

AUTOVÍA DEL CANTÁBRICO, TRAMO LAMADRID-UNQUERA EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL VIADUCTO DE TINA MENOR

CANTABRIAN MOTORWAY, LAMADRID-UNQUERA SECTION

THE CONSTRUCTION PROCESS OF THE TINA MENOR VIADUCT

SUSANA LÓPEZ MANZANO. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

MIGUEL MARTÍN PARDINA. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

FRANCISCO QUINTERO. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Asesoría Técnica de Dragados OP.

RESUMEN: El viaducto de Tina Menor forma parte del tramo Lamadrid-Unquera de la Autovía del Cantábrico. Es un puente mixto de 378.50 m, que da paso a la autovía por la denominada ría de Tina Menor, por donde transcurre el río Nansa, cruzando además la línea de ferrocarril transcantábrica de FEVE, y la carretera comarcal CA-181. Está formado por 4 vanos de luces 64.25+125+125+64.25. El trazado en planta está definido por una curva circular de 600 m de radio en los primeros 250 m (vano 1, vano 2 y parte del vano 3) y una clotoide en su tramo final (parte del vano 3 y vano 4). Tiene una pendiente constante del 1.65% y un peralte variable del 8% en estribo 1 hasta un -3.25% en estribo 2. El tablero mixto está formado por un cajón central metálico de 10 metros de ancho y 6 metros de canto, debidamente rigidizado, de almas llenas verticales; y unos puntales laterales de perfiles con forma de Cruz de San Andrés que reciben los voladizos de la losa formada con prelosas y losa *in situ*, hasta alcanzar los 30 metros de ancho total de calzada.

PALABRAS CLAVE: LANZAMIENTO, ESTRUCTURA MIXTA, BASCULAMIENTO, PROCESOS CONSTRUCTIVOS

ABSTRACT: The Tina Menor viaduct forms part of the Lamadrid-Unquera section of the Cantabrian motorway. It is a 378.50 m long composite bridge which takes the motorway over the ria of Tina Menor which leads into the River Nanso and also crosses the trans-Cantabrian railway line and the local CA-181 road. The viaduct is formed by 4 spans of 64.25+125+125+64.25m. The plan arrangement is formed by a 600m radius circular curve over the first 250m (span 1, span 2 and part of span 3) and a clotoid over the final section (part of span 3 and 4). The bridge has a constant gradient of 1.65% and variable banking of 8% at abutment 1 down to -3.25% at abutment 2. The composite deck is formed by a 10 m wide by 6 metre deep central steel box section which is duly stiffened with vertical webs and with lateral bracing in the form of Saint Andrew crosses which receive the cantilevered section of the slab formed by precast slabs which together with the *in situ* concrete form the total 30 m width of the roadway.

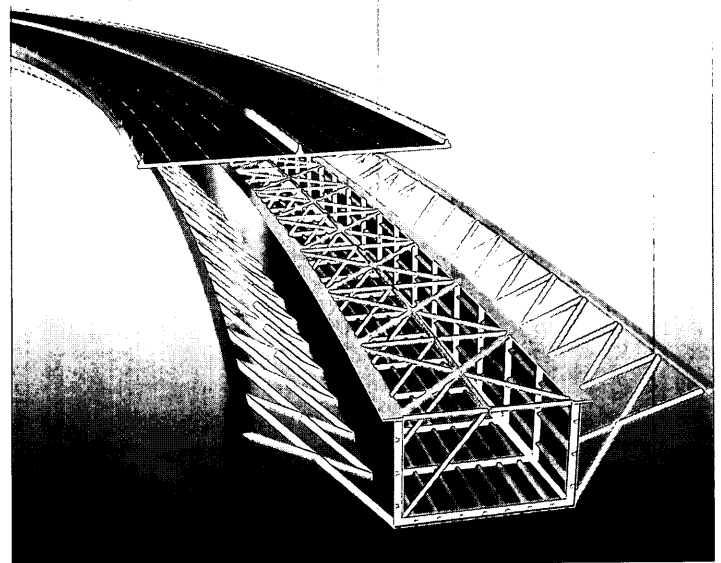
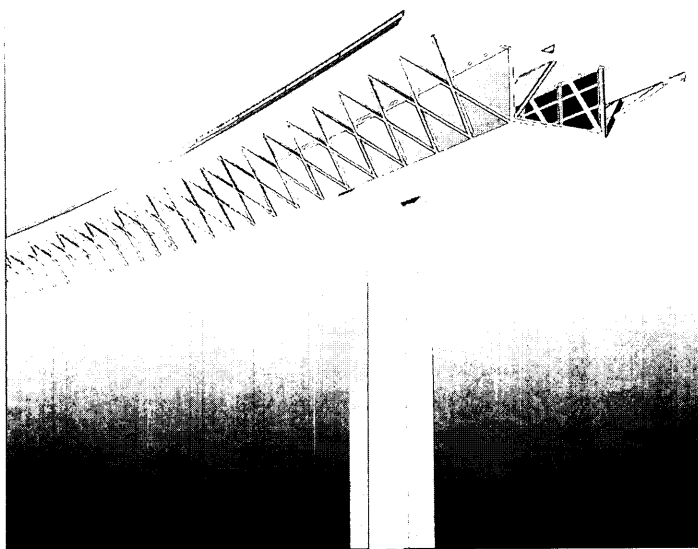
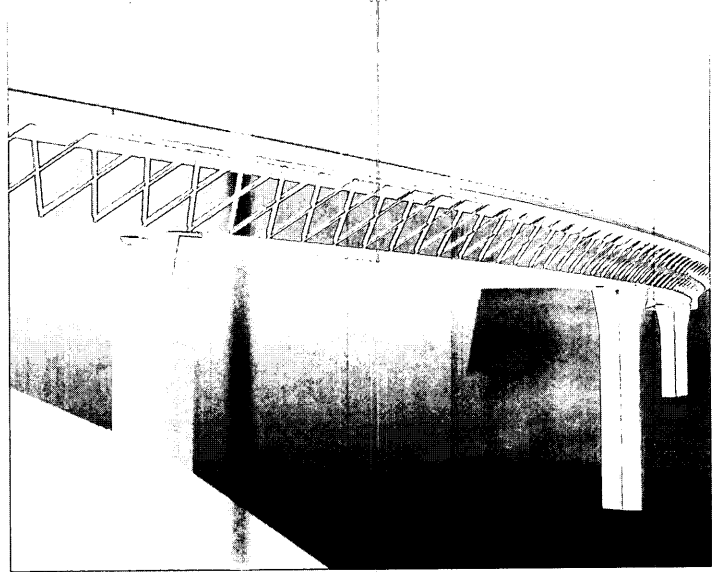
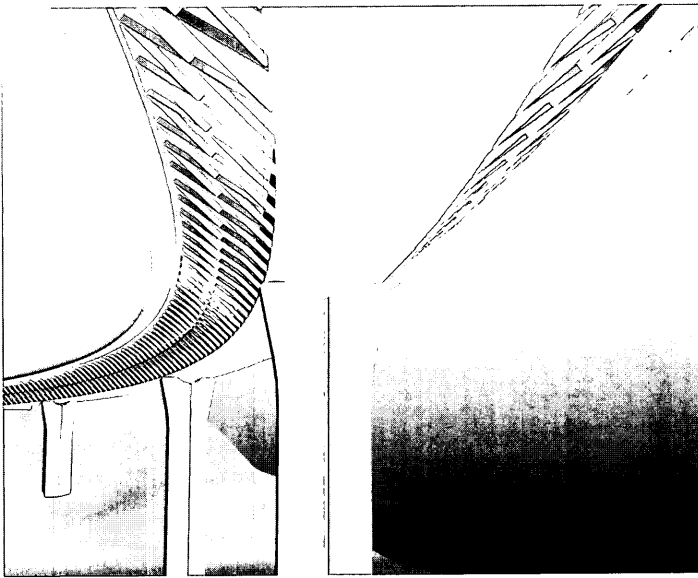
KEYWORDS: LAUNCHING, COMPOSITE STRUCTURE, TILTING, CONSTRUCTION PROCEDURE

