

LOS PUENTES DE FABRICA DURANTE EL AÑO 1966

Por CARLOS FERNANDEZ CASADO

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

En este artículo, quinto de la serie, además de pasar revista a los puentes construidos durante el año anterior, se estudia el problema de los sistemas constructivos de este tipo de estructura en la actualidad. Por la extensión de este interesante trabajo lo dividimos en dos partes, quedando la segunda para el número próximo.

La evolución de los puentes de luces medias y elevadas está condicionada, más que por perfeccionamientos estructurales por la de los métodos constructivos. En cambio, para los puentes de luces reducidas, y especialmente los de cruces a distinto nivel de vías de comunicación o de servicios urbanos, caben importantes perfeccionamientos morfológicos, aunque no deje de tener trascendencia el sistema constructivo.

Los tipos estructurales en puentes de gran luz, superior a 100 m., son muy pocos: tramos continuos de varios vanos, elementos en T enlazados por articulaciones deslizantes, y tramos colgados mediante cables rectos pretensados. Los dos vanos máximos actuales de, aproximadamente, 200 metros de luz libre, pertenecen a estos dos últimos tipos: puente de Bendorf con 208 metros de luz teórica y puente de Maracaibo, con 235. En proyecto actual, con realización próxima, está el del Gran Belt, con 7 320 metros de longitud y vano máximo de 325 metros, y con mayor demora los del Paraná, en Entreríos, de tramo colgado con luces alrededor de 400 m. También se proyectó el del Bósforo como colgante de 400 metros, con la solución del "spanwand", de Finsterwaldér.

En los puentes de arcos no hay ninguno en construcción con luz superior a los 304,80 metros (1 000') del Parramata, en Sydney, pero el intervalo 200-300 metros cuenta ya con: Esia (200), Sando (264), Oporto (270), Paraná (290) y, recientemente, el yugoslavo del río Krva, cerca de Shibenik, con 235 metros.

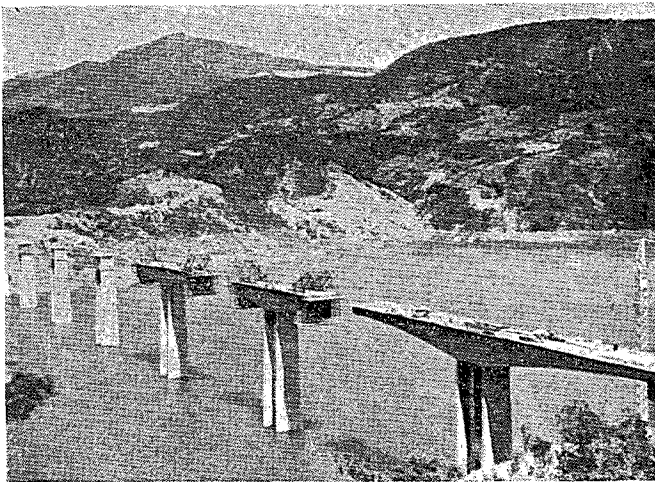
Sistemas constructivos.

Encarándonos con los puentes de tramo recto tenemos los dos sistemas constructivos del hormigón armado: ejecución en el sitio y prefabricación, pero es preciso no poner ambos en contraste desde el punto de vista de la racionalización, considerando al segundo como el racional, por antonomasia. Tenemos en la construcción, *in situ*, métodos tan perfectos y modernos, como el de la construcción en voladizo por avances sucesivos de cimbras y encofrados parciales, o el de construcción con cimbras totales que se trasladan íntegras con su encofrado en tramos completos, los cuales, dadas las altas resistencias iniciales que se obtienen en los hormigones actuales y las ventajas del pretensado para solidarizar rápidamente elementos a través de juntas de construcción, pueden competir en rapidez, economía y control con los sistemas clásicos de fabricación previa de elementos.

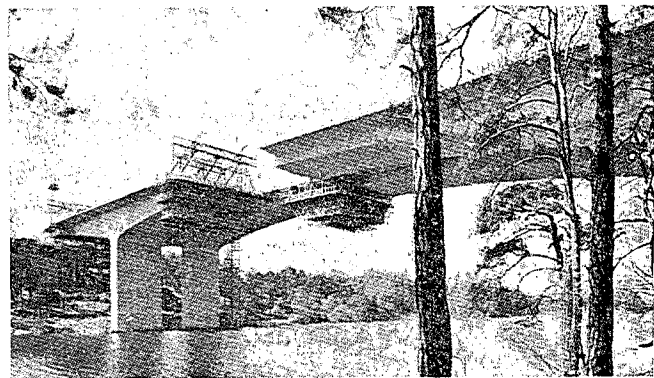
La condición específica ideal de los puentes en cuanto a construcción es la de realizar ésta independientemente del tráfico inferior, sea tráfico vial o caudal hidráulico, la cual se refuerza con la condición de economía en cimbras cuando se trata de un viaducto con rasante elevada.

Pasando revista a los procedimientos constructivos utilizados hoy día, podemos ordenar los siguientes grupos en su aplicación a luces decrecientes:

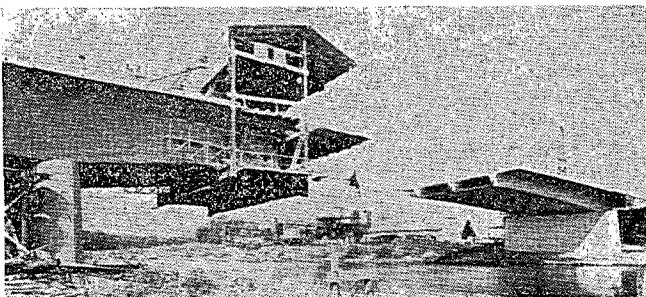
- Ejecución por voladizos sucesivos hormigonando en el sitio.



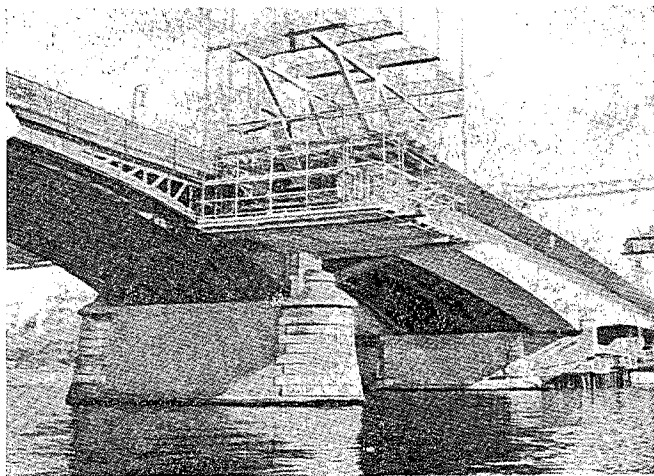
Puente Megdova (Grecia), 86 m.



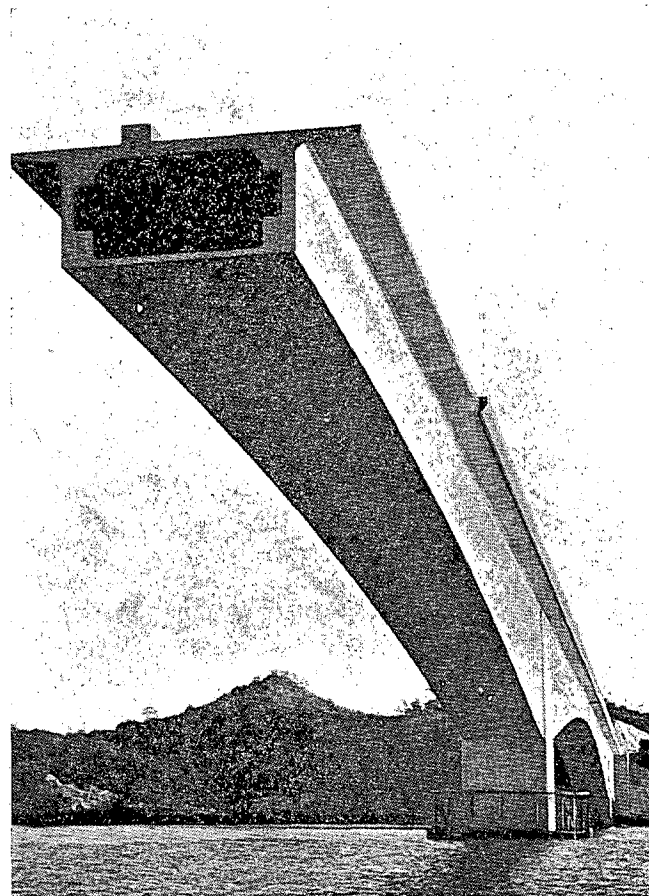
Puente Huvudsta (Suecia), 100 m.



Puente Ems, en Meppen.



Puente Johanniler, en Basilea, 42 m.



Puente Amakusa (Japón), 146 m.



Puente Kyobashi-Nishi (Japón), 70 m.

- Ejecución por voladizos sucesivos con dovelas prefabricadas.
- Ejecución por prefabricación de elementos completos vigas o dinteles.
- Ejecución mediante cimbra autorresistente que avanza completa.
- Ejecución sobre cimbra apoyada directamente sobre el terreno.

También en el último procedimiento, podemos racionalizar la construcción organizando la cimbra subdividida en elementos que se trasladan completos, economizando mano de obra de montaje y desmontaje y ahorrando el tiempo excesivo de estas operaciones.

Voladizos sucesivos.

