

## PUENTES DE FABRICA DURANTE LOS AÑOS 1969-70(\*)

Por CARLOS FERNANDEZ CASADO

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

*Se reanuda la serie de artículos que el profesor de la asignatura de Puentes de Fábrica viene publicando desde el año 1952; y que se interrumpió el año pasado al celebrarse en ese mes de junio el VI Congreso de la Federación Internacional del Pretensado, donde se pasó revista a las obras realizadas en el cuatrienio anterior, aparte de presentar otras en construcción. Por este motivo el autor juzgó oportuno concentrar dos años en uno, que se publican en el artículo siguiente y en otro del mes próximo.*

### INTRODUCCION

La ocasión del Congreso de Praga celebrado en junio de 1970 sirvió de revista a lo que se había realizado en el cuatrienio anterior, lo cual, aunque ha producido una distorsión en la serie de artículos que venimos publicando, al quedar sin redactar el que correspondía al pasado año, nos permite hacer una síntesis más amplia con respecto a la evolución que viene desarrollándose en los puentes, pues en definitiva son los pretensados los que marcan la pauta, ya que incluso han tenido trascendencia, aunque de modo indirecto en los puentes de arcos.

No ha habido ninguna variación espectacular, sino por el contrario, consolidación de los caminos marcados anteriormente, ya que el procedimiento constructivo de empujar dinteles se había aplicado ya con pleno éxito en el puente

de Caroní. Los demás procedimientos: avance por voladizos sucesivos mediante carro o mediante dovelas y la cimbra autolanzable han seguido su marcha progresiva, y a ellos se suma este otro sistema que acabamos de indicar.

Las vigas prefabricadas lanzadas longitudinalmente o colocadas con potentes grúas siguen también ampliando su campo en dos direcciones: en la primera, aumentando luces al montarse sobre pilas en T o en TT, cuya parte de dintel se construye *in situ*, y en la segunda, al anular la defectuosidad importante correspondiente al gran número de juntas, al dar continuidad después del montaje, con lo cual se mejoran además las condiciones de resistencia a las sobrecargas.

Otro de los aspectos interesantes es la ampliación del campo del hormigón ligero estructural al irse sumando las aportaciones de diversos países e incrementándose las luces correspondientes. Las máximas son: la de 85 m del

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la redacción de esta Revista hasta el 30 de noviembre de 1971.

paso sobre la autopista Münster-Bremen y la de la pasarela sobre el puerto fluvial de Wiesbaden con 96 m, de las cuales nos hemos ocupado ya en artículos anteriores.

En cuanto a normas de cálculo se han publicado definitivamente las propuestas por el Comité conjunto FIP-CEB, que comprende hormigón armado y hormigón pretensado, considerando todas las situaciones intermedias. En este aspecto resulta también interesante las realizaciones en hormigón parcialmente pretensado en puentes, de los cuales había varios ejemplares en la comunicación belga, así como un estudio comparativo económico.

Los estudios para redacción de las normas a que acabamos de referirnos han puesto a punto problemas que vienen investigándose por vías analítica y experimental, como son los de la fluencia lenta bajo cargas, temperatura y retracción. También es preciso destacar, y precisamente sobre estos tres últimos temas, el Simposio celebrado en Madrid en septiembre de 1969 por la Asociación Internacional de Puentes y Estructuras.

#### Alemania.

La contribución alemana al Congreso de Praga proporcionó una revisión de los sistemas constructivos de puentes de medianas y grandes luces, un avance en la utilización del pretensado con hormigón estructural ligero y una aportación hacia el estudio directo de las propiedades más interesantes en cuanto a comportamiento estructural de los materiales.

Los tres sistemas constructivos más interesantes: avance por voladizos sucesivos, construcción *in situ* con cimbra autolanzable y empujamiento han llegado a ponerse a punto definitivamente, y son los métodos más adecuados para puente de grandes luces (hasta 200 metros) la primera y de luces medias (hasta 100 m) los segundo y tercero. Este último, que empleó Leonhardt por primera vez en el puente sobre el Caroni (año 1964), ha reaparecido en estos últimos cuatro años con notables mejoras, siendo muy útil para puentes de luces hasta 50 metros, aunque puede llegarse hasta 100 m introduciendo ciertas variantes. Lo mismo ocurre en el procedimiento de cimbra autolanzable con encofrado incorporado que tiene sus luces óptimas alrededor de los 50 m, pero que puede lle-

varse hasta 100 m (puente de Eiserfeld, ya considerado en artículos anteriores) combinando con el sistema de avance por voladizos sucesivos.

En el sistema de empujar puentes de Baur-Leonhardt se han introducido modificaciones. La primera es la de no cambiar el perfil de la armadura activa al final del montaje para quedar de acuerdo con las flexiones máximas en servicio. En Caroni la armadura era inicialmente recta y centrada, ajustándose al perfil poligonal correspondiente en la fase final de la construcción, operación que resultó muy peligrosa y costosa. Tampoco hay que esperar a terminar todo el puente para comenzar a empujar, sino que se va empujando por fases cada vez que se consolida un nuevo trozo que viene a tener la longitud de la mitad o tercera parte del vano tipo. Otra operación penosa que se ha suprimido es la de levantar todo el tramo que se empuja cada vez que se ha producido un avance igual a la longitud del camino de deslizamiento sobre cada apoyo, pues ahora el dispositivo de teflón queda fijo sobre el apoyo y únicamente hay que ir disponiendo unas placas de deslizamiento de acero inoxidable en la cara inferior del puente que va a pasar sobre el teflón, placas que son independientes y se van adaptando a dicha cara cuando van siendo precisas, recogiendo después del paso para volver a adaptarlas. En luces alrededor de 50 m, el tramo desliza sobre las pilas definitivas, pero si se pasa de dicha luz es preciso intercalar pilas provisionales para evitar la gran luz del vuelo. El efecto accidental de estas condiciones de trabajo se mitiga también empleando un pico de avance metálico. Además, para complementar la armadura estricta del tramo, que es la correspondiente a su posición definitiva y, por consiguiente, resultará inadecuada en posiciones intermedias, se utiliza una armadura que unas veces se recupera y otras queda definitivamente. En este caso puede ir dentro del cajón, pero fuera del hormigón, pero también puede quedar al exterior y quedar levantada por arriba sobre torre provisional. El sistema resulta especialmente ventajoso en puentes de ferrocarril o acueductos donde la relación de sobrecarga a carga permanente es siempre más elevada que en carretera.

En voladizos sucesivos con carro tenemos el viaducto Saverland, con 438 m de longitud y vanos continuos de altura constante, con luces

entre 55 y 68, construido avanzando el carro desde una extremidad a la otra, ayudando los vuelos con péndolas inclinadas que cuelgan a partir de la mitad de la luz.

En cuanto a la estructura de lámina colgada de Dywidag, conocida por la designación alemana "span-band", ideada por Finsterwalder y utilizada en diversas ocasiones para proyectos hasta 400 m de luz (concurso internacional de puentes sobre el Bósforo), ha empezado a realizarse en ejemplares hasta ahora de luces pequeñas:

- Pasarela para peatones con 27 m de luz y 19 de longitud, de lámina sustentada en dos pilas en T que se atirantan por ambos lados a macizos enterrados de  $7 \times 10,00 \times 3,00$  de sección distanciados 18,00 m. Se construyó para la Exposición del Japón de 1969.
- Pasarela de paso sobre la carretera nacional núm. 3, en Suiza.

En hormigón ligero tenemos el récord en puente con el paso sobre la autopista Westfalen-Lippe, con 85 m de luz, pues en pasarelas sigue siendo la del puerto fluvial de Wiesbaden.