PROCESO CONSTRUCTIVO

La ría de Tina Menor tiene un ancho aproximado de 195 m, lo que imposibilitaba el montaje de la totalidad del tablero mediante el empleo de grúas. Por otro lado las propias características geométricas y de diseño de la estructura -planta curva, peralte variable con un máximo del 8%, grandes dimensiones del cajón metálico (10 m de ancho por 6.18 m de canto) al que hay que añadirle las vigas de los vuelos laterales

CONSTRUCTION PROCESS

The Ria Tina Menor is approximately 195 m wide which prevented the use of cranes for the total assembly of the deck. Similarly, there was no way that the entire structure could be launched given the geometrical characteristics and the design of the structure, with its curved plan and variable banking up to 8%, together with the large dimensions of the steel box (10 m wide by 6.18 m deep) and the external lateral cantilever beams.



exteriores - complicaban en exceso una maniobra de empuje de toda la estructura.

Con todos estos inconvenientes se llegó a la optimización de un sistema de montaje del tablero metálico que combinaba ambos: montaje con grúa mediante apeos provisionales de los vanos 1, 2 y parte del 3, y montaje mediante proceso de lanzamiento de parte del vano 3 y vano 4 desde el estribo 2, obligado por la imposibilidad de montar con grúa.

Para el montaje del tablero de hormigón se procedió a la colocación de las prelosas con carro y pórtico autopropulsado y hormigonado de losa in situ.

Se creó un modelo en 3 dimensiones de la estructura en el que se incorporaron unas contraflechas de ejecución importantes. Este modelo sirvió para el proceso de corte y fabricación de la estructura metálica y su posterior control de montaje.

In the face of all these difficulties the assembly system of the steel deck was optimized by means of a combination of the two methods: using crane assembly with provisional propping for spans 1, 2 and part of 3 and by a launching process for the remaining part of span 3 and span 4 from abutment 2, given the impossibility of assembling the same by crane.

In the concrete deck assembly the precast slabs were laid by a travelling frame and carriage and the remaining slab was cast in situ.

A 3-D model of the structure was made incorporating the sizeable construction cambers. This model served for the cutting and manufacturing process of the steel structure and the subsequent assembly control.



La estructura metálica fue dividida longitudinalmente en 13 tramos, 12 de ellos de aproximadamente 30m cada uno y 1 tramo, encima de pila 2, de unos 20 m. Los 9 primeros tramos fueron montados mediante apeos provisionales. Los 4 tramos restantes fueron montados mediante un proceso de lanzamiento, dejando una dovela de cierre de 1 m de longitud.

Se formaron 2 frentes de trabajo. Por un lado se realizaban los trabajos en el tablero (desapeo, hormigonado de losa, tesado) de la zona que se había montado con grúa y apeos provisionales y por otro lado, mientras, se montaba en la zona del estribo 2 la estructura metálica que iba a ser empujada a posteriori, de tal forma que no había que esperar a recibir el tramo lanzado para seguir ejecutando el tablero. Al menos, 260 m podrían estar casi ejecutados al completo.

El esquema del proceso constructivo que se siguió fue el siguiente:

1. Construcción de cimentaciones: zapatas estribo 1 y pilas (la zapata del estribo 2 se construyó unos meses más tarde, cuando los movimientos de tierras del desmonte de Pesúes lo permitieron)
2. Construcción de pilas 3, 2 y 1
3. Montaje de la estructura metálica apeada (tramos 1 al 8)
4. Construcción del estribo 1

The steel structure was longitudinally divided into 13 sections, 12 of which being approximately 30 m long and the remaining section, over abutment 2, being some 20 m long. The first 9 sections were assembled by means of provisional propping, while the 4 remaining sections were launched leaving a 1 m long closing segment.

Two work faces were established: one carrying out the deck work (unpropping, concreting of slabs and tensioning) on the section raised by crane and provisional propping; and the other assembling the steel structure in the area of abutment 2 which would subsequently be launched. In this way it was not necessary to wait for the launched section in order to construct the deck and at least 260 m could be completely finished prior to the same.

The construction process of the viaduct was as follows:

1. Laying of foundations, footings to abutment 1 and piers (the footing to abutment 2 was built several months later, when the earth moving works, levelling the Pesúes area were completed).
2. Construction of piers 3, 2 and 1.
3. Assembly of propped steel structure (sections 1 to 8).
4. Construction of abutment 1



5. Desapeo de la estructura metálica a excepción de la torre de apeo provisional situada al final del tramo 8
6. Montaje de estructura metálica en plataforma de trabajo en zona del estribo 2
7. Hormigonado de losa inferior de pila 1 y 2
8. Hormigonado de losa superior de cabeza de pilas 1 y 2
9. Tesado longitudinal de losa de cabeza de pila 1
10. Lanzamiento de la estructura metálica (tramos 9 al 12)
11. Tesado longitudinal de losa de cabeza de pila 2
12. Dovela de cierre
13. Desapeo de la última torre de apeo provisional
14. Construcción del estribo 2
15. Hormigonado de losa inferior de pila 3
16. Tesado transversal del tablero de Estribo 1 hasta pila 2
17. Hormigonado de losa superior Estribo 1 a pila 1
18. Hormigonado de losa superior pila 1 a 2
19. Hormigonado de losa superior de cabeza de pila 3
20. Hormigonado de pila 3 a Estribo 2
21. Tesado longitudinal de losa de cabeza de pila 3
22. Hormigonado de pila 2 a pila 3
23. Tesado transversal de pila 2 a Estribo 2
24. Remates y acabados

5. Removal of propping to the steel structure with the exception of the provisional propping tower set at the end of section 8.
6. Assembly of steel structure on work platform in the area of abutment 2.
7. Casting of lower slab to pier 1 and 2.
8. Casting of upper slab capping to piers 1 and 2.
9. Longitudinal tensioning of the upper slab to pier 1.
10. Launching of steel structure (sections 9 to 12).
11. Longitudinal tensioning of upper slab to pier 2.
12. Closing segment.
13. Dismantling of final provisional propping tower
14. Construction of abutment 2.
15. Casting of lower slab to pier 3.
16. Transversal tensioning of the deck from Abutment 1 to pier 2.
17. Casting of upper slab from Abutment 1 to pier 1.
18. Casting of upper slab from pier 1 to pier 2.
19. Casting of upper slab capping to pier 3.
20. Casting from pier 3 to Abutment 2.
21. Longitudinal tensioning of capping slab to pier 3.
22. Casting from pier 2 to pier 3.
23. Transversal tensioning from pier 2 to Abutment 2.
24. Finishings.