Sobre la ejecución por voladizos sucesivos mediante el avance de un elemento cimbra reducida con su encofrado correspondiente (la longitud varía 3,50 a 5,00 m.), nos hemos venido refiriendo en los anteriores artículos de esta serie y en otras publicaciones especialmente. Es un procedimiento que aunque idóneo al hormigón pretensado, fue resucitado por Finsterwalder a los veinte años de haber sido utilizado por primera vez, aunque con escasas repeticiones, en hormigón armado normal. Puesto a punto por la empresa Dywidag, cuyo sistema de pretensado permite sacar todas las posibilidades del procedimiento, lo ha empleado tanto en Alemania como en otros países de Europa, principalmente Suecia, Noruega, Austria, Grecia, Holanda y fuera de ella en Japón. Nos hemos referido ya, al de Bendorf, y en ocasiones anteriores, al de Bettingen (140 m.), Alnó (134), Mannheim (100 m.), Kristhiansund (100), Zoo de Colonia (98,80 m.), Nervi y Sori (100 m.), Hagen (90 m.), Svenborsund (76 m.), Shibuya (81 m.), y en ferrocarril, el de Washinosu (44).

Los franceses, primero, con Courbon (SGTM), y después, con la STUP, proyectaron y construyeron otra serie de puentes por avance sucesivo con carro en voladizo que transporta el encofrado, llegando los primeros a luces de 70 metros en la serie de La Serre-Ponçon, y en el de acceso al puente del Tajo, en Lisboa, y a 80 metros en el puente de Laurentines, en Canadá. Con proyectos de la STUP y pretensado Freyssinet se ha llegado hasta 120 metros en el de Ulúa, sobre el Omonita, en Honduras. Aunque actualmente los franceses y principalmente la empresa Campenon-Bernard se han orientado

hacia las dovelas prefabricadas en el avance por voladizos sucesivos, se siguen construyendo dinteles *in situ* por avance de carro.

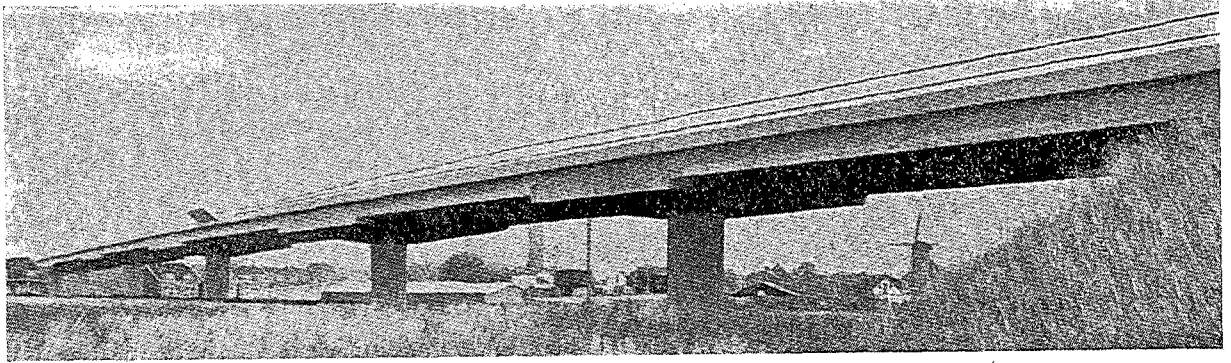
En Suiza se ha construido el puente Johanner sobre el Rin, en Basilea, para duplicar un puente antiguo de arcos metálicos de 42 metros de luz, adoptando la solución de voladizos sucesivos con vano central de 137 metros, dejando una separación de 3 metros entre tableros.

En Yugoslavia el puente sobre el río Neretva, en la carretera de la costa adriática, con tres vanos de 55 + 110 + 55; espesores desde 2,10 a 5,50, por secciones de 5,50; con hormigón B450, tensiones máximas 130 Kg./cm.² y armaduras activa de unidades 6 φ 7 acero 150/170.

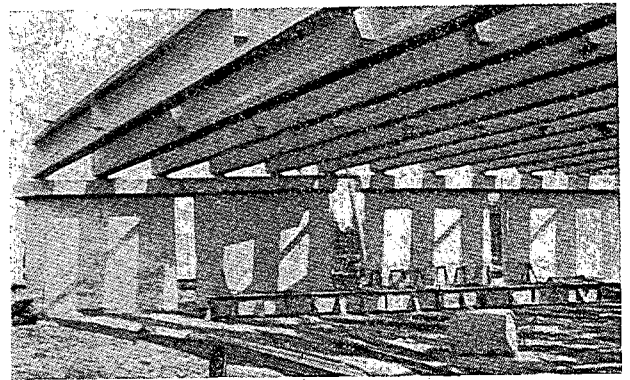
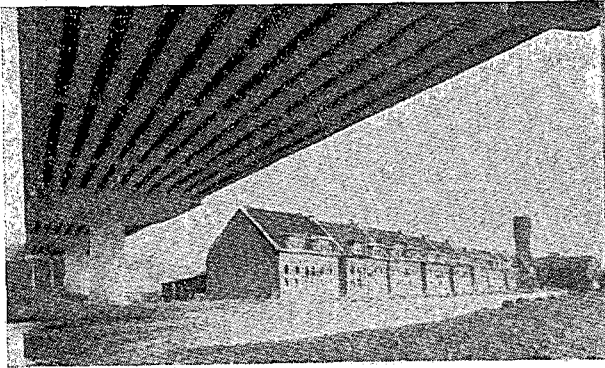
Por el sistema Dywidag se han terminado durante el pasado año en Alemania, entre otros, el de Meppen, sobre el Ems, con vano principal de 65,75 metros; el de la autopista Francfort-Colonia, sobre el Lahn, en Limburg, con siete vanos de 82 metros; el del parque de vías de la estación de Mannheim-Rheinau, con tres vanos de 32,80 + 51,60 + 32,80. Fuera de Alemania tenemos el de Bisagno, con cuatro vanos de 116 y dos de 58, proyecto de S. Zorzi, en Italia; el de Viesville, en Bélgica, con vano de 96,90; los de Huvudsta, con vano de 100, y el de Essingelenden, con vanos máximos de 120 y anchura de 37,70, en Suecia; los de Megdova, con seis vanos de 86 metros, y el de Tatarna, actualmente en construcción, con vano máximo de 196 metros, en Grecia; y en el Japón los de Amakusa, con 146 metros, y el de Kyobashi-Nisi, con luz máxima de 70,00 metros. De longitud importante tenemos el de Itzcoe, con vano máximo de 115 metros y longitud total de 1 160 metros. En España están construyendo los del Tajo y el Almonte, embalsados por la presa de Alcántara, con tablero doble para carretera y ferrocarril y luces máximas de 80 metros. Recientemente se ha comenzado la construcción de un proyecto nuestro para el barranco de Priego, correspondiente a la zona de embalse del pantano de Izónajar. Tiene el vano máximo de 70 m., y se realizará por mitades desde pilas altas, con tramos de compensación *in situ*, con sistema también Dywidag.

En Holanda han terminado el puente sobre el Mosa, en Maestricht, con 114 metros de luz; que es la máxima construida, mejorando el record de puente sobre el Mosa, en Wesssem, del mismo sistema constructivo, con dos vanos de 100 metros.

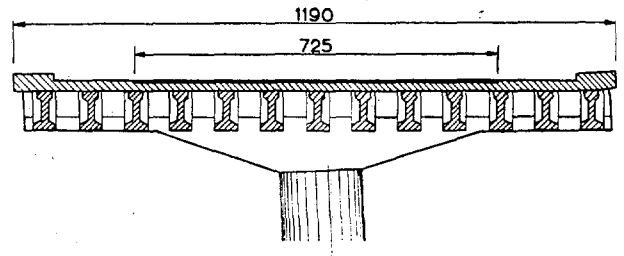
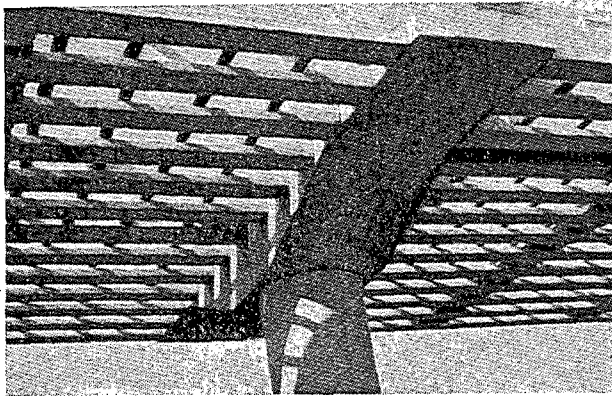
PUENTES HOLANDESES



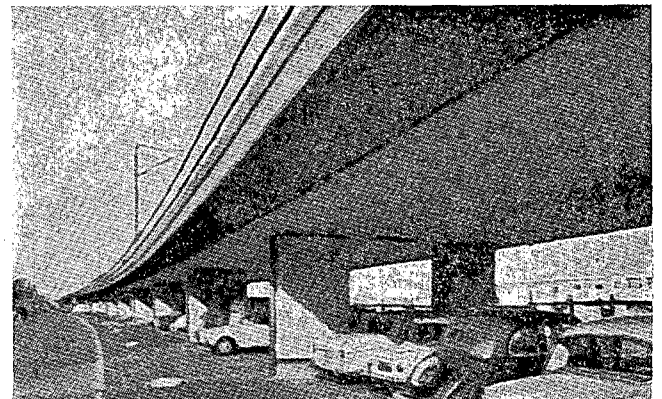
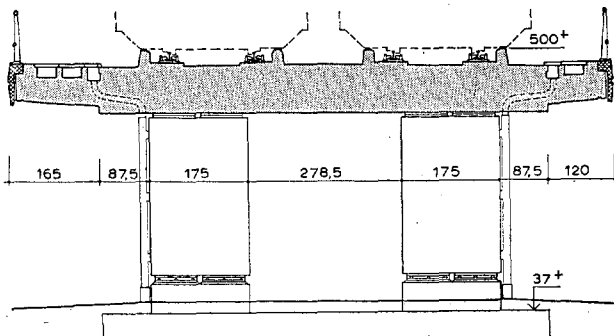
↑
← Viaducto de autopista, en Bodegraven.



