

puentes Santa María y Pantano en la Autopista del Sol ITALIA

DORIAN FRIZZI, Dr. ingeniero

sinopsis

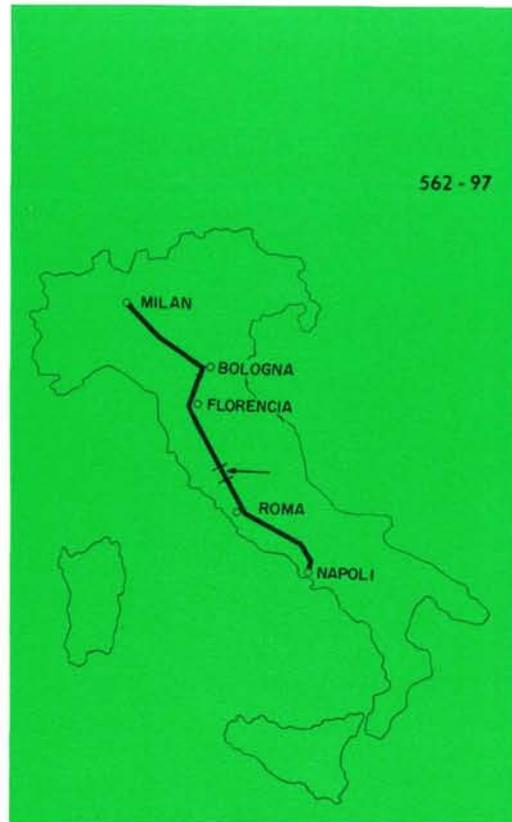
Entre todas las obras de fábrica, construidas a lo largo de los 750 km de esta autopista Milán-Nápoles, se describen aquí sólo los dos puentes enunciados.

Ambos tienen su eje en curva circular de gran radio, dos calzadas independientes y soportes formando palizadas de montantes de fuste cilíndrico, algunas de gran diámetro y altura.

Los tramos de mayor importancia son de 40 m de luz, y sus soportes ganan la mayor cota a unos 40 m de la base. Para los cimientos de estos últimos ha sido necesario el empleo de cajones neumáticos.

Las vigas de mayor longitud en el puente de Santa María son de hormigón pretensado, hormigonadas en taller y lanzadas con vigas auxiliares, provistas de un puente-grúa para llevarlas a su posición definitiva. En el viaducto de Fosso Pantano, las vigas se hormigonaron en una extremidad del tablero y se riparon después hasta llevarlas a su posición definitiva, para lo cual se preparó previamente un entramado tubular auxiliar.

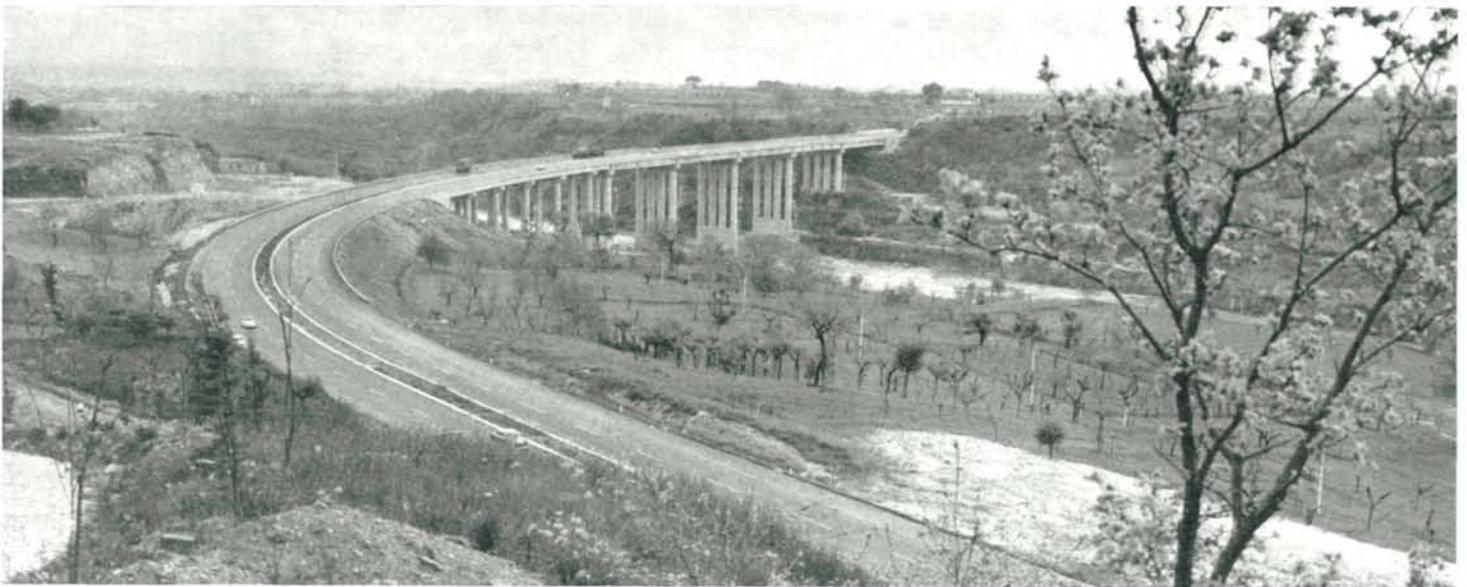
Las vigas se apoyan, unas, sobre placas de plomo, y otras, de neopreno.