ESTRUCTURA METÁLICA APEADA

Aprovechando una dársena natural se pudo realizar un relleno parcial del cauce del río permitiendo el empleo de una grúa capaz de elevar 250t en un radio de unos 30 m. Todos los elementos metálicos se recibieron con shop-primer y con una primera capa de imprimación de zinc.

El montaje de cada tramo se realizó de la siguiente manera:

Construcción de unas bancadas de hormigón (zapata + fuste) que servían de apoyo del tramo de puente a ejecutar, replanteados en filas sobre los que se colocaba un perfil HEB 300

Colocación de 4 paneles de fondo mediante grúa

Colocación de 4 paneles laterales con una grúa, unidos provisionalmente al fondo del cajón mediante arriostramiento interior provisional (trácteles para mantener la verticalidad de las almas y chapas a modo de sietes para unir mediante soldadura provisional)

Colocación perfilería de arriostramiento interior con grúa
Soldadura definitiva de los paneles entre sí y de los arriostramientos

Diafragma de estribo o pila en los tramos que correspondieran.

Colocación de jabalcones, viga riostra y tirantes con grúa, apeados provisionalmente mediante unos perfiles HEB 300 apoyados en los cruces superiores de las aspas a modo de pilas

Soldadura definitiva de los vuelos y tirantes

Colocación de conectores en el fondo del cajón (en zonas determinadas de cabezas de pila), en la viga central del arriostramiento interior (viga HEB-280 horizontal), en las alas superiores y en la viga riostra de los jabalcones.

Pintura: Capa intermedia y capa de acabado de poliuretano.

Los dos primeros tramos se montaron in situ sobre las bancadas de hormigón descritas anteriormente. Los siguientes siete tramos, del 3 al 8, se premontaron sobre las bancadas de hormigón.

Para colocarlos en su posición definitiva se empleó la grúa mencionada anteriormente. Esta enganchara al tramo a través de unos cáncamos y estobos que se soldaban en las alas superiores del cajón.

El tramo se colocaba apoyado en 2 torres de apeo provisionales situadas en cada extremo del tramo. Cada torre estaba formada por dos patas a modo de pilares, unidas por una viga metálica a modo de bastidor. Las patas de las torres se apoyaban mediante anclajes metálicos en unas zapatas de hormigón construidas para tal fin.

Aprovechando una dársena natural se pudo realizar un relleno parcial del cauce del río permitiendo el empleo de una grúa capaz de elevar 250t en un radio de unos 30 m. Todos los elementos metálicos se recibieron con shop-primer y con una primera capa de imprimación de zinc

As a result of the natural basin formed at the head of the river it was possible to partially backfill the river bed to allow the use of a crane capable of raising 250 t over a radius of some 30 m. All the steel members were received with shop primer and with a zinc primer coat

PROPPED STEEL STRUCTURE

As a result of the natural basin formed at the head of the river it was possible to partially backfill the river bed to allow the use of a crane capable of raising 250 t over a radius of some 30 m. All the steel members were received with shop primer and with a zinc primer coat.

Each section was assembled in the following manner:

Construction of concrete supports (footing + shaft) which served to support the bridge section to be constructed, and were laid out in rows and capped with a HEB 300 section.

Crane placement of 4 bottom panels.

Crane placement of 4 side panels which were provisionally connected to the bottom of the box by temporary internal bracing (tensioners to maintain the verticality of the webs and plate set in the form of a figure 7 and connected by provisional welding).

Crane placement of interior bracing members.

Final welding of panels and bracing.

Abutment or pier diaphragms to the corresponding sections.

Placing of struts, cross beams and stays by crane on provisional supports in the form of HEB 300 members set on the upper side of the X-crosses acting as supports.

Final welding of cantilevers and stays.

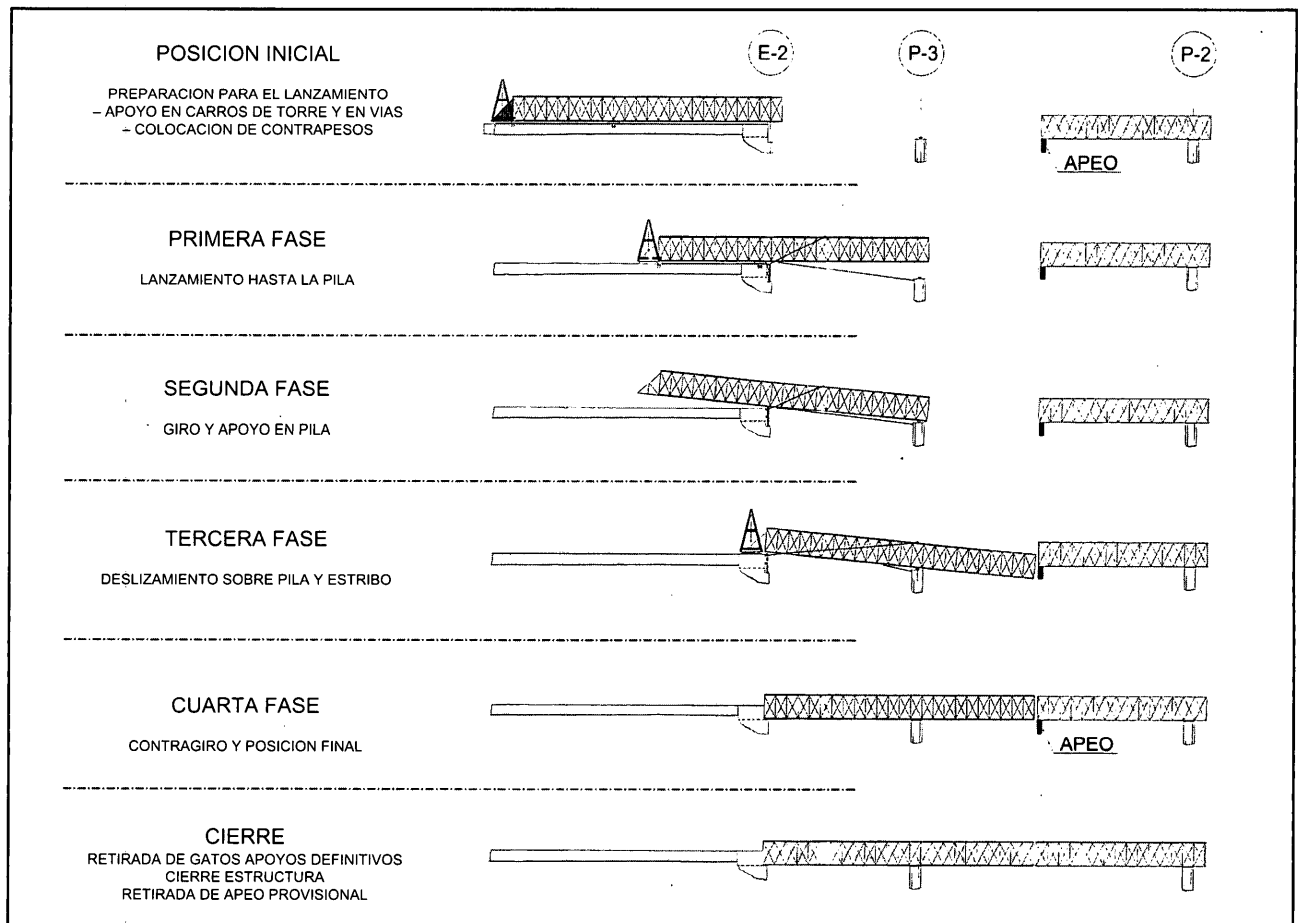
Placing of connectors at the bottom of the box (in areas determined by the pier capping), on the central internal bracing beam (horizontal HEB-280 beam), at the upper flanges and the strut cross beam.