## Francia.

Una de las particularidades más interesantes de la comunicación francesa al Congreso fue la descripción de los puentes construidos mediante empujamiento del dintel. El procedimiento es análogo al utilizado en el puente del Caroni, pues como en aquél las placas de teflón caminan con el dintel, por lo cual es preciso antes de salirse del camino de deslizamiento, elevar todo el tramo y retrasar a su posición inicial las placas de teflón. El procedimiento se ha aplicado a un puente acueducto y a puentes de carretera. En el acueducto de L'Abéou tenemos una caja cuadrada de  $5,85 \times 5,85$ , englobando con paredes mínimas de 0,40 una conducción circular de 5,05 de diámetro, siendo el dintel continuo en cinco vanos de  $8,50 + 30 + 2 \times 33 + 30 + 8,50$  m. Se moldeó por secciones de 11 m y se empujó con pico metálico de 7 m y un refuerzo de pretensado de 5 Tm de acero únicamente, sin colocar apoyos intermedios provisionales. La velocidad de desplazamiento fue

de 1 m/hora. Se trata de la primera de las obras realizadas en Francia.

También se ha aplicado el procedimiento a tres puentes: el Champigny-sur Yonne, con vanos de  $35 + 70 + 35$  m, el de Bresiley sur L'Ognon, con  $22,5 + 46 + 22,5$  m., y el de Val de La Boivre, con  $35,70 + 5 \times 43 + 35,70$  m. En los dos primeros dada la diferencia de luz de los vanos, la operación se hizo desde ambas orillas, llegando con las dos mitades hasta el centro del vano principal, donde se empalmaron. En cambio para el tercero, con luces muy similares, se procedió desde una de las orillas llegando a empujarlo en toda su longitud. Se dispuso un pico de lanzamiento y un refuerzo de la zona que había de trabajar en ménsula libre, con armaduras activas externas ancladas en una torreta metálica provisional.

En la construcción por voladizos sucesivos los franceses tienen una brillante tradición, tanto en dovelas como en construcción por carro. Por este último procedimiento uno de los puentes más logrados es el de La Pyle, en el embalse de Vouglans, con cuatro vanos continuos de  $65 + 2 \times 110 + 65$  m solidarios de las pilas que, por su gran esbeltez debida a la altura y a la sección en doble T, pueden soportar variaciones de temperatura y frenado. La solución típica de Courbon en dintel de cajón rectangular enrasando con pilas en latitud de 5,20 m y altura variable desde 2,30 a 6,50 m. Se presentaron problemas debidos a la acción del viento por la torsión que se producía en los voladizos, al tener una gran superficie expuesta en la protección del tajo de avance donde se había hecho cubierta y hermética la zona de movimiento de obreros y hubo necesidad de anclar al suelo para darle estabilidad. También hubo problema en las extremidades del tablero que se anclaban a los estribos teniendo en cuenta que se desequilibraban los brazos por diferencias del peso propio y por el del carro del orden de 70 Tm, habiéndose construido para el último trozo una viga andamio de gran resistencia anclada al estribo que absorbía las diferencias.

En la ejecución por dovelas en voladizos la Empresa Campenon Bernard ha continuado su magnífica serie en el puente de aguas abajo para el Boulevard Peripherique.

Una aplicación importante de la cimbra-encofrado autoportante (creemos que es la primera en gran escala en este país) se ha hecho en una

serie de grandes viaductos de la autopista Rocquebrunne a la frontera italiana, con luces de 32 a 50 m y longitudes desde 104 a 520. En total una longitud de 4684 m en 110 tramos. Se adoptó una sección transversal ( $2 \times 10,22$  m) de dos cajones independientes de anchura 5,50 metros que es la de las pilas conservando altura constante con dos valores de 2,20 hasta 40 metros de luz y de 2,80 para los de 50 m. La construcción se ha llevado a cabo mediante cimbra autolanzable construida por secciones para adaptarse a las diversas luces, dándole una longitud que sumada a la del pico abarcara dos vanos. Por condiciones de los accesos a la obra el encofrado se colgaba de la cimbra, la cual se apoyaba sobre las pilas por intermedio de unas torretas. Las pilas que llegan a 60 m de altura son de sección doble T con el alma orientada en sentido transversal y las cabezas con fuste del 2 por 100; se construyeron mediante encofrado deslizante.

En pasos a distinto nivel las obras más importantes las tenemos en el Boulevard periphérique de París, donde se reúne una gama completa de realizaciones, muchas de ellas ejemplares, de las posibilidades de los distintos materiales y especialmente el hormigón pretensado con respecto a luces, oblicuidades, curvaturas, etcétera.

### Inglaterra.

La realización más interesante en este país ha sido la Western Avenue Extension. Casi 4 kilómetros de viaducto urbano en secciones que llegan a longitudes de 1280 m, como en la sección I que tiene un círculo de énfase completo sin juntas transversales, pero con apoyos para deslizamiento en dirección radial; luces de 25 a 35 m realizadas con dovelas sobre cimbras. La sección V tiene luces de  $44 + 17 \times 61,50 + 44$  m, algunas en curvas de gran peralte y en continuidad total, lo que supone una junta en extremidad tipo Demag con 83 cm de movimiento. La sección es en cajón tricelular trapezoidal con fuertes vuelos y hasta 28,6 m de anchura de plataforma. Se construyó también por dovelas montadas sobre cimbra de un tramo completo. Las dovelas pesaban hasta 135 Tm, pues la latitud de plataforma es la máxima. La sección VI con vanos de 30 m es de vigas prefabricadas en T invertida adosadas para rellenar los espá-

cios *in situ*. Van a veces dos tableros superpuestos con pilares comunes laterales.

Una realización interesante e histórica es la del nuevo London Bridge que sucederá al de 1902. Las luces de  $80 + 103 + 80$  m han permitido suprimir tres pilas dentro del río. Se ha ejecutado en cuatro fajas longitudinales, siendo cada una en cajón bicelular. Las dos primeras se han construido a ambos lados del puente antiguo sin perturbar el tráfico por el mismo y las otras dos han de sustituir a dicho puente. Pilares muy esbeltos también descompuestos en cuatro soportan cada una de las secciones. La construcción se ha hecho también por dovelas que se iban colgando de una pasarela de toda la longitud apoyada en los cimientos antiguos y en algunos avances de los mismos. El vano central tiene dos ménsulas y un dintel apoyado. Han sido 276 dovelas con peso de 30 a 76 Tm, pues la altura varía y la longitud es 2,80 m. Se transportaban por flotación desde el taller y a 3,5 kilómetros aguas abajo. Se unían por junta húmeda.

Una realización muy importante en construcción por voladizos sucesivos con carro ha sido la del puente Kingston sobre el río Clyde, con  $52,5 + 143,20 + 52,5$  m, aunque no sobrepasa los 152,40 m del puente Medway en este país. Los viaductos de acceso son también muy interesantes.

La construcción por dovelas llevadas a montar sobre andamio es un procedimiento clásico en Inglaterra con realizaciones anteriores como Hammersmith y Mancunian, teniendo ahora ejemplos, aparte de los anteriores, en viaductos urbanos como el Fiveways Interchange una obra de 426 m de longitud en dintel continuo de 12 vanos y otra de 357 m en 11 vanos y rampas de acceso.

Un puente interesante por su luz y disposición de sustentaciones es el de Calder en la autopista M-1, del tipo tramo con voladizos de compensación  $17,5 + 73 + 17,5$  m, sustentado en tres puntos únicamente: una articulación esférica fija en una de las pilas (3000 Tm) y dos de rodillos de 2250 Tm en la otra pila para un desplazamiento de 20 cm. Se prevén asientos totales del orden de 1,20 y diferenciales de 46 centímetros por ser un terreno afectado por galerías mineras. Dintel desdoblado en dos mitades desplazadas longitudinalmente; sección cajón trapecial tricelular con fuertes vuelos; altura constante, 3,10 m.