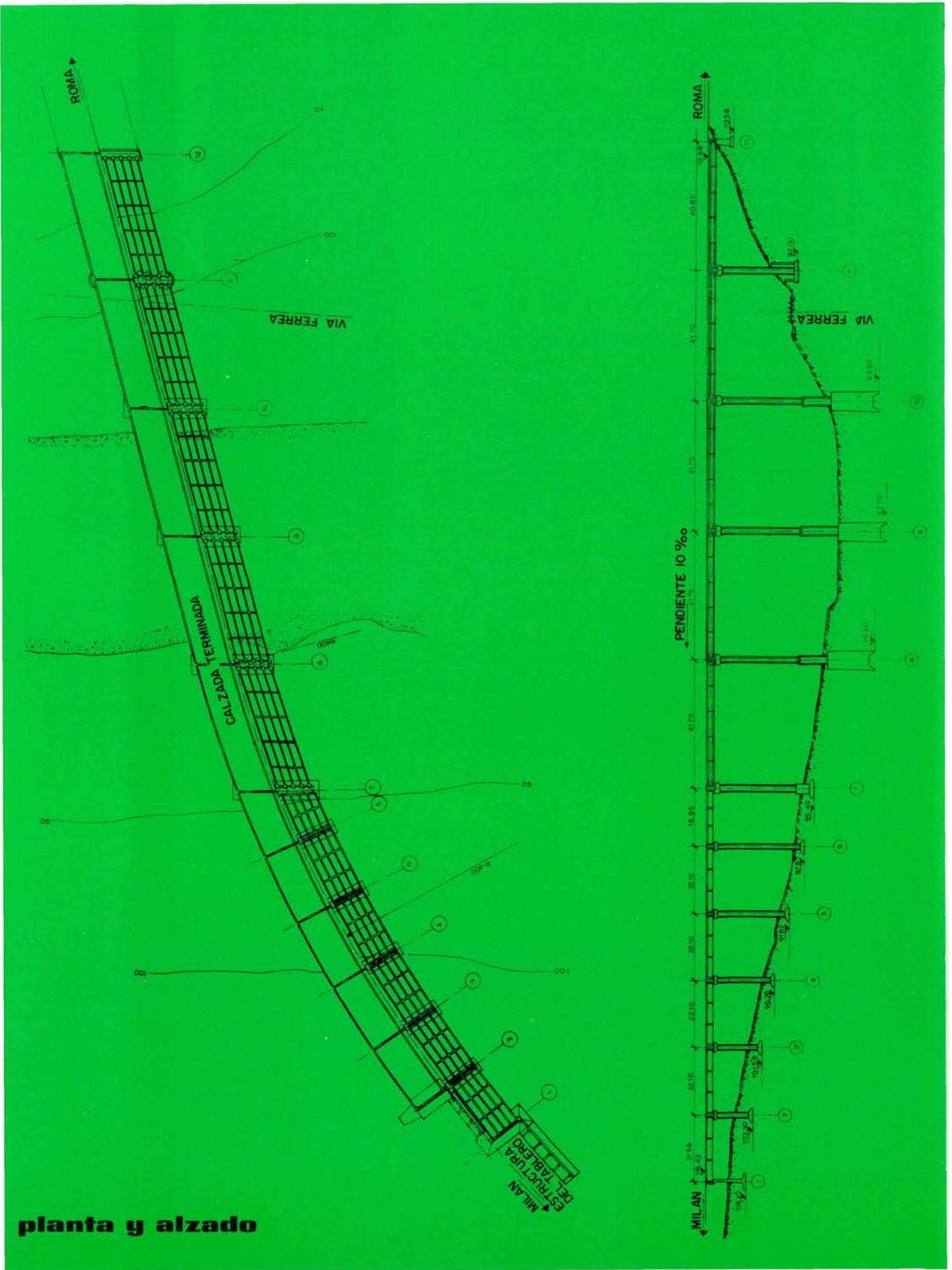


introducción

Recientemente se inauguró el último trozo del trazado de carretera que une Milán con Nápoles, de 750 km de longitud, conocida con el nombre de Autopista del Sol, cuyas obras se iniciaron en el año 1956.