Painting: Second coat and finishing coat of polyurethane paint.

The first two sections were assembled in situ over the aforementioned concrete supports. The following seven sections, sections 3 to 8, were pre-assembled on the concrete bases.

In order to place these sections in their final position a crane was employed. The section was raised by the crane by means of slings and lifting eyes which were welded to the upper flanges of the box section.

The section was set on two provisional support towers set at each end of the section. Each tower was formed by two column-type legs connected by a steel girder to form of a frame. The tower legs were connected by steel anchors to purpose-built concrete footings.



LANZAMIENTO

Para completar la construcción del puente (el resto del vano 3, y el vano 4) se proyectó un complejo proceso de lanzamiento de todo este tramo final desde el estribo 2, el cual se llevaría a cabo en 4 fases en las que se realizarían las operaciones siguientes:

Posición inicial: Apoyo en carros de torre y en vías.
Colocación de contrapesos.

Primera fase: Empuje en horizontal a 6 metros por encima de la cota de la zapata del estribo 2.

Segunda fase: Giro y apoyo de la cabeza de lanzamiento en la pila 3.

Tercera fase: Segundo deslizamiento sobre pila y estribo con una inclinación del 10%.

Cuarta fase: Contragiro hasta colocar la estructura en su posición definitiva.

La realización del lanzamiento desde una cota superior a la definitiva, obligando a efectuar dos basculamientos, vino obligada por las características del terreno, que no permitió la ejecución del desmonte del estribo hasta la cota necesaria

LAUNCHING

In order to complete the bridge construction (the remainder of span 3 and span 4) a complex launching process was designed for the entire final section from abutment 2, and which was carried out in 4 stages, involving the following operations:

Initial position: Support on tower carriages and rails.

Placing of counterweights.

First stage: Horizontal launching 6 metres above the benchmark of the footing to abutment 2.

Second stage: Turning and support of the launch head at pier 3.

Third stage: Second sliding over pier and abutment with a 10% lean.

Fourth stage: Counter-turning until placing the structure in its final position.

The launching from an upper height to that of the final position involved the tilting of the section on two occasions. This was made necessary as a result

para lanzar el puente desde su posición definitiva en alzado, en una única maniobra de avance, facilitando toda la operación.

Montaje:

El tramo de 120 metros de puente que iba a ser lanzado, se construyó previamente completo, con sus contraflechas de ejecución, su pendiente y su peralte variable.

Toda la estructura metálica (arriostrado interior y exterior incluido), con un peso total de 990 toneladas, se montó encima de unos caballetes metálicos situados sobre una base de hormigón constituida por 135 metros de vigas de hormigón armado en forma trapecial, construida ex profeso en el sentido del avance desde el estribo 2.

Una vez montado el tramo quedó a 6 metros por encima de cota de la zapata del estribo 2.

La estructura se reforzó en varios puntos, a fin de aumentar su resistencia ante los esfuerzos que habría de soportar durante la realización de las maniobras; principalmente en la sección donde apoyaban los patines de deslizamiento centrales. También se diseñó una nariz metálica de cola, que se soldó al puente por el diafragma del estribo. Esta "nariz" tenía por función albergar contrapeso, y a su vez conectaba el puente con un pórtico móvil trasero mediante unas orejetas metálicas.

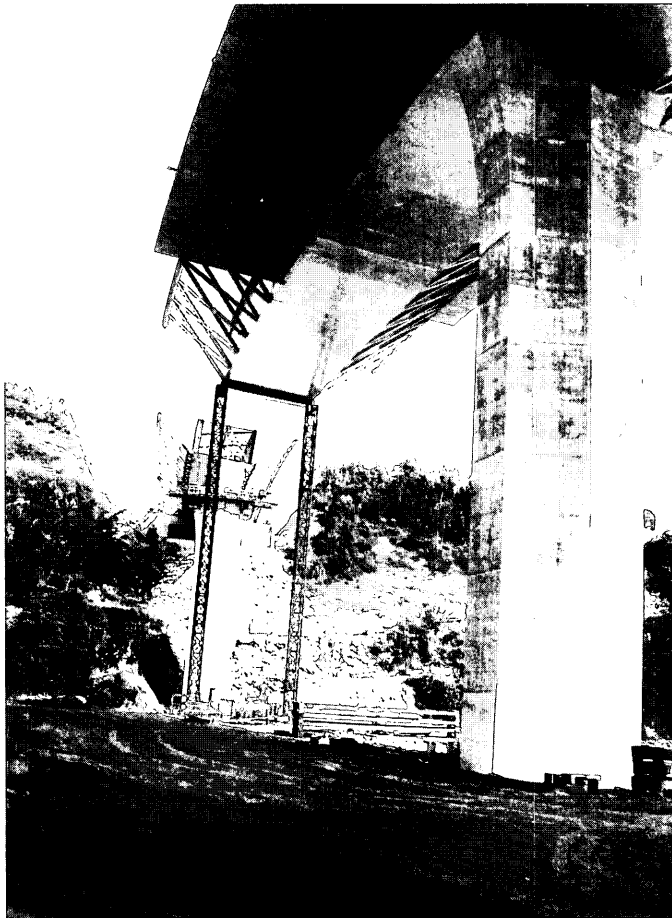
Para desapear la estructura se emplearon dos gatos de trepa de 300 toneladas (uno a cada lado de la viga de hormigón), y dos patines de 1.000 toneladas situados a 76 metros de la parte frontal del puente.