Un puente tipo pórtico en TT con pilares en V es el del río Air, con luces de 44+88+44, se construyó con cimbra total. Lleva articulaciones en sección central del dintel y en los pies de pilares del tipo extrangulación de hormigón en una longitud de 0,165 m, que ha de resistir las 11500 Tm correspondientes a las cargas verticales, así como el empuje debido a forma y el de frenado.

En puentes de arco resulta muy interesante el Scanmonden que ha ganado uno de los premios de la Concrete Society. Tiene una luz de 125 m para salvar la autopista M-62, pasando a una altura de 37 m sobre ella. El tablero es de vigas prefabricadas pretensadas.

También en arcos podemos considerar la pasarela sobre el Pennine Way, que con 67 m de luz soporta un dintel de 95 m de longitud que se confunde con el arco en zona central y va directamente a los estribos sin otro apoyo intermedio. El arco es triarticulado. El dintel se pretensa en los laterales. De tipo análogo es la pasarela de Droppinwell sobre la autopista M-1, con arco de tres articulaciones que se funde en el centro con el dintel y se abre después en dos ramas para mayor estabilidad transversal. El descenso al nivel normal se realiza en rampa helicoidal sustentada en cuatro pilares cilíndricos.

Como caso extraordinario se presenta el paso superior de canal sobre la autopista M-5 en Ray Hall.

En puentes ferroviarios, este país ha sido de lo más favorable a su utilización, tenemos el Besses o'thebarn para la London Midland Region, con longitud de 162 m en tres vanos continuos, 36+90+36, con sección transversal muy original en cajón intermedio, llevando las plataformas para las dos vías en bandejas que prolongan la cabeza inferior. Otro es el Frodsham, un arco atirantado de 63 m con péndolas inclinadas y tablero inferior. Se construyó al costado del puente antiguo y se ripó a su posición.

En el desarrollo del hormigón ligero estructural tenemos que mencionar un puente experimental para camino forestal con un vano de 16,8 metros formando por vigas en T invertida prefabricadas y colocadas adosadas para rellenar espacios con hormigón también ligero. El peso específico es de 1890 kg/cm<sup>3</sup> y la resistencia 350 kilogramos/centímetro cuadrado. Se hacen simultáneamente experiencias en laboratorio.

## Austria.

En este país, el procedimiento típico constructivo para puentes de alguna importancia es el de la cimbra-molde autolanzable, mediante la cual se han construido una serie de puentes de características muy diferentes en la autopista del Brennero, siendo el más importante el Luegbrücke, con 1804 m, al cual ya nos hemos referido en otra ocasión. También son de gran importancia los de Felper y Obernerg, con luces de 45+55+3×65+55+45 en curva de 800 metros y alturas hasta 70 m el primero, y una longitud de 460 m con luces de 45+55+4×65+55+45 en curva de 400 m el segundo. Ambos, con secciones transversales análogas, han permitido utilizar la misma cimbra constructiva obteniendo notable economía y rapidez.

También se ha llevado a cabo por este sistema el viaducto de ladera Saag en el trozo Klagenfurt-Villach, donde se han desarrollado longitudes de 1611 y 1581 en las dos obras en que el viaducto se desdobra. La luz normal de 30 m se repite en 50 vanos, completándose el total con vanos de 35,80 m y 40,00. Se instalaron sendas cimbras autolanzables en las dos obras con peso de 150 Tm cada una. Se terminó en 1969.

En este país se emplea poco la prefabricación en puentes de alguna importancia, siendo la mayoría de los puentes continuos por ahorro de juntas, pues incluso se construyen puentes por tramos aislados y se les da continuidad posteriormente (puente nuevo sobre el Danubio, en Viena).

En avance por voladizos sucesivos con carro tenemos el viaducto de Stery, con vanos de 31,20 + 36 + 40 + 50 + 45,50, avanzando desde una extremidad y ayudando al voladizo con tirantes dobles desde la mitad de la luz.

Un caso de sistematización de obras importante ha sido el de la autopista Viena-Villach, en la zona de Kärnten, donde un grupo de cinco viaductos con longitudes entre 226 y 472 se ha realizado con un tipo de obra de tablero continuo en TT de altura constante 3,00 para vanos entre 40 y 57 m sobre tabiques de 7,90×0,80, a excepción del puente de Drasing, que es el de mayor longitud; donde son de forma hexagonal, con aligeramientos internos, y en el de Gurlitsch, que es el más corto, donde son parejas de pilares de 1,60×0,80. La construcción se llevó a

cabo mediante andamio de tubo en toda la altura y encofrado de madera, por tramos de un vano con junta próxima al cuarto de la luz.

Se han construido en 1968-70 tres puentes por el sistema de prefabricación continua y empujado sucesivo. Los tres se encuentran paralelos y muy próximos, dos correspondían al desdoblamiento de un puente de la autopista Rosenheim-Bozen con  $58+3 \times 102+84$  m, y el tercero, de carretera, con  $58+60+62+2 \times 102+84$ . Se ha utilizado el sistema Leonhardt.

En puentes de ferrocarril tenemos el doble vía sobre el Murg, en Peggau, con 135 metros de longitud, en tres vanos continuos de 45 metros, situado en curva de 150 m, que da lugar a un peralte importante. La sección en cajón trapecial constante para cada una de las vigas queda deformada por el peralte, y varía en espesores desde el centro a los extremos. En la construcción se ha adoptado una innovación notable que consiste en prefabricar unas rebanadas de dintel con la adición de un brazo para recoger la barandilla y apoyar la acera, dejando en su espesor las ventanas correspondientes para el paso de las armaduras activa y pasiva. Estas rebanadas se colocan cada 4 metros, guiando barras y cables y quedando incorporadas a la estructura definitiva. Se construyó sobre cuatro apoyos intermedios por vano que soportaban vigas metálicas longitudinales en plan de viga armada utilizando encofrado metálico interno y externo.

Una pasarela singular es la Wendel, paso sobre autopista con rampa helicoidal en uno de sus accesos. Esta rampa tiene un desarrollo de 113,81 m en  $360^\circ$ , con pendiente del 7 por 100 y un solo apoyo intermedio con base de  $4,20 \times 0,65$  y articulación. La sección es trapecial, con aligeramientos circulares, y los cables se desarrollan en toda la longitud, tesándose por un extremo, admitiendo una pérdida del 60 por 100.

## Bélgica.

En este país se siente la preocupación de racionalizar la construcción de puentes, y especialmente los viaductos de autopistas, donde dadas las dimensiones importantes de longitud y anchura de la plataforma pueden resultar un gran número de elementos idénticos. En estos

casos se utiliza la prefabricación de vigas para montar en tramos simplemente apoyados, dando continuidad posterior para reducir al mínimo el número de juntas de calzada. En algunos casos se han prefabricado además de las vigas longitudinales las losas de tablero, las vigas cabezal y hasta los pilares. Ejemplos de esta prefabricación integral son los siguientes puentes:

*Viaducto de Wauthier-Braine*, de 587 m de longitud, repartido 24 vanos de 24,48 m de luz, subdividido en cuatro zonas, con apoyos para resistir el frenado en estribos y en pila central. Las demás pilas son grupos de seis columnas cuadradas de  $85 \times 85$ , con articulaciones de estrangulación en cabezas y pies.

*Puente de Bouillon*, de 190 m de longitud, en tramo continuo con cinco vanos de 30 y dos extremos de 20, cinco vigas longitudinales, vigas cabezal en T invertida embebidas en el tablero, pilares de columnas gemelas circulares.

*Puente de Gentbrugge*, de 41 vanos de 33,77 metros, dos de 43 y dos de 44, con 13 vigas longitudinales, sección doble T y tablero superpuesto, pilares de perfiles en T con viga cabezal solidaria.