Viaducto del "Oude Rijn", en Leyden.



Viaducto de Blijdestein.



Viaducto ferroviario, en Delft.

Prefabricación.

La prefabricación en puentes de tramo recto, ha sido posible gracias a la disminución de peso que introdujo el pretensado en las vigas de un tablero, y a la facilidad de enlazar elementos mediante las unidades de pretensado, restableciendo el monolitismo del conjunto. Aunque en menor escala, también ha sido importante, en la última época, la aportación de los epóxidos para cerrar juntas constructivas.

No vamos a plantear aquí el problema que ya hemos tratado en diversas ocasiones, pero pasaremos revista rápida a las soluciones actuales del problema. En su forma más eficaz tenemos los talleres industriales de prefabricación que se han desarrollado de un modo total en Rusia y Estados Unidos, donde fabrican vigas hasta de 32 ó 35 metros de longitud con sección doble T o alveolar, lo que permite llegar a una resolución de los casos corrientes con tramos simplemente apoyados, pues la distribución estratégica de las plantas y el transporte organizado por río, por mar y por carretera, con medios adecuados, permite montar rápidamente puentes donde se repitan estos elementos en número indefinido.

A continuación de esto, tenemos los talleres ocasionales de obra, que pueden ser de la envergadura de los establecidos para el puente de Pontchartrain o el puente de Maracaibo. En el primero se fabricaban tableros completos, además de pilotes y vigas cabezal, y permaneció después como un taller industrial más. Otros son más reducidos, amoldándose a las condiciones del terreno, disponiéndose para reducir al mínimo las operaciones de transporte, aunque generalmente el tajo no permite esto por falta de espacio y hay que fabricar a cierta distancia de la obra, transportando las vigas enteras, o bien subdivididas en dovelas, para hacer la agrupación de las mismas y su solidarización por pretensado, en el sitio más adecuado y con un plazo muy corto antes de su lanzamiento.

En Rusia, además de haber llevado la sistematización de proyectos para la construcción por prefabricación industrializada al máximo, tienen además los transportes de mayor envergadura y peso en los puentes de Luchniki: 6 000 toneladas y en el del Volga con 800 Tn., del cual nos ocupábamos en el artículo anterior.

En Francia el prefabricado ha dado una serie brillante de puentes desde los de la serie del

Marne, contruidos por Freyssinet en los primeros tiempos del pretensado. Esta solución normal en puentes de tramo sencillo, habiendo llegado a vigas hasta de 68 m. de luz, en el puente del hipódromo de Lille.

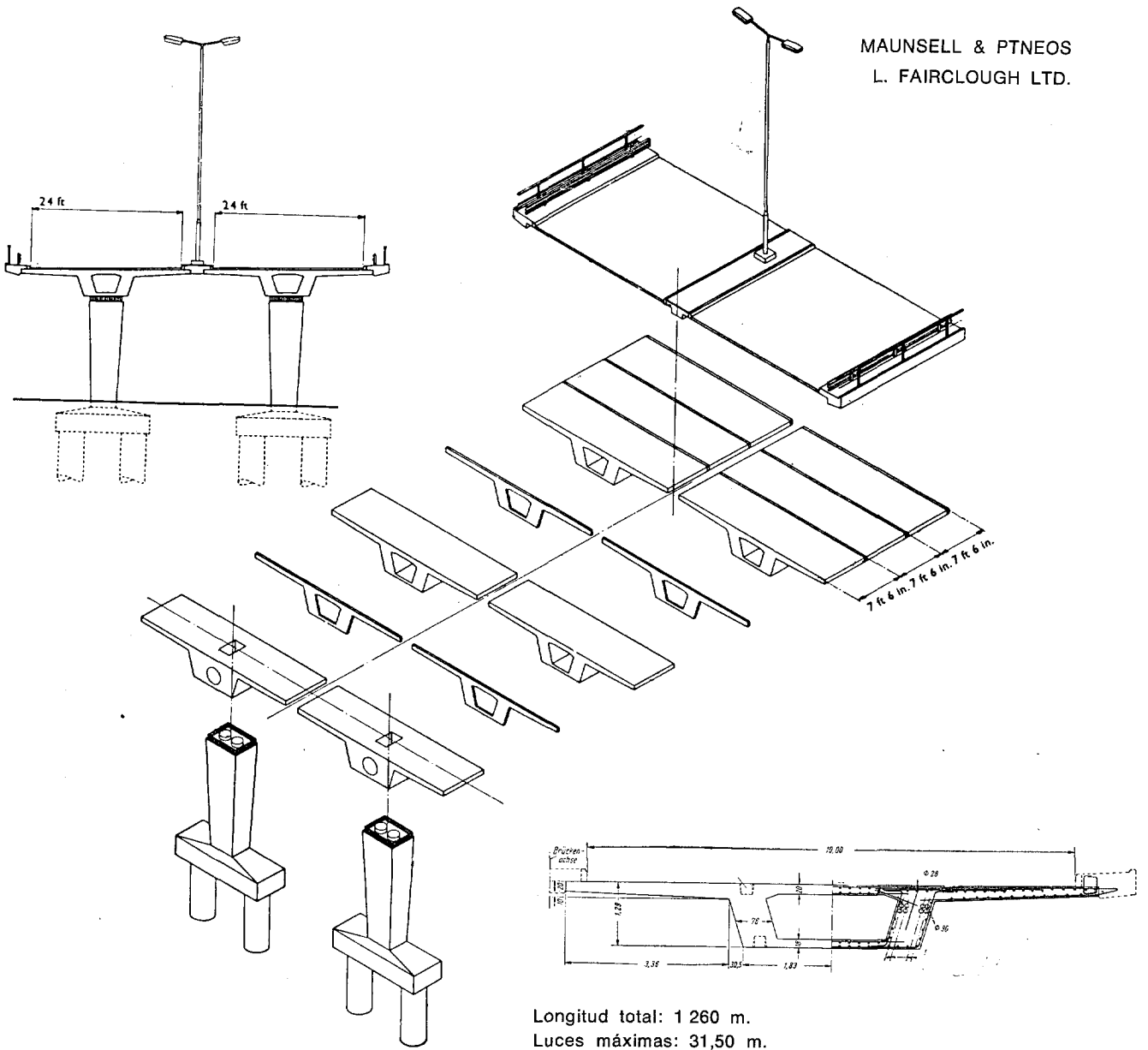
Holanda es uno de los países con más vocación por la prefabricación, probablemente debida a las facilidades que proporciona el transporte por flotación de grandes pesos. No sólo se utilizan vigas prefabricadas para tramos simplemente apoyados, sino que, en muchos casos, se montan como isostáticos, dándoles después continuidad con cables de empalme de pretensado, pero también se prefabrican dinteles de tramo continuo como el Roermond, con dinteles divididos en tramos simplemente apoyados de 45 y 50 m. de luz y ménsulas dobles de 25 y 30 metros de longitud total. Estas últimas se solidarizaron con los pilares mediante cables verticales de pretensado que eran del tipo Freyssinet. Son muy frecuentes los viaductos de acceso a los puentes metálicos sobre el Mosa o sobre los brazos del Rin, con gran número de vanos en los que se repiten vigas inclinadas por ambos márgenes. Así, tenemos los del Brienoord, Sorimchem, Papendrecht, con vigas de 44 metros. Este último, construido en el pasado año, tiene un tramo metálico en bow-string de 205 metros, flanqueado por los dos viaductos de acceso con siete vanos en una orilla y diez en la otra. Las vigas tienen un canto de 2,50, pesaban 125 Tn. y se pretensaban con unidades Freyssinet de 12 cables de 0,5". El dintel consistía en dos tableros de 16,50 m. de latitud, cada uno con cinco vigas a 3,625.

También se realizan en prefabricado los tramos de acceso a los puentes móviles en cursos de agua de menor importancia, con longitudes totales de 100 a 200 m. Los vanos más corrientes son de 20 a 25 m., que también se emplean en pequeños puentes y viaductos de paso.

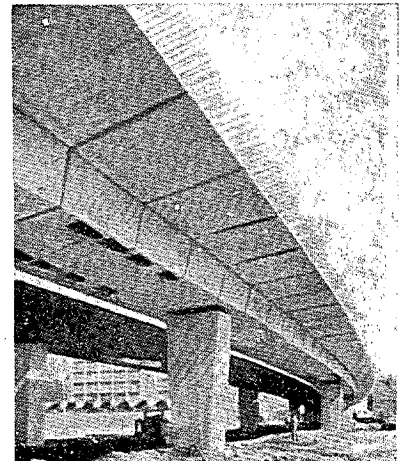
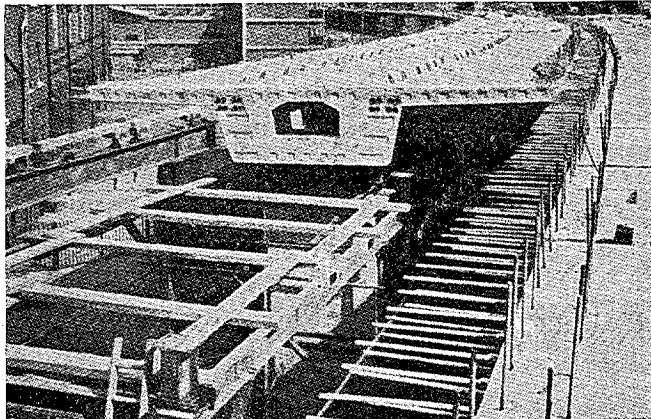
Los alemanes también recurren a la prefabricación, aunque la competencia entre unas cuantas empresas constructoras muy potentes no permite la sistematización de tipos necesaria para su empleo intensivo. Recientemente, se ha llevado a cabo una campaña de pasos sobre ferrocarril para caminos secundarios, realizada en prefabricación total. También es de interés el viaducto del camino de ronda de Berlín, en la intersección de Schöneberg, con luces de 30 metros en un área total de 9 600 m.², construidas sobre el terreno y elevadas para darles con-

VIADUCTO DE MANCUNIAN EN EL ACCESO A MANCHESTER

MAUNSELL & PTNEOS
L. FAIRCLOUGH LTD.