Luego se colocó en la nariz de cola un contrapeso compuesto por 8 filas de 4 losas prefabricadas, que sumaban en total 454 toneladas.

A continuación se descargaron los gatos de trepa, y el puente quedó por fin apoyado únicamente sobre los patines centrales y el pórtico trasero, con un voladizo delantero de unos 75 metros.

Fase 1: Deslizamiento horizontal

Esta fase consistía en el deslizamiento horizontal de la estructura, a fin de dejarla en situación idónea para realizar el basculamiento que la permitiera hacer contacto con la pila 3.



of the lie of the land which did not allow levelling works at the abutment down to the necessary level which would have enabled the bridge to be launched at its final elevation in just one single advance manoeuvre and would have very much simplified the operation.

Assembly:

The 120 metre launched section of the bridge was entirely pre-assembled with all its design cambers, slopes and variable banking.

The entire steel structure (including internal and external bracing) and with a total weight of 990 tonnes, was assembled on steel support frames set on a concrete base formed by 135 metres of reinforced concrete beams in a trapezoidal arrangement which was purpose-built in the direction of advance from abutment 2.

Once the section was assembled it was set at 6 metres above the level

of the footing to abutment 2.

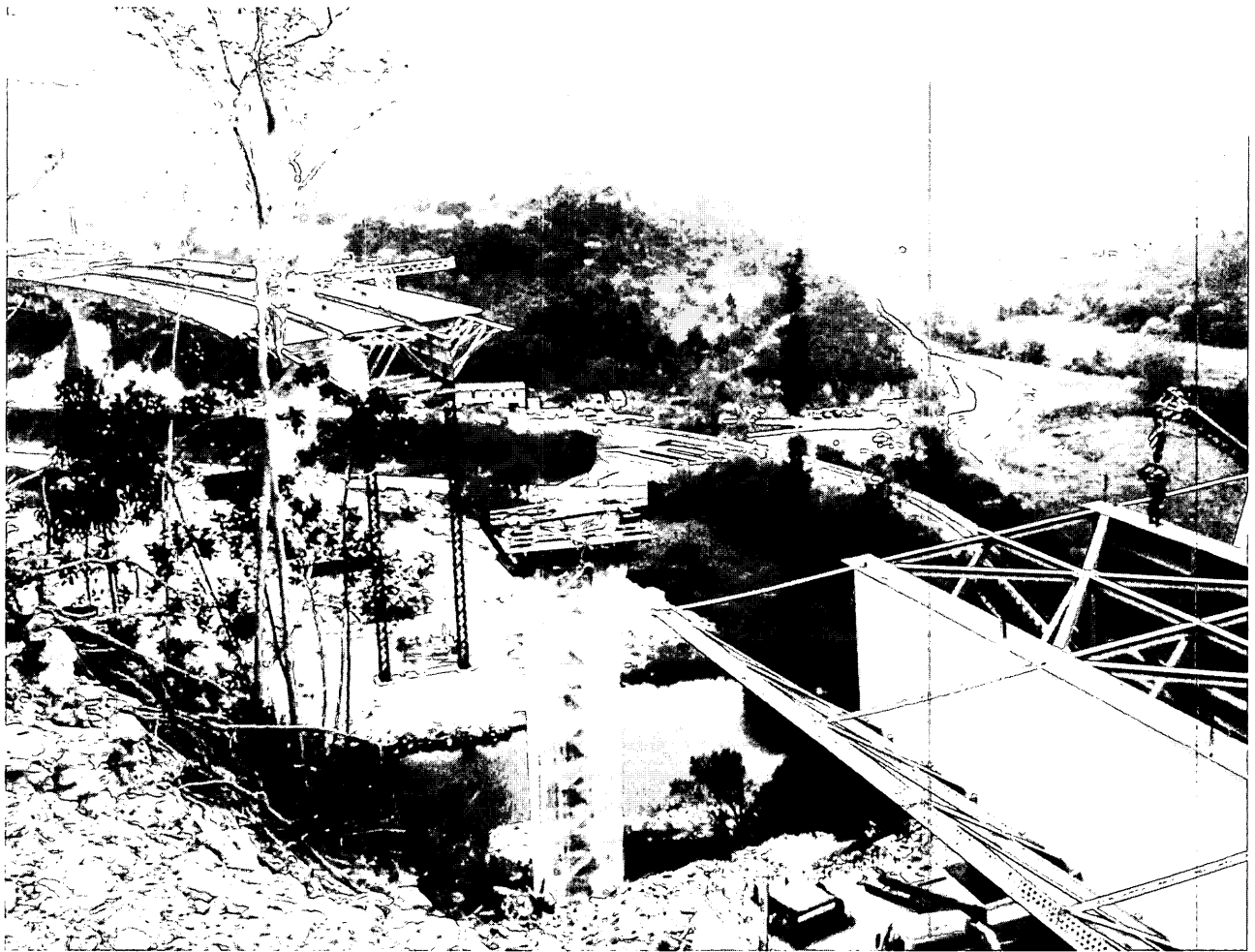
The structure was reinforced at various points to ensure that it would bear the implicit stresses involved during the manoeuvring work particularly at the point of the section resting on the central sliding shoes. A steel tail nose was also designed and welded to the bridge from the abutment diaphragm. This "nose" section served as a counterweight and also connected the bridge to a mobile rear frame by means of steel eyelets.

Two 300 t travelling jacks were employed in the unpropping of the structure (set each side of the concrete beam) together with two 1,000 t shoes set 76 m from the leading edge of the bridge.

The travelling jacks were then unloaded and the bridge was left supported on the central shoes and the rear frame, with a forward overhang of some 75 metres.

Stage 1. Horizontal sliding

This stage consisted of horizontally sliding the structure in order to leave it in a perfect position for tilting in order to connect with pier 3.



Tanto los patines del pórtico como los patines centrales de 1.000 toneladas, se desplazaban por una serie de carriles de 5 metros de longitud embulonados entre sí, que disponían en su interior de unas planchas de acero-teflón equiespaciadas, apropiadamente lubricadas, sobre las cuales se deslizaría la parte inferior de los patines.

Sobre los dos gatos hidráulicos de doble efecto de 500 toneladas dispuestos en cada patín, había unas rótulas de 1.000 toneladas de capacidad, que iban unidas al fondo del puente mediante unas cuñas fabricadas ex profeso.