Para aumentar las luces posibles con vigas prefabricadas se utiliza el tipo de pilas en TT, con doble fila de columnas y tablero solidario volando por ambos lados. Así, en el *viaducto de Hal* tenemos el tablero dividido en trozos de 10,00 m solidarios de los pilares construidos *in situ* y trozos intermedios prefabricados de 18 metros, con ocho vigas doble T y tablero superpuesto. En este viaducto la zona extrema corresponde al paso del río con tres vanos continuos de  $27,80+64,30+28,30$  sobre apoyos en V de piezas inclinadas doblemente articuladas.

Otro viaducto importante de este tipo es el de Kraainem, en el cual se llega a tres luces totales de 80 m, con vigas prefabricadas de 28 metros, que se apoyan sobre dos dobles ménsula solidarias de las pilas. Estas son de sección doble cajón, con altura variable, mientras que los tramos intermedios son de cinco vigas de altura constante y tablero superpuesto construido *in situ*.

Otro puente con apoyo en V es el del Mosa, en Ougree, que consta de tres vanos de 54 metros, flanqueado por uno de 38,10 y otro de

31,65. Se construyó sobre cimbra con un tablero celular de 17,56 m de latitud y 2,10 de altura constante. Se introdujeron articulaciones para hacerlo isostático, pues se trata de una zona minera con asientos posibles importantes.

El *viaducto de Thuin* es un caso de gran complicación constructiva, pues se desarrolla en planta de S con los peraltes correspondientes y fuerte pendiente longitudinal en una longitud de 249 m, con vanos continuos desde 12,00 a 60,00 m y variando además el ancho de calzada, ya que tiene incorporación y salida en el trayecto. El cálculo fue también muy complicado y se desarrolló mediante análisis por diversos programas de ordenador y mediante modelo reducido experimental. En la construcción se realizaron ajustes en diversas secciones.

Un puente construido por voladizos sucesivos con dóvelas prefabricadas de 35 m es el de *acceso a la esclusa de Kattendijk*, en Amberes, con vanos laterales de 30 y uno central de 60 m. Los laterales se construyeron por mon-

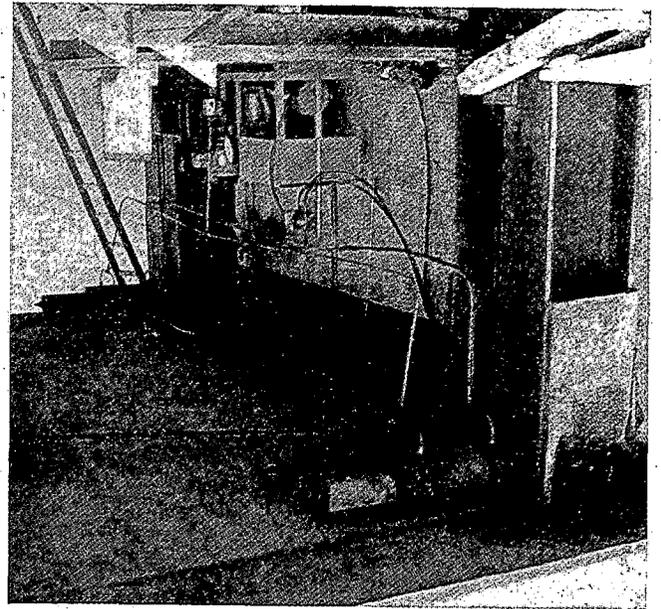
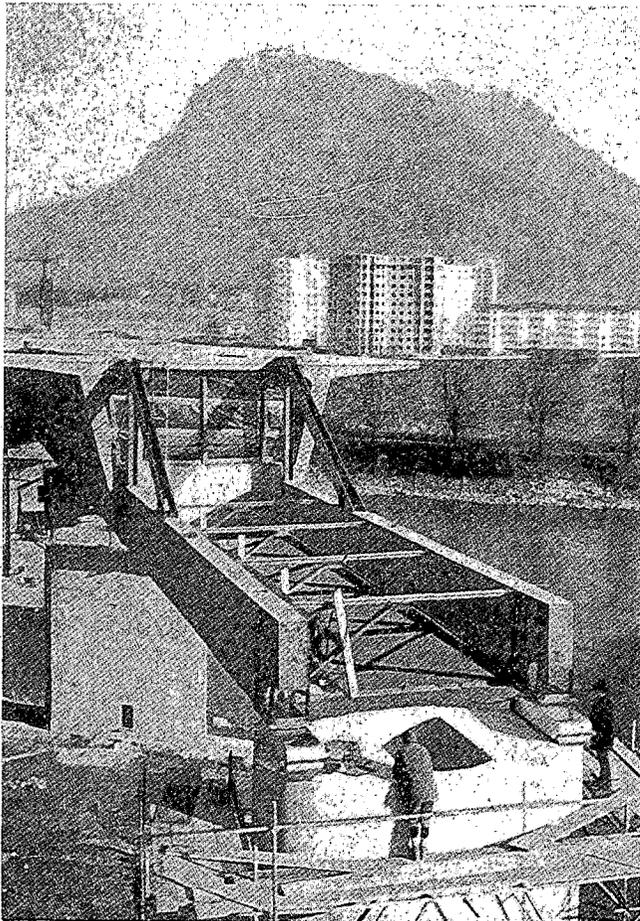
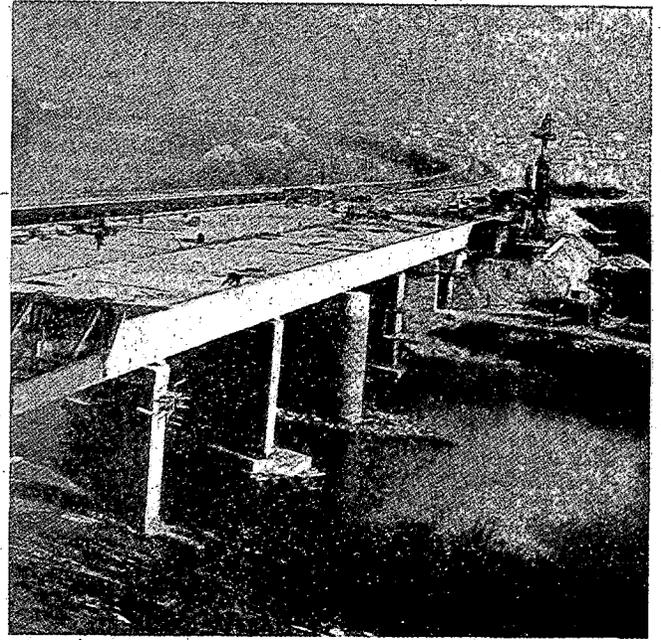
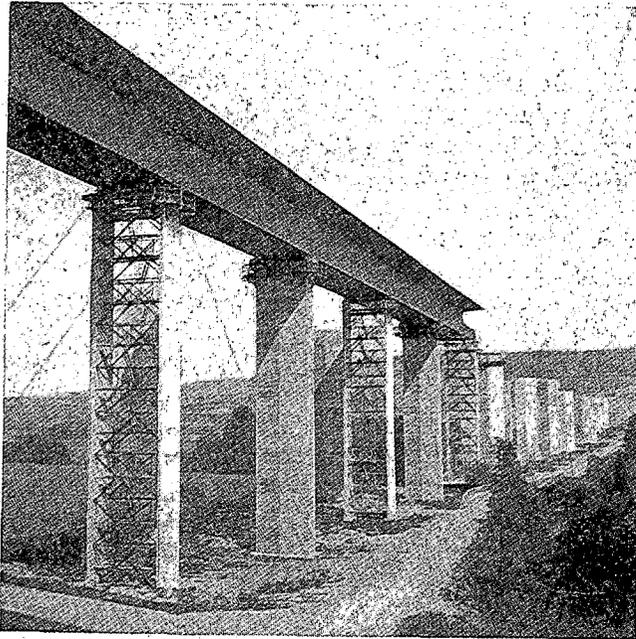
taje de vigas y losas prefabricadas a las que se daba continuidad *a posteriori*.