Longitud total: 1 260 m.
Luces máximas: 31,50 m.



tinuidad apoyándolas sobre parejas de columnas intermedias sin que aparezca viga cabezal, ya que ésta queda embebida en la altura del tablero.

También en la autopista belga del rey Balduino, actualmente en construcción, se ha conseguido, con vigas simplemente apoyadas, prefabricadas, evitar las vigas cabezal aparentes utilizando la disposición de T invertida y apoyando a media madera las vigas que vienen de uno y otro lado.

En España la prefabricación de vigas se ha aplicado, de un modo casi exclusivo, en la ejecución de los puentes sobre ríos, realizándose vigas enteras o vigas por dovelas. Esto ha conducido de un modo casi inevitable a los tramos simples, aunque caben otras soluciones, como la de tramos ménsulas del puente de Ahigal, que describimos en el artículo anterior, o la de tramos montados como independientes y convertidos en continuos por prolongación de cables, que estamos realizando en el puente-sifón de Bembezar sobre el Guadalquivir, con tramos iniciales de 35 m. y longitud total de 210 m. También cabe el montaje de los tramos iniciales con un desplazamiento del cuarto de la luz con respecto a la pila en que se apoyan, con lo cual se consigue continuidad desde peso propio, solución que hemos proyectado en distintas ocasiones, pero que no se ha realizado todavía.

La mayor luz construida hasta el presente en tramos simplemente apoyados, corresponde al puente sobre el río Ebro, en Caspe, con cuatro tramos de vigas de 52 m. de luz teórica, integrados de seis vigas que se prefabricaron en los accesos, lanzándose con tramos metálicos auxiliares de elementos Roglá. Las vigas pesaban 107 toneladas. Los tramos principales se apoyan en pórticos de hormigón armado que prolongan las pilas del puente antiguo, que es de arcos con tablero intermedio. Se ha terminado el año pasado por la Empresa ENHER, con proyecto del ingeniero E. Comella.

Una solución intermedia es la de combinar partes de la obra *in situ* con otras prefabricadas. Las partes *in situ* están en las proximidades de los apoyos, los cuales se hacen siempre de ese modo, a no ser que se trate de simples palizadas como, por ejemplo, en los pasos de carretera sobre ferrocarril. Partiendo de esto, pueden utilizarse los mismos andamios y grúas necesarias para ejecutar dicho apoyo, o, al menos, apoyarse sobre la cimentación y volar a ambos la-

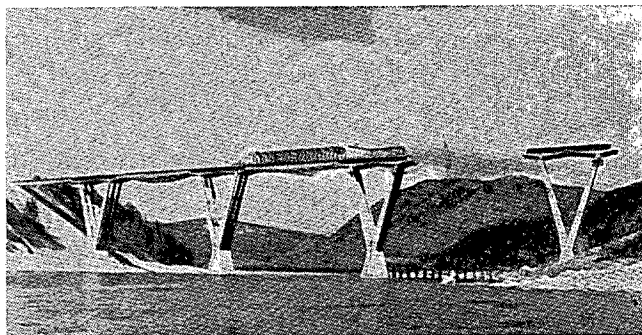
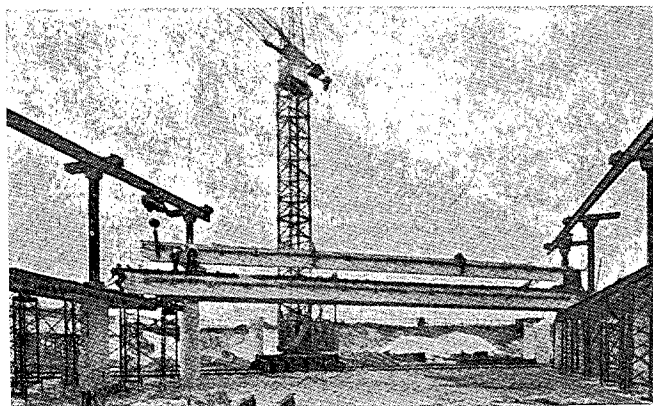
dos con puntales inclinados, realizando sucesivas tes que dejen claros entre sí para salvar con tableros de vigas prefabricadas, las cuales se van lanzando ordenadamente desde las plataformas construidas, o cuando no existe estorbo inferior se van elevando con grúas de gran potencia y brazo. A este tipo responden los viaductos realizados con fila única de columnas, que se amplían en una losa rectangular solidaria de espesor constante, la cual recibe por ambos lados las vigas prefabricadas que cierran los vanos adyacentes, solución empleada por los ingenieros italianos (ver el puente de Cevafozano); los holandeses, en el puente de Bodegraven, con siete vanos de 26,40, 33,65 y 45 metros, salvados por columnas de 2,50 m. de diámetro, con capiteles cuadrados de 14,50 y 9,50 metros de lado y tableros de vigas prefabricadas de 30,50 y 21,05 m. de longitud.

Otra solución es la de los puentes de tipo Cassalmaggiore con dos pilas por apoyo, solidarizadas por dintel que enlaza las pilas y vuela por ambos lados, de modo que el conjunto se ejecuta *in situ* completando el vano con tablero de vigas prefabricadas. Esta solución ha sido repetida por los ingenieros italianos en varios puentes de su país, y en el puente del Amposta, actualmente en construcción. Del mismo tipo son también algunos puentes construidos por ingenieros españoles, como el del Miño, en Puertomarín, con vigas prefabricadas de 20 m. (J. A. Torroja), y los del Cardenal y Santi Spiritu, con vigas de 31,50 (F. del Pozo) sobre el Tajo y el Zújar, respectivamente.

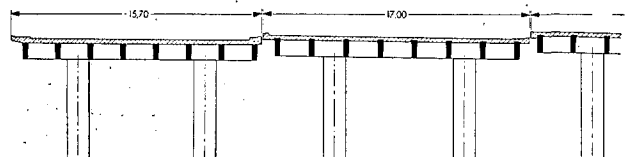
Otra solución muy elegante es la de Morandi, en los puentes de Maracaibo y Kinnaird, con pilares en V muy desarrollados, enlazados por dintel que se prolonga en vuelos construido *in situ*, sobre el cual se apoyan las extremidades de los tramos adyacentes ejecutados montando vigas prefabricadas.

Solución intermedia es la de prefabricar dovelas para montarlas sobre andamio *in situ* y realizar el empalme entre ellas, mediante el pretensado del conjunto, para luego descimbrarse y trasladar el andamio. Esto se hizo en el puente Nabla del plan delta, que es uno de los puentes más importantes en tramos aislados. También los ingleses realizaron el de Hammersmith en la autopista del aeropuerto de Londres, del que ya nos ocupamos en artículos anteriores, y recientemente en otro análogo, el de Mancunian, en Manchester, con 1 260 m. de longitud total en 32 va-

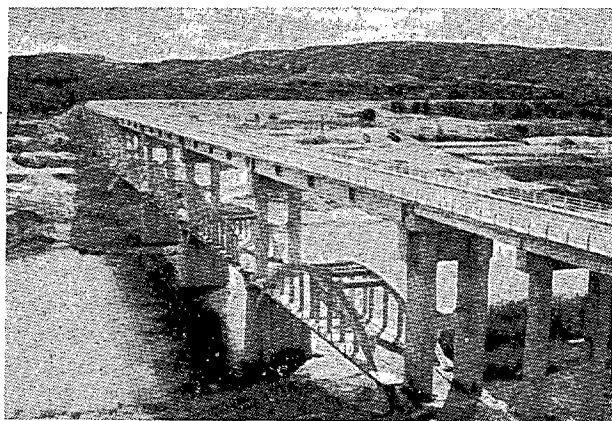
Puentes Prefabricados en Distintos Países



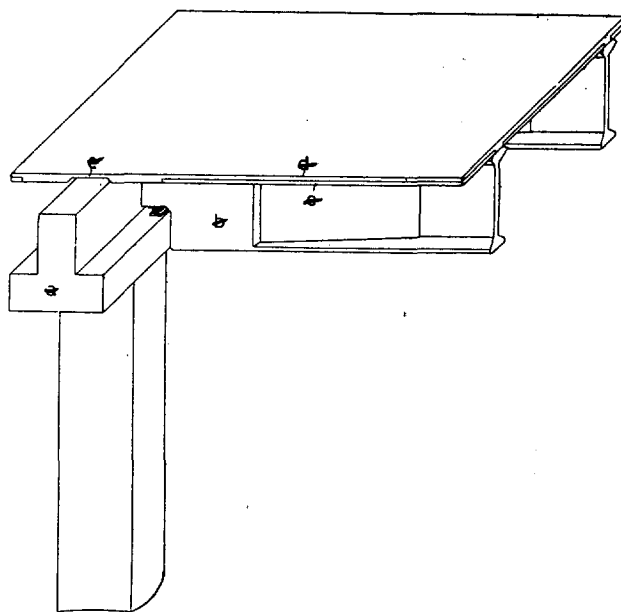
Puente Kinnaird (Canadá).