Los gatos de empuje horizontal se movían cada metro y medio, completando un ciclo de extensión y recogida de émbolo, y se iba comprobando que las cargas de los gatos de los patines centrales así como de los de izado del pórtico, no variarían.

La velocidad media de desplazamiento que se alcanzó fue de unos 5 metros por hora, ya que era necesario simultanear los movimientos del patín central y del pórtico, debido fundamentalmente a la necesidad de reparar los carriles como consecuencia de las diferentes trayectorias; así como por el manejo de gatos de empuje horizontal independientes, unos

Both the frame shoes as well as the 1,000 t central shoes ran along a series of 5 metre long rails which were bolted together and internally fitted with equidistant, lubricated steel-Teflon plates to allow the free movement of the shoes.

The 500 t double effect hydraulic jacks set on each shoe received a 1000 t capacity swivel joint which were connected to the bottom of the bridge by purpose-built wedges.

The horizontal pushing jacks were moved every metre and a half after being fully extended and then withdrawn. A constant check was made to ensure that the loading force on the jacks to the central shoes and on those raising the frame remained constant.

The average speed of advance reached some 5 metres per hour, as it was necessary to combine the movements of the central shoe and that of the frame due to the need to align the rails as a result of the different routes and also as a result of rearranging the independent horizontal jacks to the 1000 t central shoes and the frame shoes.



para los patines centrales de 1.000 toneladas, y otros para los patines del pórtico.

Así se situó el tramo del puente listo para el primer basculamiento, cuando la sección frontal había sobrevolado casi 4 metros el eje de la pila.

Fase 2: Basculamiento 1

Después de las oportunas comprobaciones topográficas, se inició el primer basculamiento, de unos 6 grados, que permitiría posar el puente sobre los gatos verticales de apoyo de la pila 3.

Se comenzó realizando izados discretos de la nariz de cola, para lo cual se iba modificando la carrera de los gatos verticales ubicados en las vigas dintel del pórtico trasero.

Los patines centrales permanecieron siempre fijos en su posición, con los gatos de empuje anclados a los carriles para evitar cualquier deslizamiento.

El eje del gato trasero era el eje físico de basculamiento del puente, en tanto que el sistema cuña-rótula del gato delantero permitía el movimiento relativo entre la cuña y la rótula de unos 12 mm, que se produciría durante el basculamiento.

Llegados a este punto se procedió a la puesta en carga de la pila 3, mediante la transferencia de carga de los gatos del pórtico a los gatos de apoyo de la pila.

La carga quedó finalmente repartida entre los gatos de la pila 3 y los gatos de los patines centrales.

Fase 3: Deslizamiento 2

Después de dejar el puente doblemente apoyado -en la pila 3 y en el patín central- se procedió al traspaso de carga de los patines centrales a los 2 gatos verticales de 500 t del estribo 2, a fin de efectuar el segundo deslizamiento.

La operación se controló permanentemente mediante tres puntos de verificación: los gatos de la pila 3, los gatos hidráulicos

The bridge section was then ready for the first tilting when the leading section was overhanging some 4 metres over the centreline of the pier.

Stage 2: Tilting 1

Once the necessary topographic verifications had been made, the bridge section was first tilted some 6 degrees and subsequently rested on vertical support jacks set at pier 3.

The tail nose was gradually raised by modifying the alignment of the vertical jacks set on the cross beams of the rear supporting frame.

The central shoes remained fixed in position with the pushing jacks anchored on the rails to prevent any sliding.

The axis of the rear jack served as the physical tilting axis of the bridge as the wedge-swivel joint system of the leading jack allowed a relative movement between wedge and swivel joint of some 12 mm during tilting.

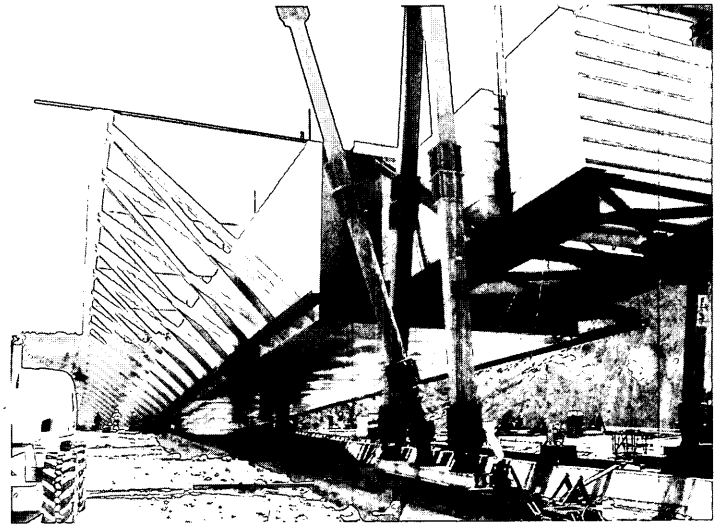
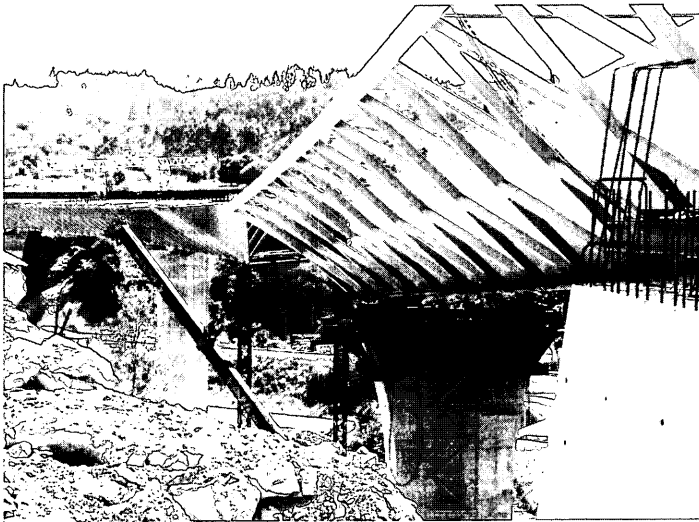
At this stage pier 3 was then loaded by transferring the load from the frame jacks to the support jacks set on the said pier.

The load was finally distributed between the jacks on pier 3 and the jacks on the central shoes.

Stage 3. Sliding 2

When the bridge was supported at both pier 3 and at the central shoe, the load was then transferred from these latter to the two 500 t vertical jacks at abutment 2 in order to carry out the second sliding stage.

The operation was permanently monitored at three check points: the jacks at pier 3, the hydraulic jacks to



licos de los patines controlados mediante la central, y las unidades de retenida controladas por ordenador.

Una vez a punto el sistema de guiado transversal, engrasada la viga soporte para dicho guiado y el fondo del puente, se realizó el deslizamiento de los 55 metros de puente restantes, hasta completar el empuje definitivamente.