Otro puente importante construido por voladizos sucesivos con carro es el de *Huccorgue*, de 280 m de longitud, en tres vanos continuos de 75+130+75 m en dos obras gemelas con 16 m de altitud. Sección cajón bicelular de altura variable desde 1,90 a 9,10 m con 3,10 metros en el centro. Se ha pretensado longitudinal, vertical y transversalmente.

Una serie de puente de tres vanos en tramos-ménsulas se han construido con hormigón en pretensado parcial en *Massenhoven*, sobre el canal Alberto, 30,50+61,00+30,50; en *Eingelbizen*, sobre el mismo canal, con 45,00+89+45; en *Brujas*, sobre el canal Brujas-Ostende, con 30+60+40. También se ha adoptado este mismo sistema en el viaducto *Wilrijle*, con una longitud de 1288, con 39 vanos de 30 m y tres de 40 en acero Preflex, con un tablero de 30,60 m de latitud, que daba lugar a 663 vigas que se prefabricaron así como las losas de enlace.

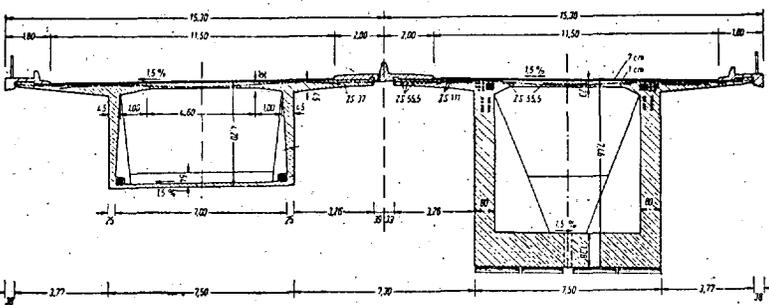
# PUENTES CONSTRUIDOS POR EMPUJAMIENTO EN ALEMANIA

SISTEMA: BAÜR-LEONHARDT



Gatos para empujamiento.

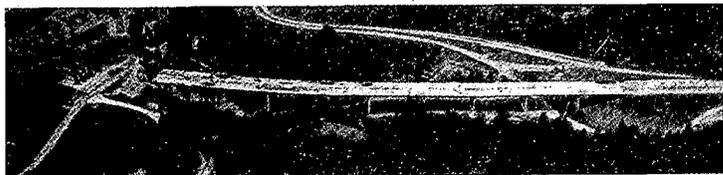
Pico de lanzamiento metálico.



PUENTE DE DURCHSTICH SOBRE EL NECKARSULM  
 LEONHARDT & ANDRA = ZUBLING AG  
 Luces: 80 + 151,20 + 80.

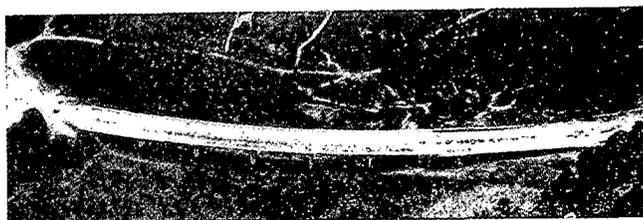
PUENTES CONSTRUIDOS CON CIMBRA-ENCOFRADO AUTOLANZABLE

VIADUCTO DRASSING



Luces: 38 + 9 x 44 + 38.

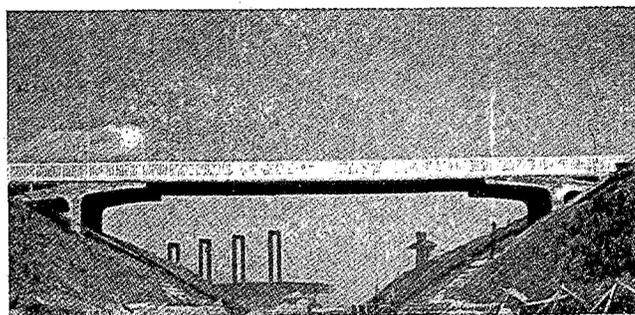
VIADUCTO SALLACH



Luces: 33 + 4 x 40 + 33.

PUENTES SPANN-BAND

Puente de la Exposición Internacional del Japón.



Puente en la carretera nacional núm. 6 (Suiza).

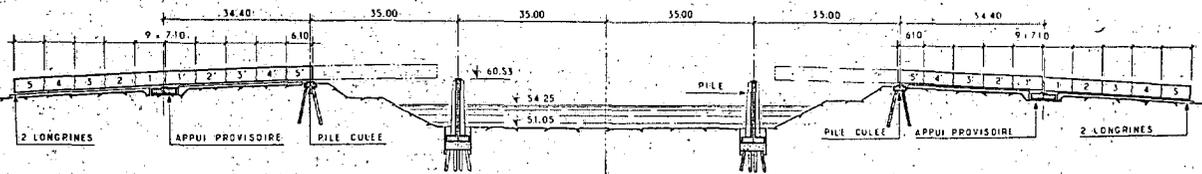




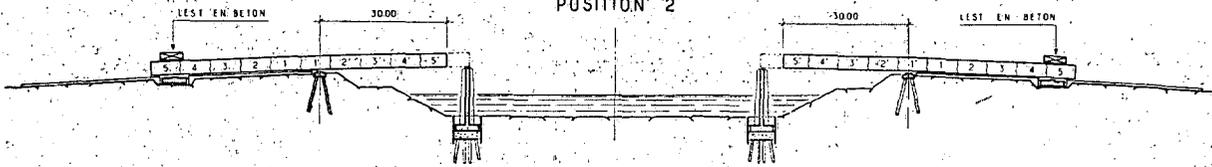


PUENTE DE CHAMPIGNY-SUR-YONNE

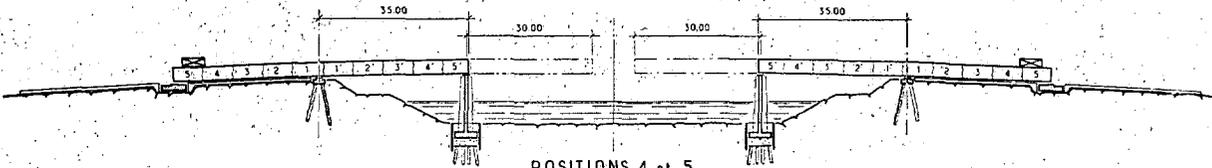
POSITION 1



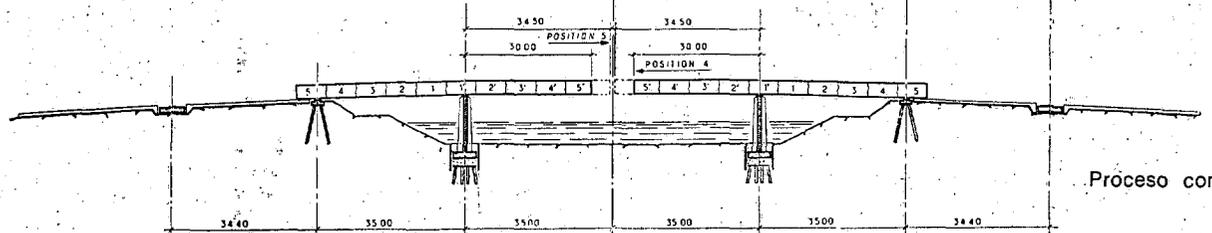
POSITION 2



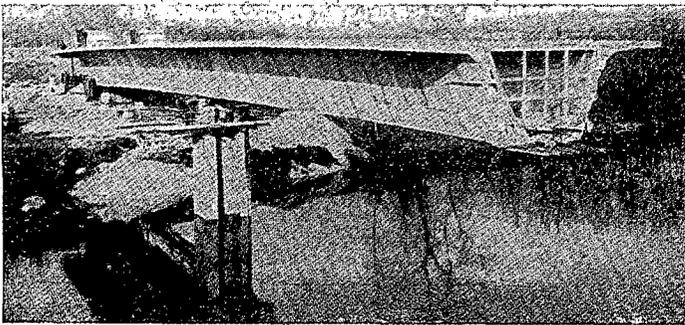
POSITION 3



POSITIONS 4 et 5

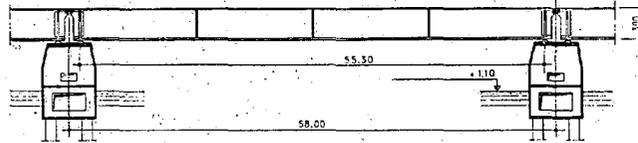


Proceso constructivo.



