estructuras de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, C. y Puertos.–Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.

H.I.S., S.A.–Luis Montoto, 105, 4º K. 41007 Sevilla.

HUARTE, S.A.–Oficina Técnica.–Avda. General Perón, 40-C-4.º. 28020 Madrid.

IBERDROLA, S.A. Servicio Formación.–Referencia 3001. Gardoqui, 8. 48008 Bilbao.

IBERDROLA, S.A. Servicio Formación.–Referencia 8501. Gardoqui, 8. 48008 Bilbao.

INDUSTRIAS GALYCAS, S.A.–Portal de Gamarra, 46. 01013 Vitoria.

INSTITUTO ESPAÑOL DEL CEMENTO Y SUS APLICACIONES (IECA).—José Abascal, 53-2.ª planta. 28003 Madrid.

INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION, S.A.—Avda. de Elche, 164. 03008 Alicante.

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES (INTEMAC).—Monte Esquinza, 30. 28010 Madrid.

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS (INTECSA). Biblioteca.—Orense, 70. 28020 Madrid.

JOSE ANTONIO TORROJA, OFICINA TECNICA, S.A.—Príncipe de Vergara, 103. 28006 Madrid.

LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES. CEDEX.–Alfonso XII, 3. 28014 Madrid.

MECANOGUMBA, S.A.–Apartado 23. 08100 Mollet del Vallés (Barcelona).

MEKANO-4, S.A.–Polígono Can Magarola. Carretera N-152, Km. 19,8. 08100 Mollet del Vallés (Barcelona).

PACADAR, S.A.–Hermosilla, 57. 28001 Madrid.

PREFABRICACIONES Y CONTRATAS, S.A.–Apartado 138. 36600 Villagarcía de Arosa (Pontevedra).

PRETENSADOS DEL LOURO, S.A.–Polígono Industrial Atios. 36400 Porriño (Pontevedra).

PROYECTOS Y ESTRUCTURAS, S.A. (PROES).–Padre Damián, 42-1º-D. 28036 Madrid.

SENER, INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A.–Avda. de Zugazarte, 56. 48930 Las Arenas (Vizcaya).

TECPRESA, S.A.–Velázquez, 105. 28006 Madrid.

TREFILERIAS QUIJANO, S.A.–Fábrica de Forjas de Buelna. 39400 Los Corrales de Buelna (Cantabria).

TRENZAS Y CABLES, S.L. (TYC, S.L.).–Monturiol, 5. 08210 Barberá del Vallés (Barcelona).

VSL IBERICA, S.A.–Aribau, 185, 3º, 2ª. 08021 Barcelona.

La Asociación Técnica Española del Pretensado se complace en expresar públicamente su agradecimiento a las Entidades citadas, por la valiosa ayuda que le prestan, con su especial aportación económica, para el desenvolvimiento de los fines que tiene encomendados.

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025

asociación técnica
española del pretensado

Documento descargado de www.e-ache.com el 15/12/2025