Este deslizamiento se hizo escalonadamente, soltando paulatinamente el cable de las unidades de retenida, en emboladas de 50 cm controladas mediante ordenador, y comprobando después de cada embolada las carreras y cargas de todos los gatos.

El puente deslizaba sobre los chapones de teflones colocados en las rótulas de los gatos del estribo 2, así como por los de la pila 3, mientras se corregía su posición transversal mediante los gatos de 150 toneladas apoyados en la viga de guiado presente tanto en el estribo 2 como en la pila 3.

Después de empujar hasta los 55 metros, se volvió a instalar el pórtico trasero, y se produjo el traspaso de carga de los gatos de estribo 2 al pórtico.

Una vez que el puente estuvo apoyado nuevamente en los gatos de la pila 3 y en el pórtico, se procedió al desmontaje y retirada de la estructura metálica del estribo 2, así como a la colocación de los aparatos de apoyo definitivos.

Fase4: Basculamiento 2

Se realizó este segundo basculamiento, en sentido contrario al primero, controlando por ordenador las carreras de los gatos de izado del pórtico trasero hasta encajar la nariz de la cola en el foso construido a tal fin por detrás del estribo 2.

La posición final del tramo lanzado pudo ajustarse al milímetro, tanto transversalmente, para lo que se emplearon los gatos de guiado transversal, como longitudinalmente, para lo que se actuaba sobre los patines del pórtico y los carriles de deslizamiento.

the shoes controlled at the centre and the computer controlled retaining units.

Once the transverse guiding system was set in place by weighting the transverse support beam and the bridge bottom, the remaining 55 metre section of bridge was slid into position until completing the launch.

The sliding operation was staggered by gradually releasing the restraining cables in 50 cm runs controlled by computer and then monitoring the travel and load of all the jacks after each run.

The bridge slid over Teflon plates placed on the swivel joints to the jacks at abutment 2 and those to pier 3, while the transverse position was corrected by the 150 t jacks set on the guide beam at both abutment 2 and pier 3.

Once the section had been launched 55 metres the rear frame was re-erected and the load was transferred from the jacks at abutment 2 to the frame.

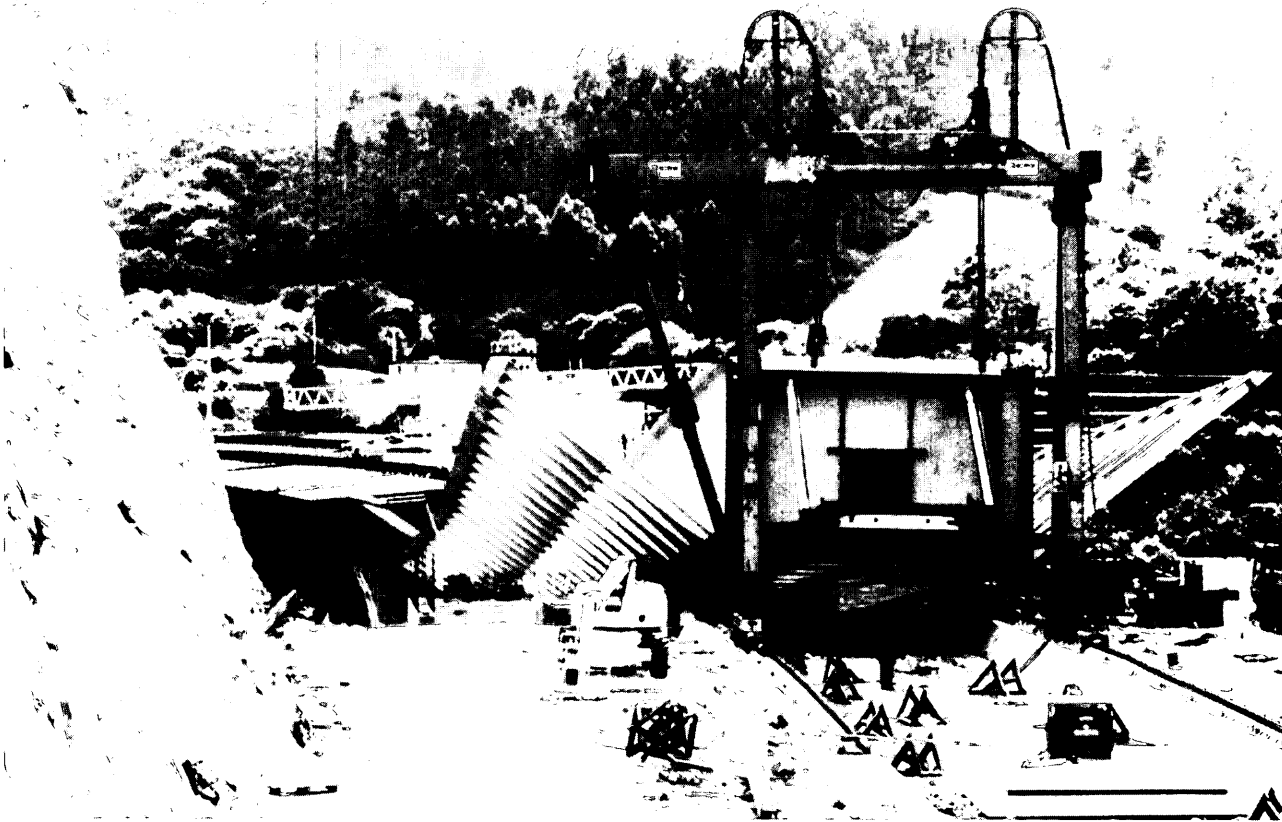
When the bridge was supported on the jacks to pier 3 and the frame the steel structure to abutment 2 was dismantled and removed and the final support apparatus set in place.

Stage 4: Tilting 2

The second tilting stage was carried out in the opposite direction to the first and the travel of the hoisting jacks on the rear frame was computer controlled until the tail end was housed in the purpose-built trough set behind abutment 2.

The final position of the launched section could be adjusted to the millimetre both transversally, by means of the transversal guide jacks, and longitudinally by the jacks on the support frame shoes and the sliding rails.