Viaducto de Schöenberg, en Berlín.



Puente sobre el río Ebro, en Caspe, luz 52,00 m.



Autopista del Rey Balduino (Bélgica).

nos con luces desde 18 a 31,50 m., con sección cajón trapecial por vía, altura máxima 1,30 y voladizos de 3,36 a cada lado, formando dos tableros adosados de 12,60 m. (tres carriles) de ancho. En estas soluciones se precisa cimbra total, que se tiene empleada mientras se montan las dovelas, se empalman y se pretensan, teniendo que aguantar todo el peso del tablero.

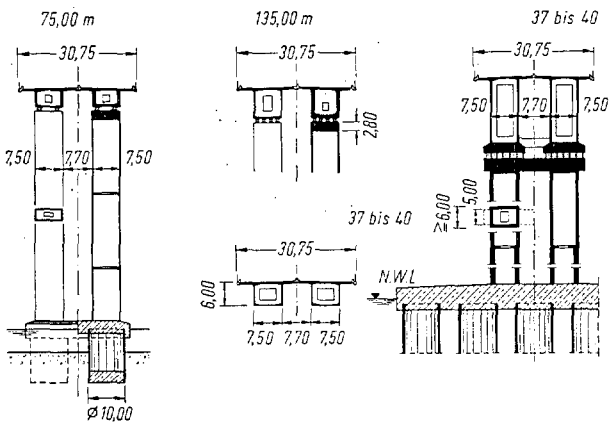
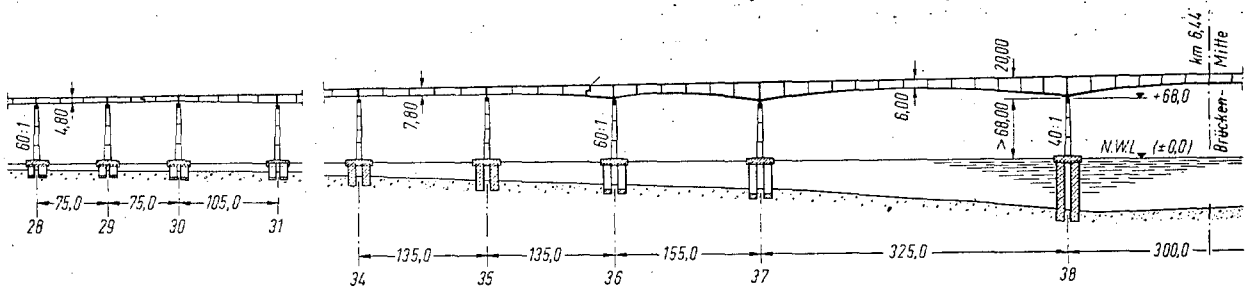
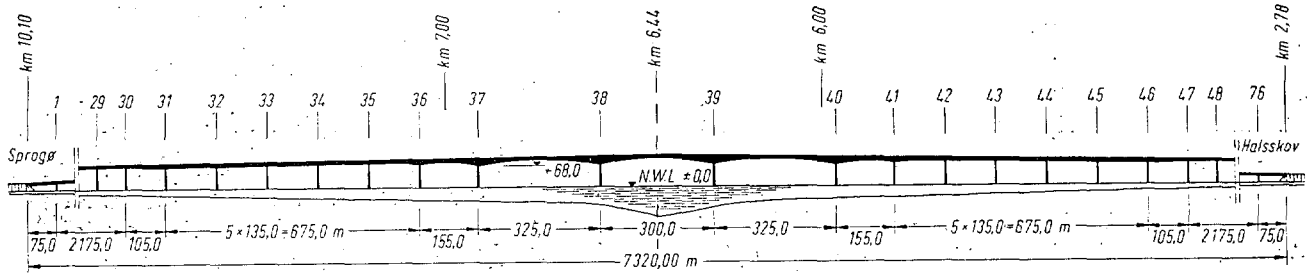
En esta solución se construyó el primer puente de grandes elementos prefabricados de Leonhardt, el viaducto de Ager, en Austria, con cuatro

vanos, dos de 84,90, montando sobre cimbra secciones del dintel de 8,50 de longitud y 18 toneladas de peso, que se llevaban deslizando por la misma cimbra. Este puente permitió poner a punto el sistema constructivo tan original del puente Caroni, del que ya nos ocupamos en artículos anteriores.

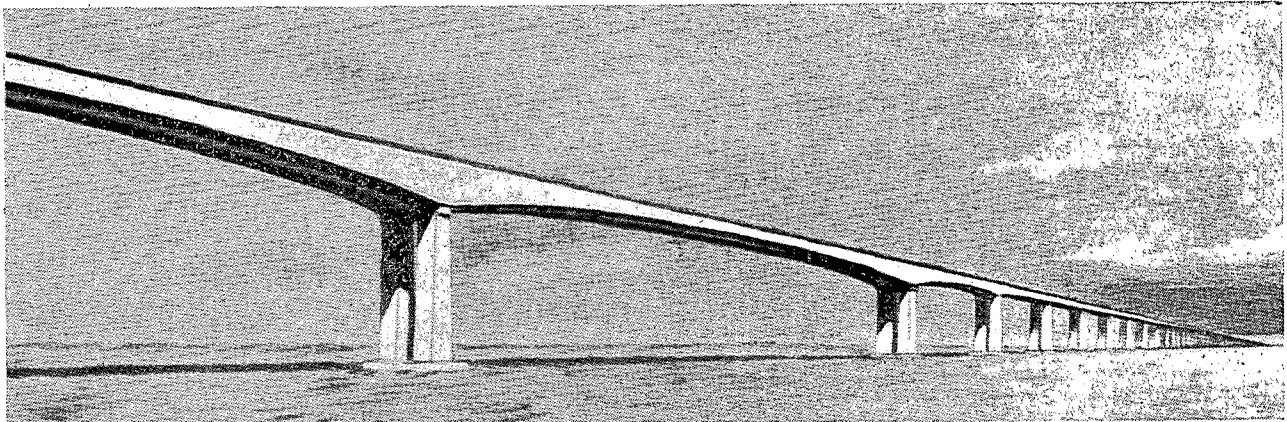
La última variante intermedia es la de ejecutar todas las vigas del tablero sucesivamente sobre cimbra en situación paralela a nivel de su posición definitiva, haciendo el ripado transver-

PROYECTO DE PUENTE SOBRE EL GRAN BELT

POLLENSKY & ZOLLNER



Longitud total: 7 320 m.
 Luces máximas: 325 + 300 + 325 m.



sal cuando se ha terminado el tesado de la misma. En este caso se reduce cimbra y encofrados, pero no nos hacemos independientes del río; no hay lanzamiento longitudinal y únicamente el transversal que siempre es más sencillo. Combinando con las dovelas, éstas se montan sobre la cimbra única, formando sucesivas vigas que luego se van ripando como en el otro caso, no siendo preciso esperar a que endurezca el hormigón sobre la cimbra, por lo cual el tiempo de utilización de la cimbra y, el período, con riesgo importante si es río o con molestias para el tráfico inferior cuando éste existe, se reduce notablemente. Este sistema con dovelas lo utilizamos en la cubrición de la calle de Aragón, para la estación del Paseo de Gracia en Barcelona (1954) y el año pasado para la ejecución del primer puente de la colección oficial de tramos rectos pretensados, que está ultimándose en la actualidad. Se trata del puente de Chau-china, sobre el Genil, con un tramo simplemente apoyado de 36 m., que se está volviendo a emplear sobre el Guadiana Menor para acceso a la presa del Negratín.

Puentes de voladizos sucesivos con dovelas prefabricadas.

El puente más importante actualmente proyectado, y parece que en vías de realización próxima, es el del canal oeste del Gran Belt, con una longitud total de 7 320 m. y vanos máximos de 325,00 m., dejando una altura libre en zona central de 68 m. El dintel es de altura variable entre 6,00 y 20,00 en el vano mayor, con una latitud total de 30,75, en dos mitades con cajón rectangular de 7,50 m. de ancho en cada una. Los pilares son rectangulares, en parejas, de la misma anchura que los cajones y también huecos. Las cimentaciones son cajones cilíndricos de 10 m. de diámetro, pretensados, en número de 4 a 10, que llegan hasta el firme reunidos por zapatas de 25 m. de anchura, longitud variable y espesor de 0,6 m., que salen por encima del agua dispuestas a recibir el choque de navíos e icebergs. La construcción se ha proyectado mediante avance por voladizos sucesivos con dovelas de 10 m. de longitud, fabricadas en la orilla y transportadas por flotación, recogidas por carretones que las elevan simétricamente hasta su posición definitiva. Cada par de dovelas simétricas se cose definitivamente mediante unidades de pretensado alojadas en ranuras de

la cabeza superior, y se tesan y recubren antes de llegar las próximas dovelas.