Esta autopista ha sido proyectada para una velocidad media horaria de 130 km/h, con radios mínimos de curvatura de 250 m y pendiente máxima del 3,75 por 100. La carretera tiene una anchura total de 24 m, subdivididos en cuatro bandas de circulación y dos arcenes. Como el trazado se extiende a lo largo de las laderas de la cordillera apenínica, los accidentes y problemas que se han tenido que afrontar han sido muchos y delicados.





planta y alzado

La Autopista del Sol, realidad actual, subviene a una necesidad vial que de lejos se hacía sentir. Su capacidad es de unos 30.000 vehículos diarios, que para 1995, término de la concesión, se confía llegue hasta los 75.000.

Cabe esperar que con esta obra se solucionen graves problemas de tipo urbanístico y se deje sentir la gran influencia que semejantes vías de comunicación tienen en la vida de un pueblo.

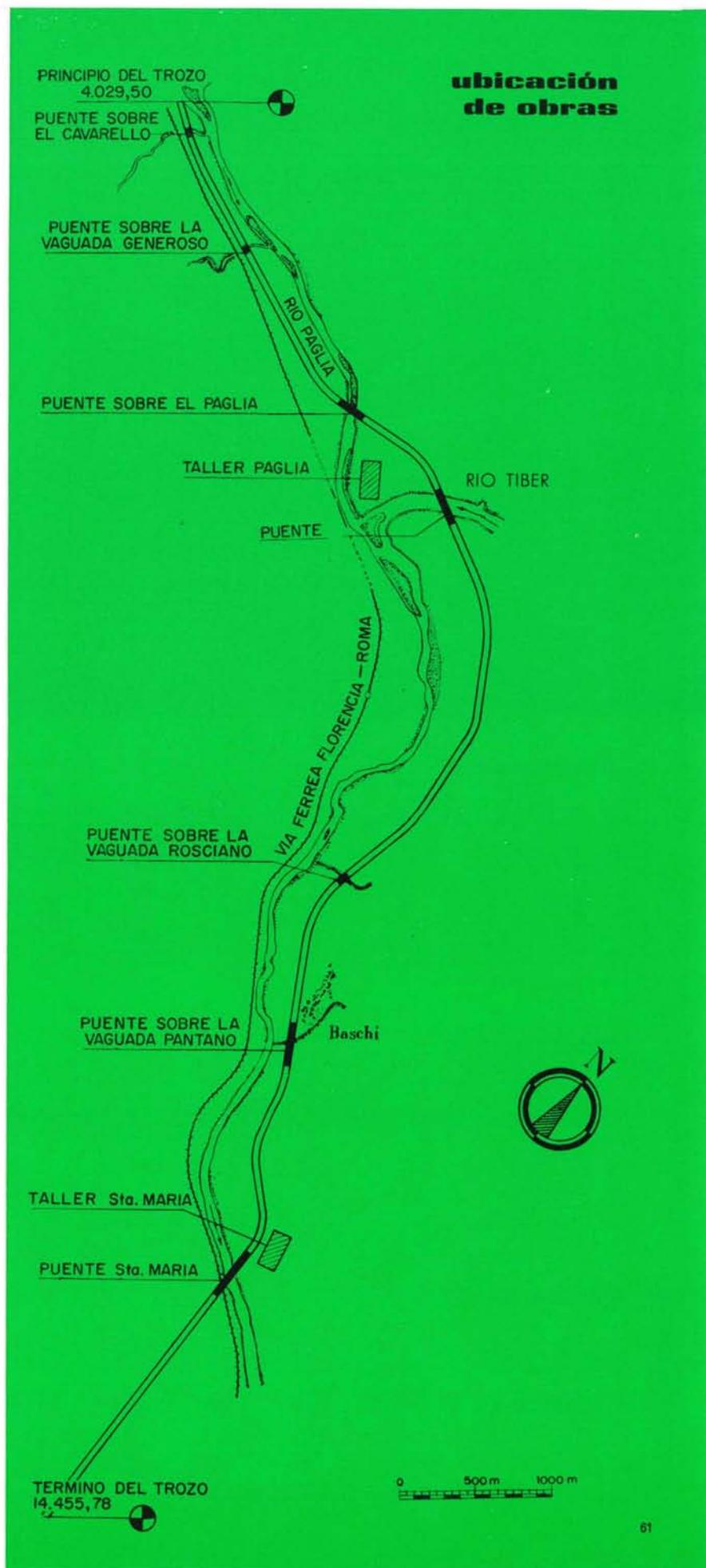
La autopista ha sido construida por la Società Concessioni e Costruzioni Autostrade—organismo con participación estatal—, con la colaboración de un gran número de empresas calificadas. A la empresa Dott. Ing. Giuseppe Torno & C. S. p. A., de Milán, de reconocida solvencia técnico-económica internacional en la ingeniería civil se le ha confiado la construcción de tres trozos de esta autopista, con una extensión de unos 10 km, situados en los valles de los ríos Paglia y Tíber en la antigua Etruria, llena de recuerdos históricos y rancio abolengo de caudillos famosos.