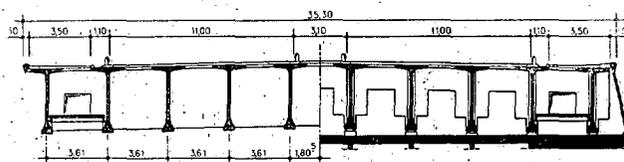
Durante el empujado.

NUEVO PUENTE DE ABIDJEAN

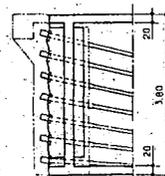
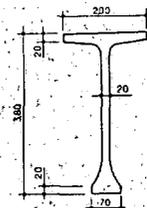


Ejecución sección transversal.

Sección longitudinal.



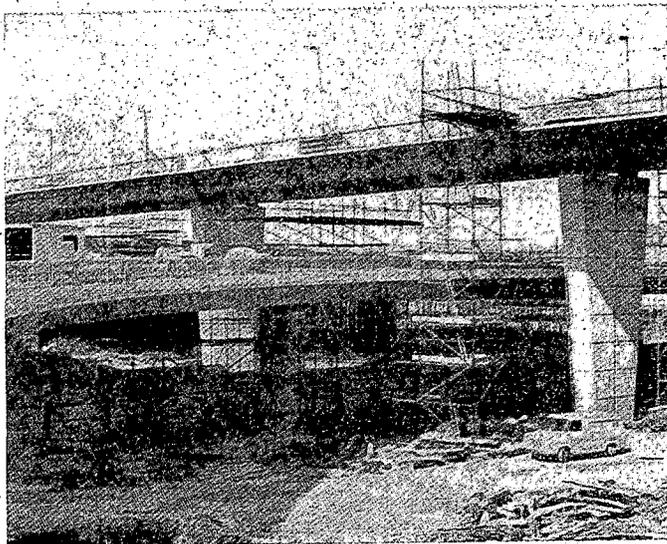
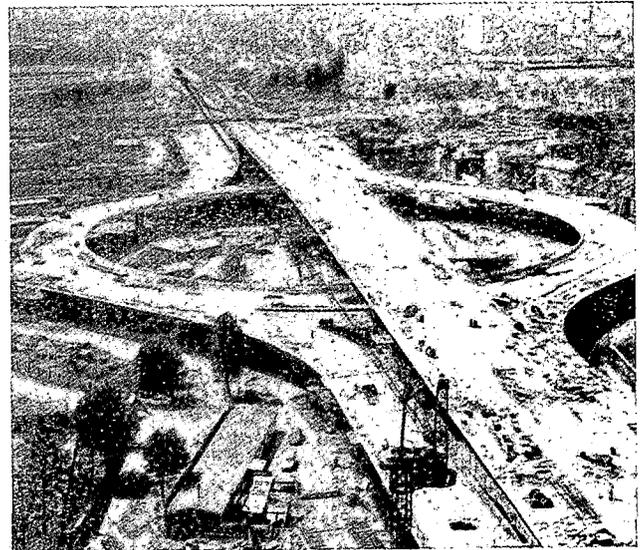
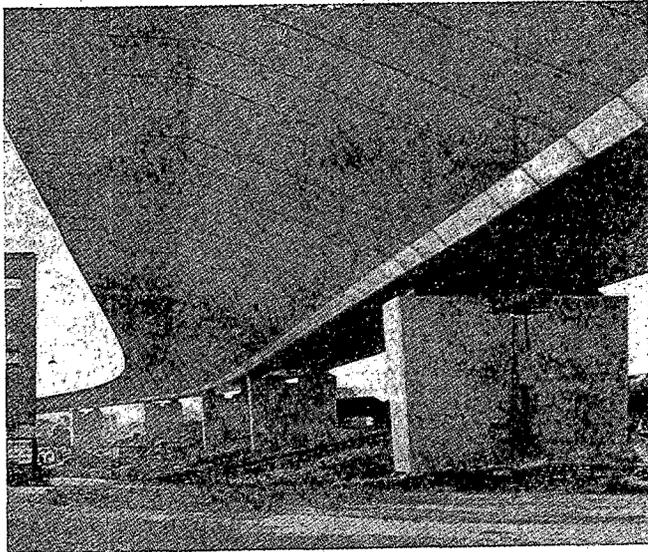
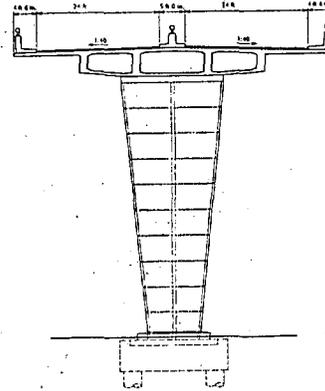
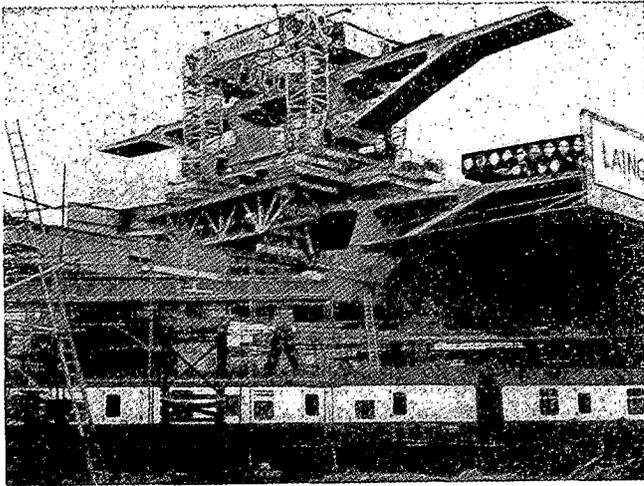
Tablero.



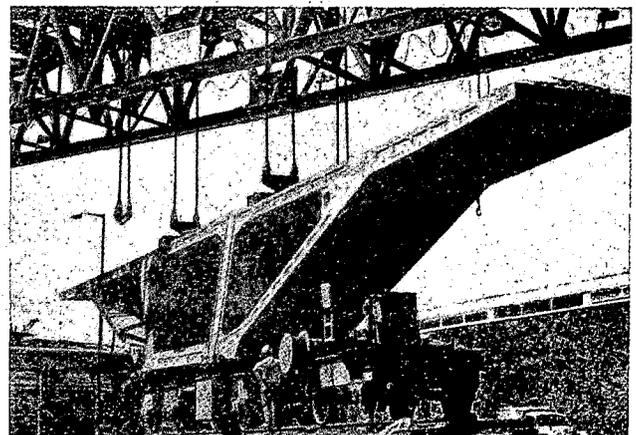
Detalles viga.