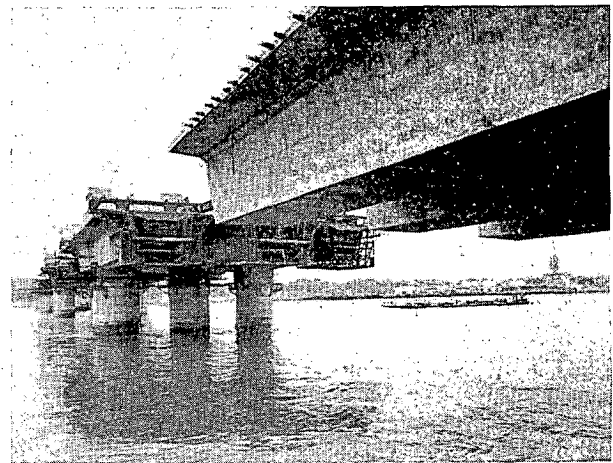
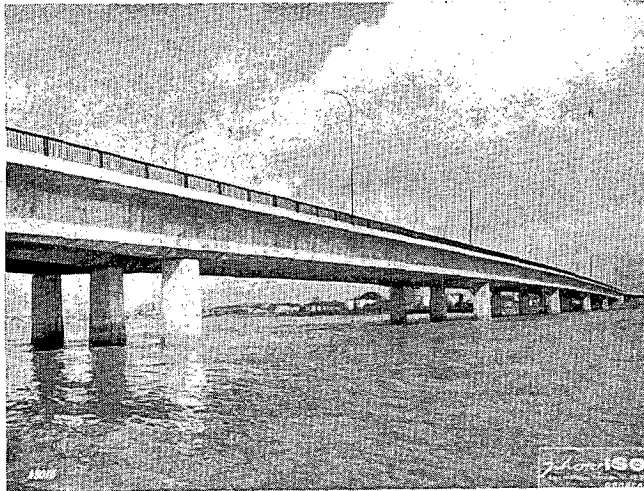
En el puente sobre el Riachuelo, para la autopista de entrada a Buenos Aires desde La Plata (concurso internacional en el que obtuvimos el segundo premio, primero Finsterwalder), proyectamos un puente de 150 m. de luz central, a construir por dovelas prefabricadas construidas en la orilla y transportadas por flotación para ser recogidas por carretones colocados en los voladizos. El peso máximo de dovelas era de 60 toneladas.

En el procedimiento de construcción por voladizos sucesivos con dovelas prefabricadas, tienen el record los rusos con el puente de Kraholski, sobre el Moscowa, de 148 m. de luz en vano central y dovelas de 160 Tn., al cual nos referimos en el artículo del año 1963.

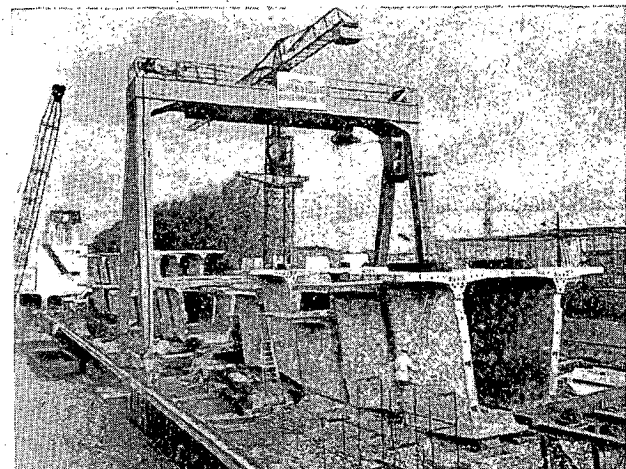
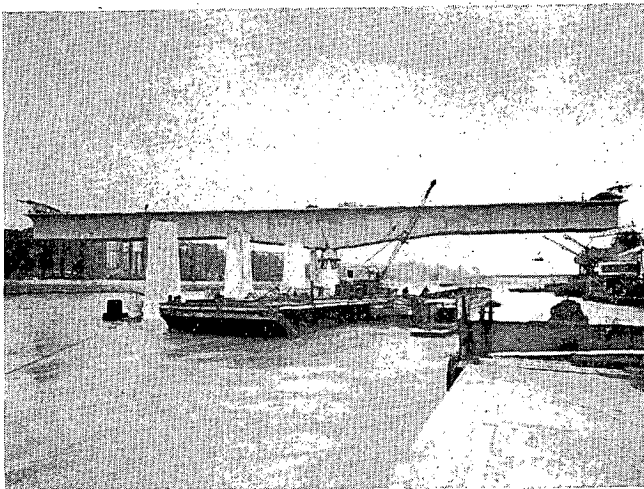
Este fue el primero de los que tenemos noticia, las dovelas que se prefabricaron en una planta permanente a la orilla del río, transportándose al tajo por trozos planos para integrar en la orilla y llevarlas, siempre por flotación, hasta el extremo del voladizo en marcha. Las dovelas se enlazaron por cables en la cabeza superior, formando horquillas alojadas en ranuras que se continuaban en todas las dovelas hasta llegar a cerrarse en semicírculo en la que se anclaban y soportaban. La igualación se hizo por junta rellena de hormigón de árido fino, pero en realizaciones sucesivas se llegó a las "juntas secas" actuales, interponiendo una capa de epóxido plástico. Se construyeron en seguida otros puentes con dovelas de menor peso y juntas secas, entre los cuales el de Fili (1962) con 124 metros de luz.

En la actualidad, en España estamos terminando el puente de Castejón sobre el Ebro, con tres vanos principales de 25 + 100 + 50, ejecutado con dovelas desde una pila en vuelos simétricos y desde la otra con vuelo único, compensado por el tramo de 25 construido *in situ*. Ejecución como el puente de Almodóvar, con blondín y dovelas de peso máximo 10 Tn. Por este mismo procedimiento constructivo se van a realizar los vanos principales de viaducto de Iznajar, sobre el Genil inundado, con 50 + 80 + 50 y a 70 m. de altura sobre el fondo, que tiene, además, vanos laterales para montar con vigas prefabricadas, dando luego continuidad a todo el dintel con junta única en la mitad del vano principal.

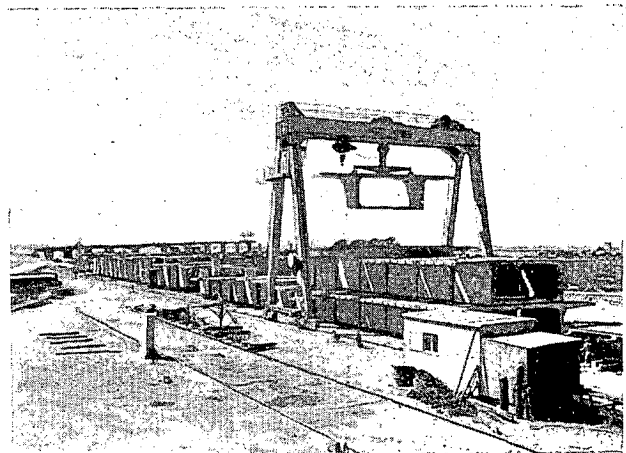
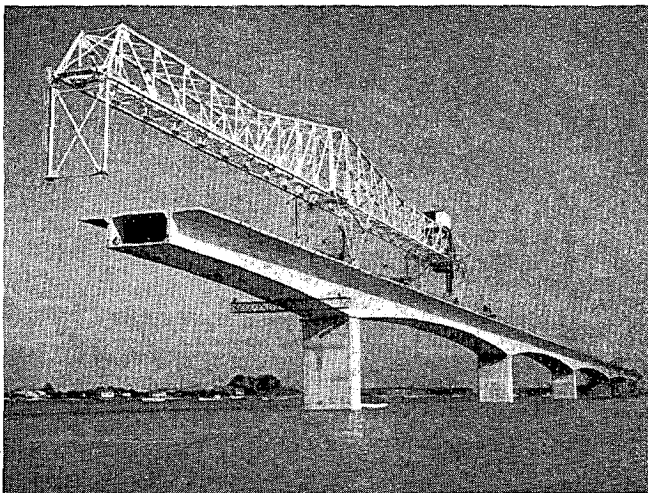
En Sevilla avanza la construcción del puente



Puente de Oleron.



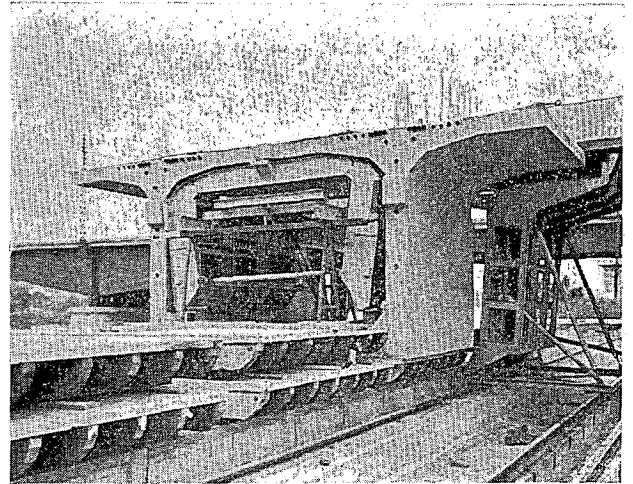
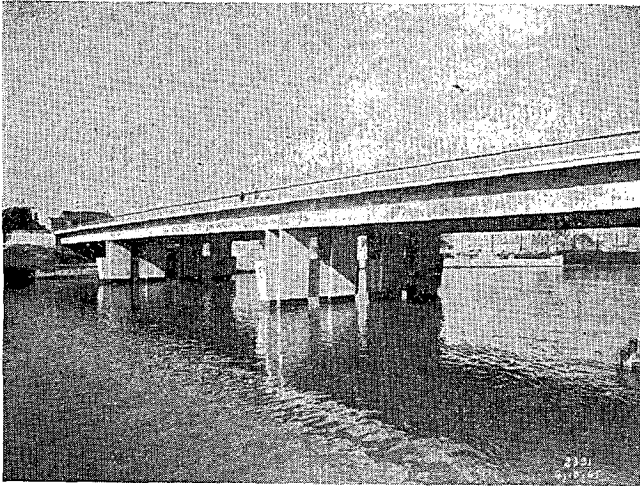
Puente sobre el Sena, en París.