The launched section of the bridge was then connected to the section which had been previously



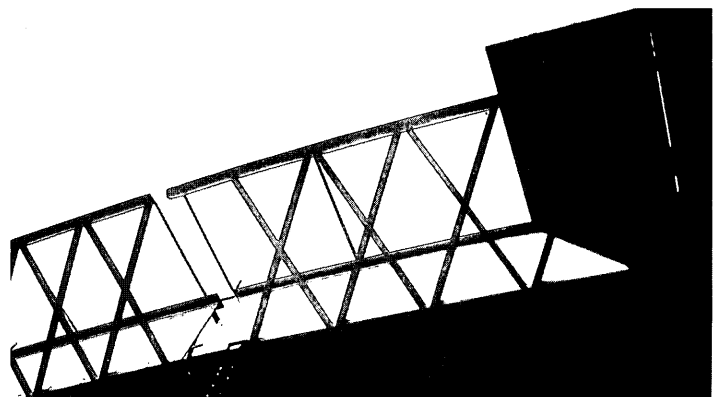
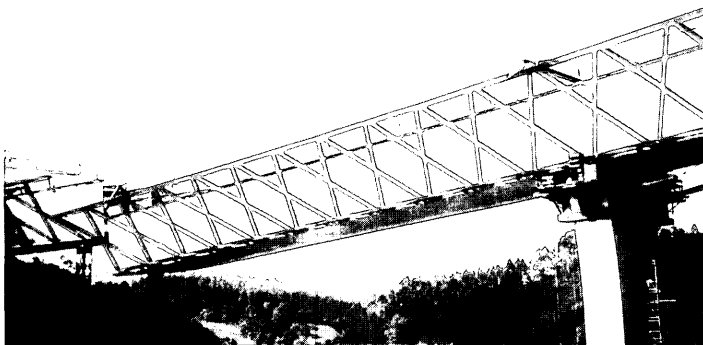
Llegados a esta situación se realizó el traspaso de carga desde los gatos de izado del pórtico trasero, a los aparatos de apoyo definitivos del puente. Y a continuación se pasó la carga de los gatos de la pila 3 a los aparatos de apoyo definitivos.

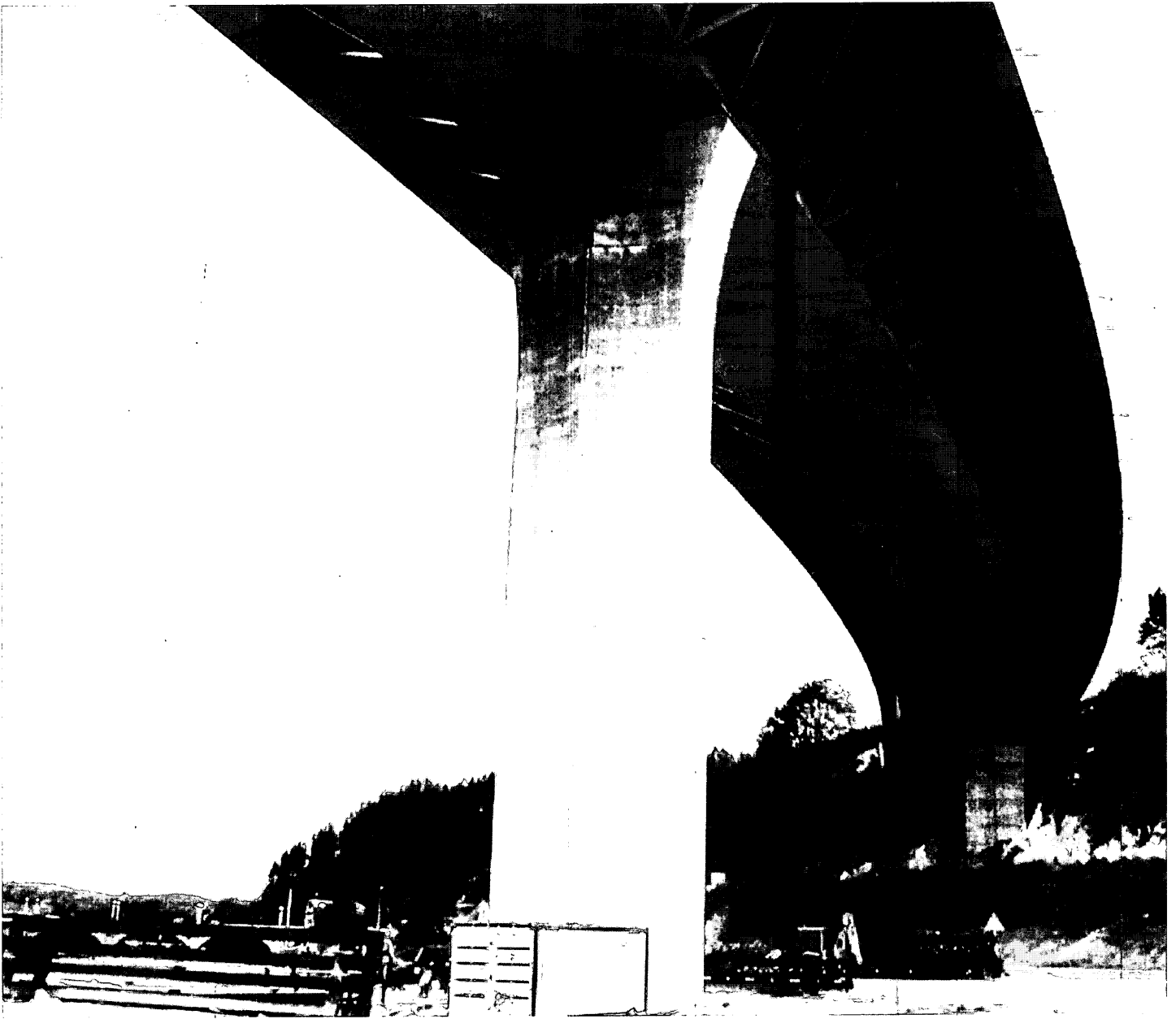
Mediante unas vigas de cierre se realizó el bloqueo entre los 2 labios y se desmontaron y retiraron los gatos de guiado lateral, y retenida, así como el resto de los elementos que habían intervenido en la maniobra de empuje.

constructed on provisional supports by means of a one metre long closing segment.

At this stage the load was then transferred from the hoisting jacks on the rear support frame to the permanent support fixtures of the bridge and then, in a similar fashion, from the jacks set on pier 3.

The two leading edges were sealed by a closing beam and the lateral guide jacks were dismantled and removed together with all the other elements employed in the launching operation.





Finalmente, el tramo de puente empujado se unió al tramo construido previamente sobre apeos provisionales, mediante una dovela de cierre de un metro de longitud.

Toda la operación de lanzamiento se ejecutó a lo largo de un período de 8 días, durante los cuales no hubo que destacar incidencias meteorológicas, puesto que nunca se sobrepasó la máxima velocidad de viento prevista, de 20 metros por segundo.

Una vez unida la estructura metálica, se procedió a la retirada del apeo provisional último y a la secuencia de hormigonado prevista, tanto en el tablero (losa inferior y losa superior con la consiguiente colocación de prelasas), así como la terminación del estribo 2, que había sido construido parcialmente para adecuarlo al lanzamiento. ■

The entire launch was carried out over an 8 day period as there was no adverse weather condition over this time and the maximum prevailing wind speed never exceeded 20 metres per second.

Once the steel structure had been tied the provisional propping was removed and the concrete was cast in the established sequence, for both the deck (lower and upper slabs with the ensuing placement of precast slabs) as well as to abutment 2 which has only been partially constructed in order to aid the launching. ■