VIADUCTOS WESTERN AVENUE (LONDRES)

Sección Vi

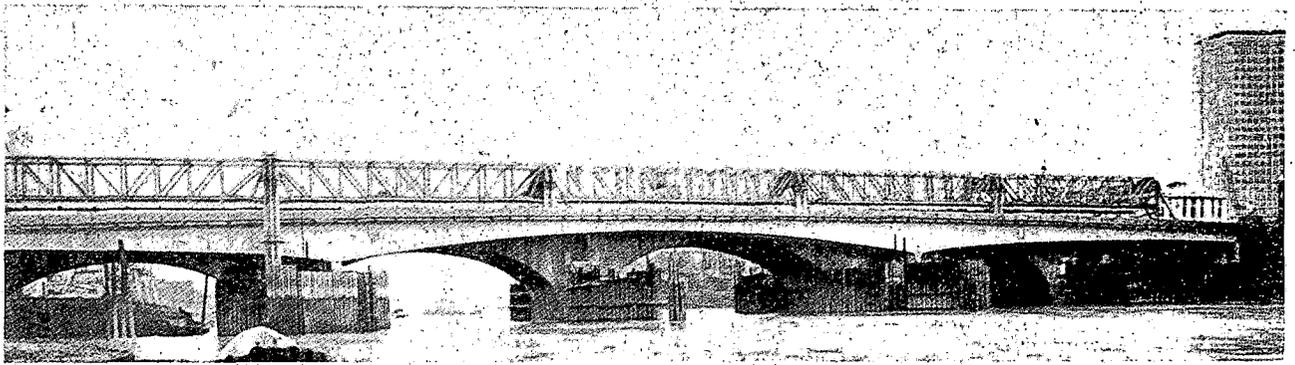


Sección V.

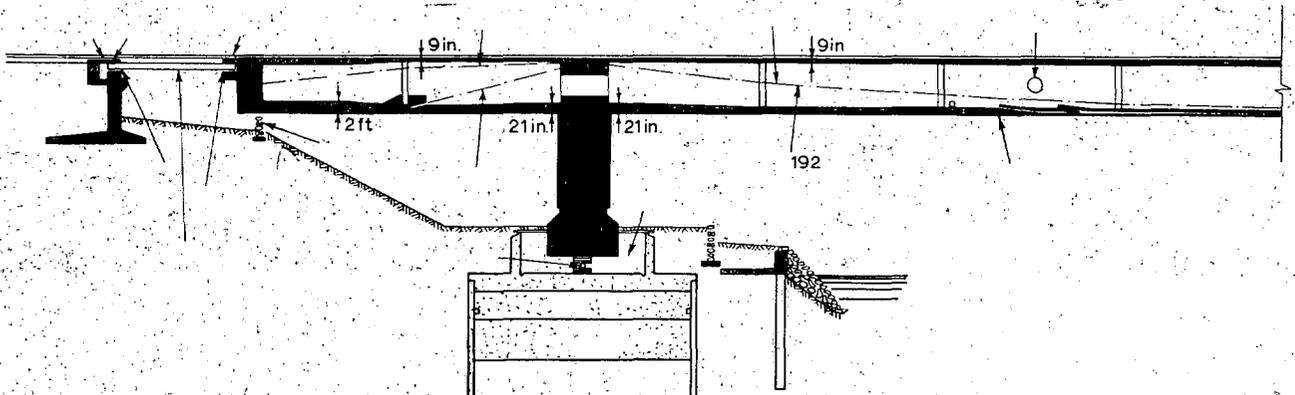
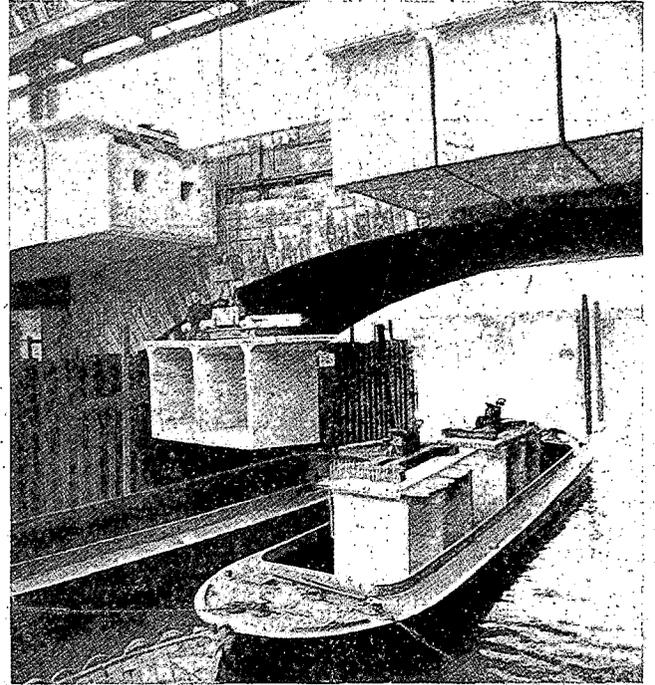
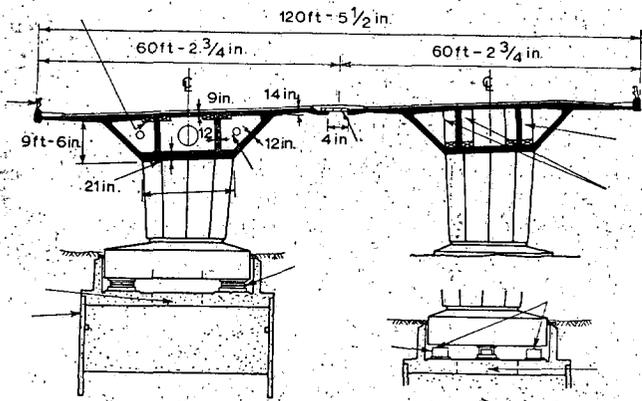


Sección VI.

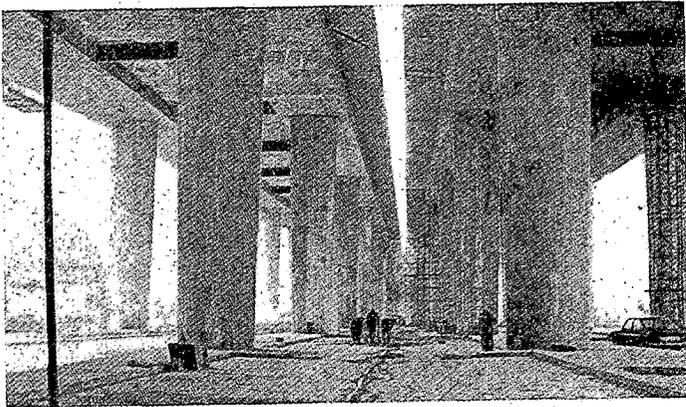
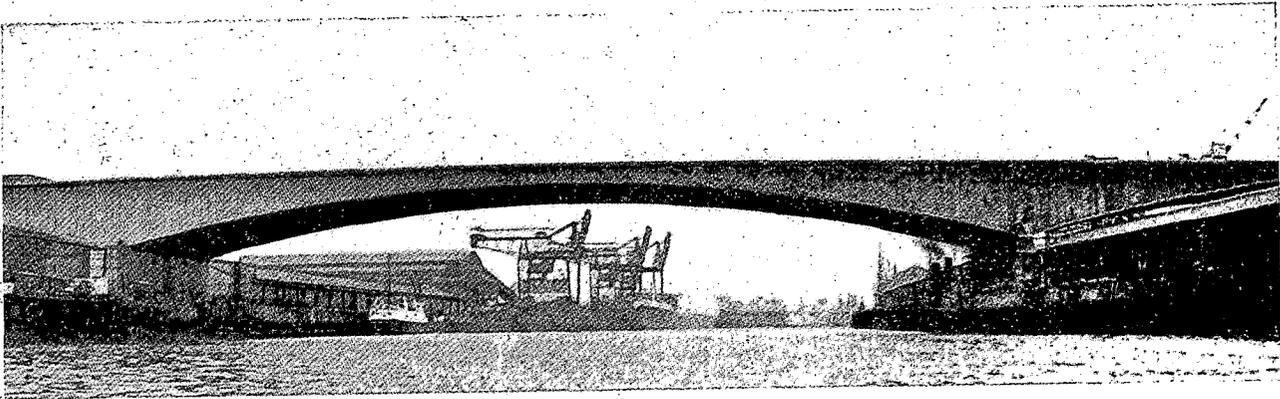
PUENTE LONDON BRIDGE SOBRE EL TAMESIS