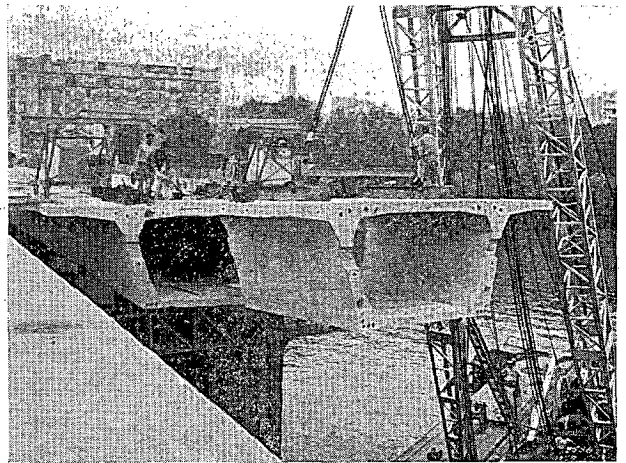
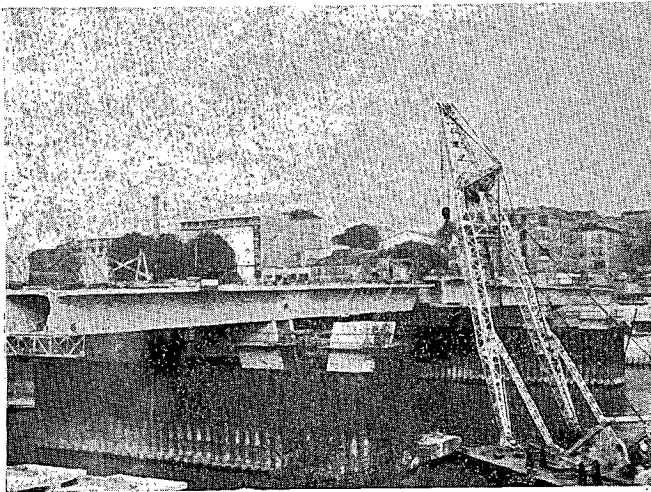
Puente de Burdeos (3°).

PUNTES FRANCESES CONSTRUIDOS POR DOVELAS EN VOLADIZO

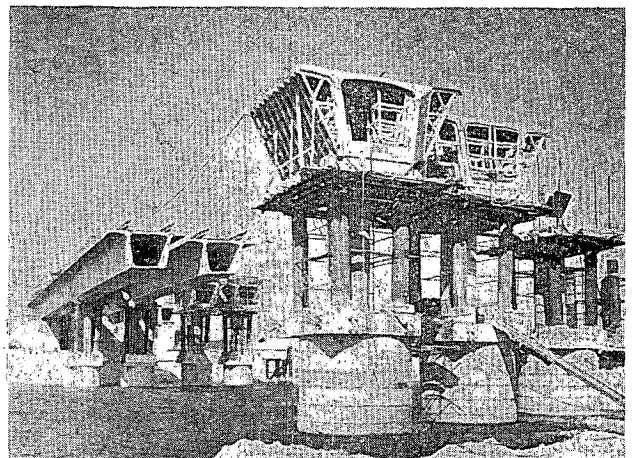
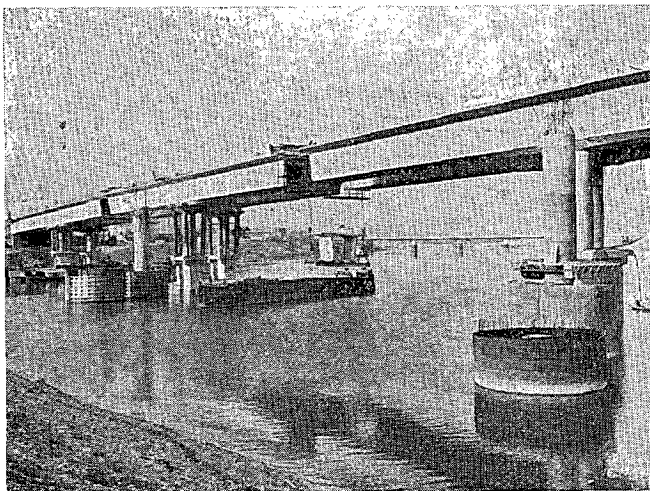
CAMPENON-BERNARD
Pretensado: Freyssinet



Puente de Choisy-le-Roy (1964).



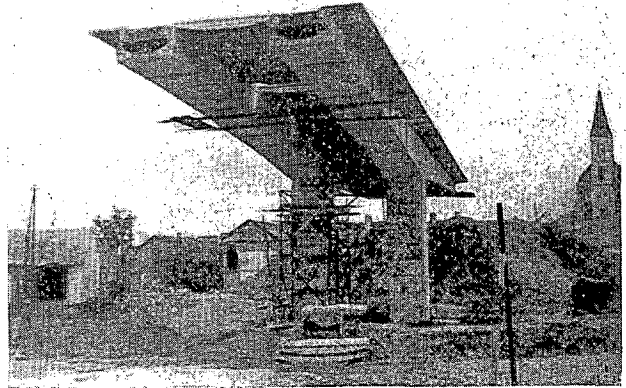
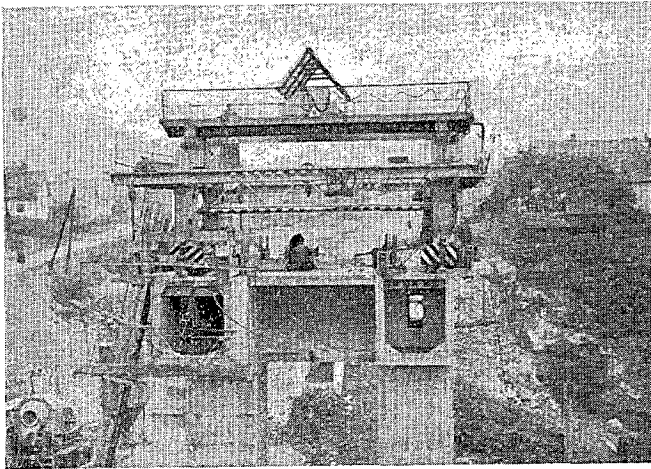
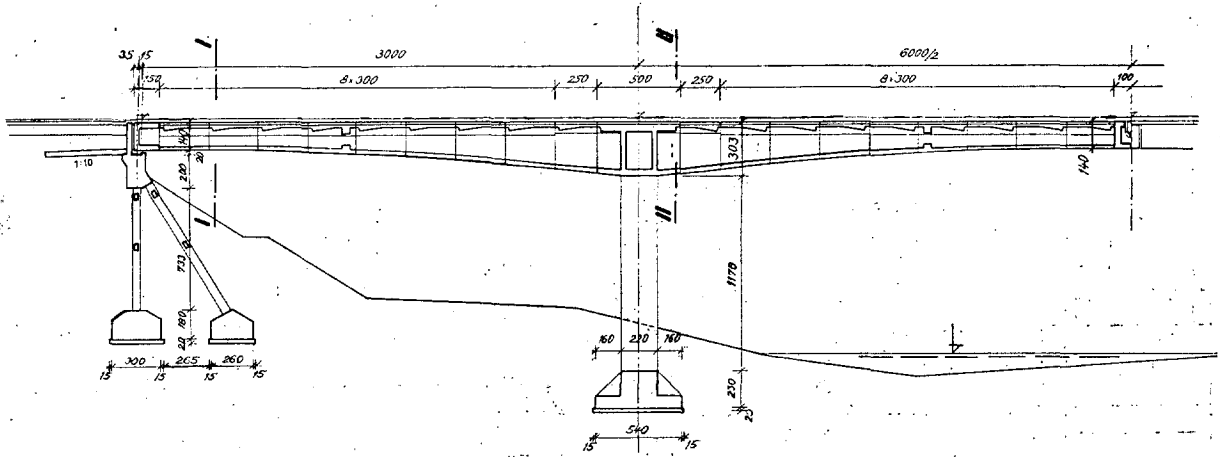
Puente de Courbevoie.



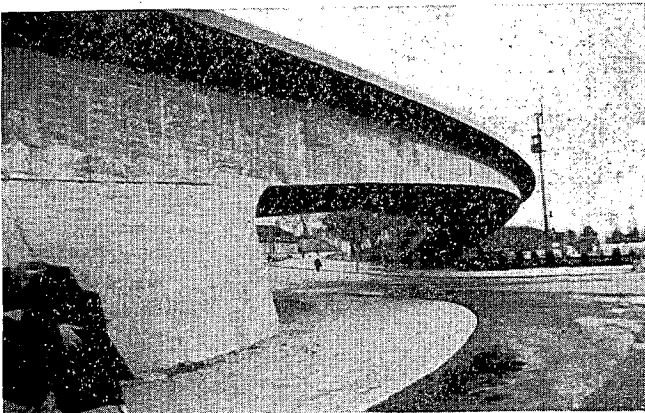
Puente de Pierre Benite.

Fotos Berangeur

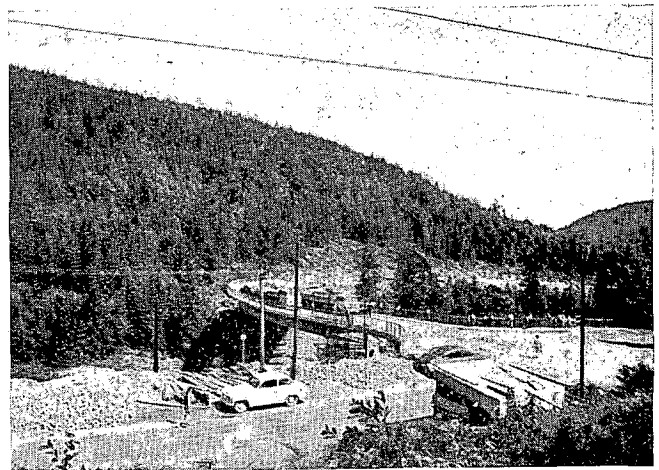
Puentes en Checoslovaquia



Puente de Sirniku, ejecutado por dovelas en voladizo 30 + 60 + 30.

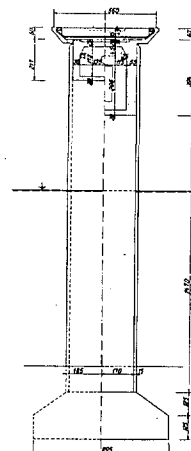
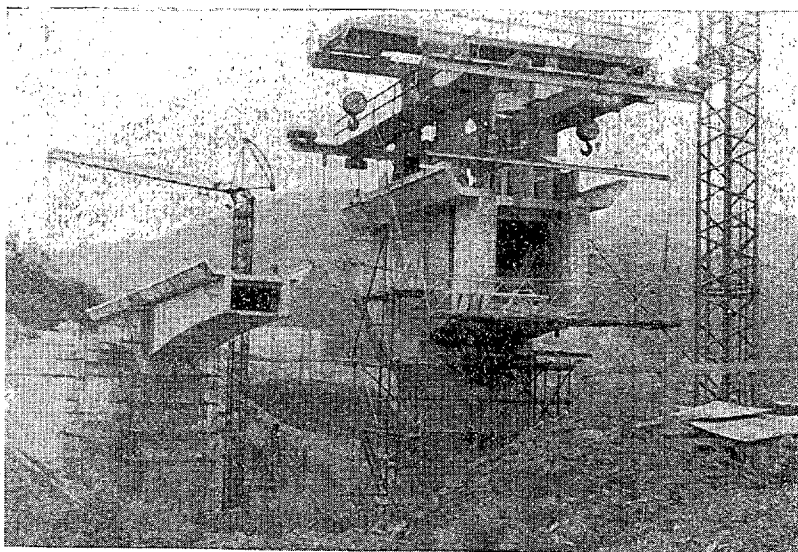
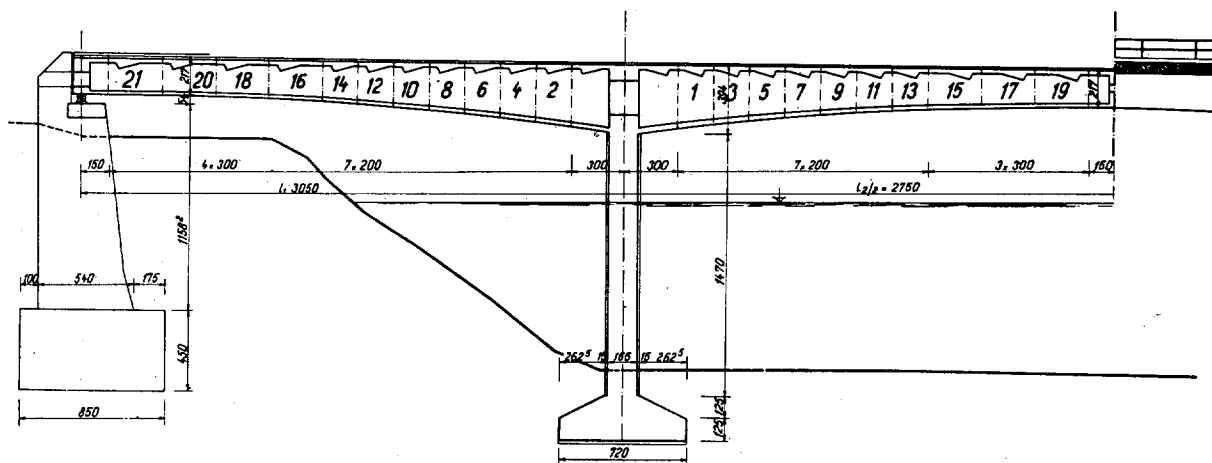


Viaducto de Rybářské, en Brno.

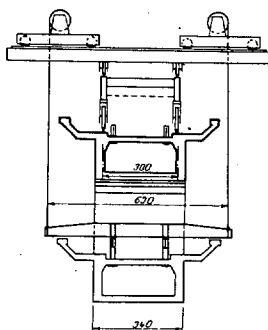
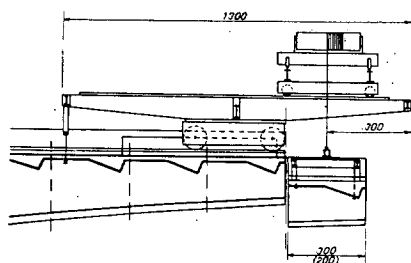


Puente de Jizevu, sobre el Korenove, 2 x 42,00.

PUENTE FERROVIARIO REALIZADO POR DOVELAS EN VOLADIZO (CHECOSLOVAQUIA)



Puente de Hornad, en Margecanoch, 30,5 + 55,0 + 30,5.



sobre la dársena del Guadalquivir, con dos vanos de 56 m., que se realizarán por dovelas en voladizo a partir de la pila central. En este caso las dovelas son de 80 Tn., pues se van a construir en la orilla y transportar por flotación. También se ha comenzado el puente de Priego, en el mismo embalse de Iznajar, con un vano de 70 m., que se construirá por avance en voladizos sucesivos, pero en este caso por deslizamiento de cimbra y encofrado.

Los franceses, que habían construido los puentes por voladizos sucesivos que ya hemos indicado con los sistemas de pretensado SGTM y Freyssinet, acometieron el procedimiento de las dovelas en una serie de proyectos de la STUP que construyó Campenon-Bernard. El primero fue el puente de Choisy-le-Roi, sobre el Sena, construido en 1964, seguido por los de Courbevoie, Pienne Benite y los tres de Burdeos, con su culminación en el de Olerón, de los cuales nos hemos ocupado en el artículo anterior. En el año pasado, tenemos el del Boulevard Peripherique de París, sobre el Sena.

También corresponde a este procedimiento el gran puente del Oosterhelde, en Holanda, con dovelas gigantes, pues la principal pesa 600 Tn., que es la de apoyos, completando otras seis los dos medios voladizos que se construyen desde cada pila para formar los 50 vanos de 95 m., que sumados a los de avenidas para completar los 5 021 que integran el puente. También nos hemos referido a él en el anterior artículo. Para completar las direcciones de este procedimiento, tenemos en Inglaterra el de Taf-Fawr y en Méjico el de San Nicolás.

En el congreso de París de la FIP del pasado año, presentó Checoslovaquia su contribución al tema, con un ataque sistemático que culminará en el viaducto de Nusle, en Praga, que se terminará en el año 1970, fecha del próximo Congreso a celebrarse en esta misma ciudad. Anteriormente habían construido una serie de puentes por voladizos con avance de encofrado, entre los cuales el de Ultavu, sobre el Zvikova, con dos vanos de 84 m. y dos laterales de 48; el de Hlohovici, con vanos de 56 + 80 + 56 (1961-64), y el de Kolarove, con cinco vanos de 31,50 + 3 × 61,50 + 31,50 (1963-65).

Después se decidieron por la utilización de las dovelas prefabricadas y realizaron una serie de experiencias para poner a punto el procedimiento estudiado por L. Borovicke. El laboratorio de la Construcción de Bratislava, ensayó

series de vigas pretensadas a cargas estáticas, dinámicas y alternativas, tanto monolíticas como integradas de dovelas enlazadas por varios procedimientos. Se estudió en modelo reducido las condiciones tensionales y de deformación de las dovelas, desde el momento de su incorporación hasta el final de la construcción del voladizo. Se estudió la dovela en sí, con el proceso tecnológico de fabricación y desde el punto de vista de la unificación de dimensiones, para construir puentes entre 50 y 120 m. de luz y con anchuras diferentes. También se realizó un equipo de montaje universal para construir puentes de carretera y de ferrocarril.

Esto llevó a la construcción del puente del río Sirniku, con tres vanos 30 + 60 + 30 y anchura de 11,00 m., que sirvió de experiencia definitiva tanto en lo que se refiere a procedimientos constructivos como a la experimentación directa midiendo tensiones y deformaciones, en construcción y en servicio. Se utilizaron dovelas de 20 toneladas, que se construían en taller central transportándose a obra en trailer apropiado y montándose en su sitio mediante dispositivo elevador, que era un carro que se trasladaba de un extremo al otro del dintel, soportando la dovela para ajustarla a su posición definitiva; después se rellenaba la junta, hasta dejarla definitivamente incorporada por el pretensado de cables.

Este puente se construyó en los años 1964-65 e inmediatamente se aplicó el procedimiento a un nuevo puente, ahora de ferrocarril, en Margecanoch, con tres vanos 30,5 + 55,0 + 30,5 metros de cajón único, troceado en dovelas con peso hasta 35 Tn., montadas con el mismo dispositivo utilizado en el puente anterior. Se colocaban simétricamente desde las dos pilas, habiendo hormigonado en su sitio longitudes de 6 m. a ambos lados de las pilas. Las unidades de pretensado utilizadas eran de 24 redondos de 7 mm., con una potencia útil de 100 Tn. Este puente se construyó en 1965-66.

El viaducto de Nusle, que ya hemos dicho está en construcción, constará de cinco vanos 68,25 + 3 × 115,50 + 68,25, y será para carretera y ferrocarril, con tableros superpuestos, lleva pilares solidarios de poca rigidez dada su altura. Se estudió el comportamiento de la estructura en modelo reducido por el método Beggs, por fotoelasticidad y en modelo tridimensional de plástico.

VIADUCTO DE LENNENTAL (ALEMANIA), DYWIDAG

Longitud total: Luces máximas: 45.50 m. Latitud: 31,75.