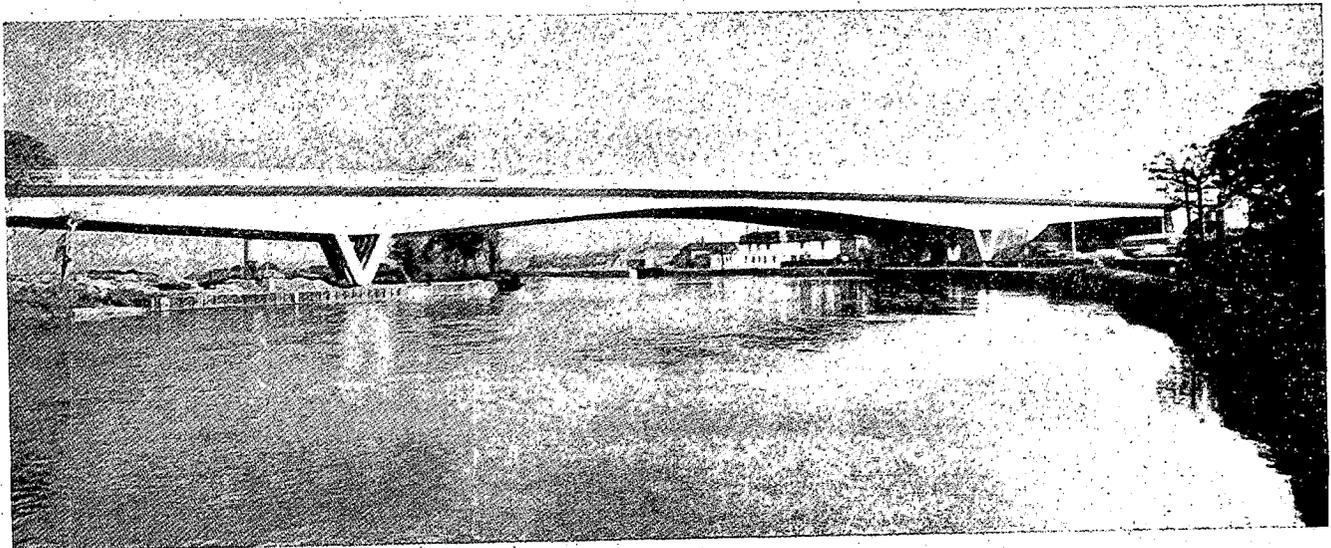
PUENTE CALDER EN LA AUTOPISTA M-1

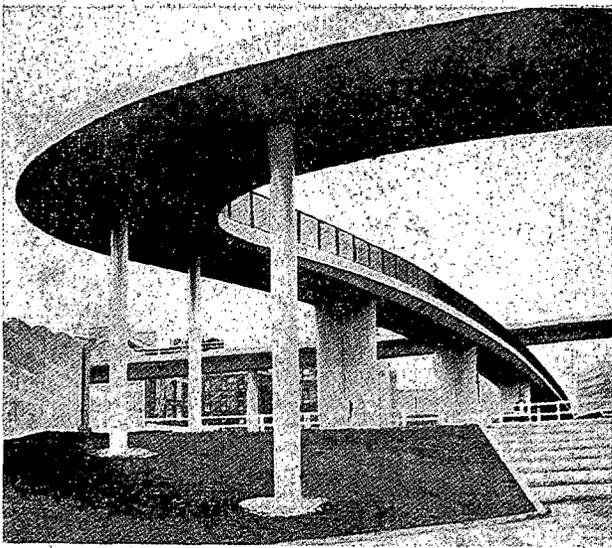


PUENTE DE KINGSTON EN EL RIO CLYDE

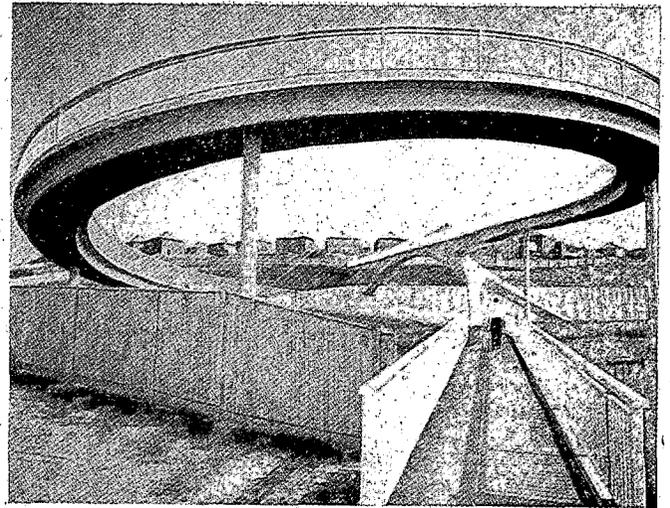


PUENTE SOBRE EL RIO AIRE EN LA GREAT NORTH ROAD, A1

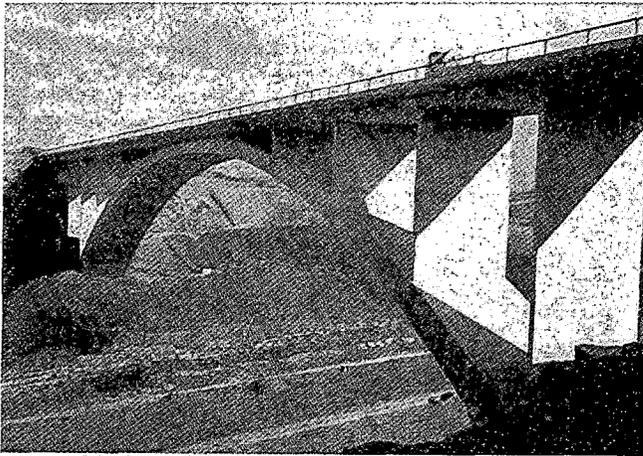




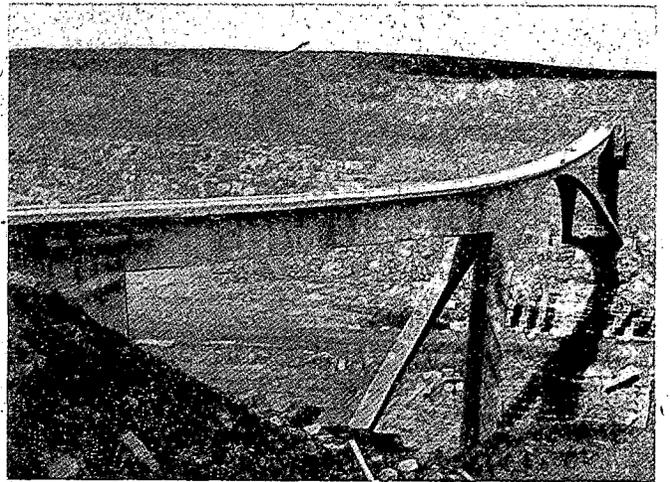
Pasarela en la autopista M-1.



Pasarela en Droppingswell.



Puente Scammonden.

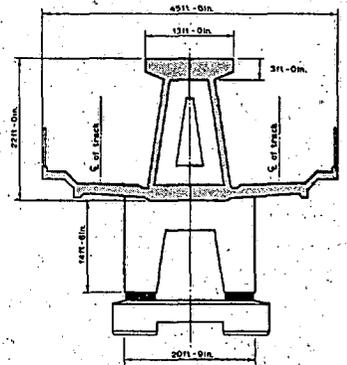


Pasarela en la carretera Pennine.

Luz: 67,00 m.

## PASARELAS Y PUENTES EN ARCO EN INGLATERRA

Sección transversal.



Viaducto Bess O'the Barn para ferrocarril.

Luz: 90 m.

London Midland Region.