Estructuras

Entre las obras más importantes de los tres trozos antes citados están: el viaducto de Fosso Pantano, de 233 m de longitud; el puente Santa María sobre el río Tíber, de 335 m de longitud, y el viaducto Fosso Rosciano, de 101 m de longitud.

El proyecto de cada una de las obras se ha basado en el criterio consuetudinario general de elementos constructivos óptimos, luces en consonancia de la importancia de la infraestructura y dificultades del terreno para la preparación de la base de cimientos.

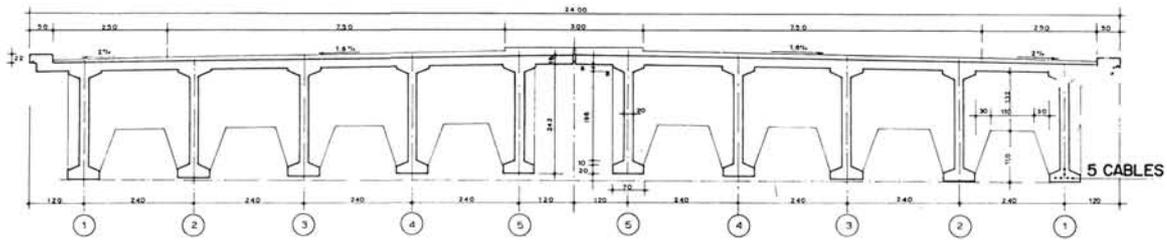
Las condiciones locales han tenido una importancia notable, particularmente en la conjunción de los ríos Paglia y Tíber, donde existe la posibilidad de superposición de grandes avenidas en los dos cursos de agua. Estas características del terreno han presentado cierta irregularidad y condiciones morfológicas que han exigido una variada gama de tipos de elementos constructivos.



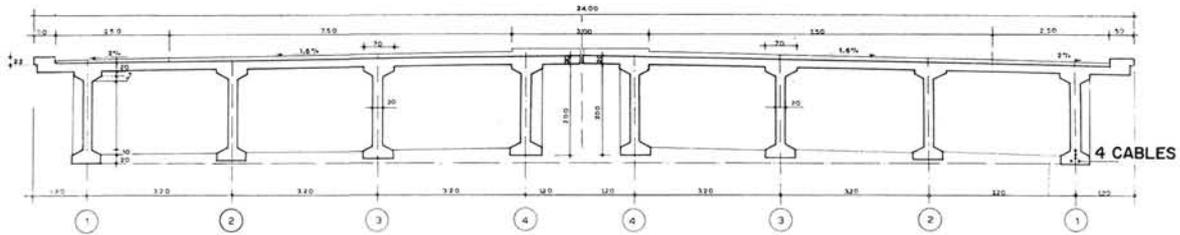


Cajones neumáticos.

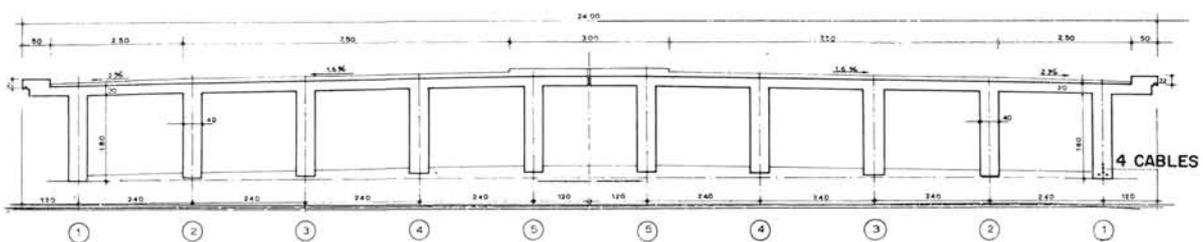
TRAMOS DE 40m DE LUZ



TRAMOS DE 32m DE LUZ



TRAMOS DE 22m DE LUZ



Tres tipos de tableros.

secciones

En los tramos laterales se han empleado vigas de hormigón armado de 22 m de luz, y de 32 a 40 m en los tramos que salvan el cauce propiamente dicho. Los apoyos son de lámina de plomo para los tramos de 22 m de luz, de neopreno en los de 32 m y de péndulo, metálico, en los tramos de 40 metros.

Los soportes de gran altura, correspondientes a la margen no mojada, son del tipo cilíndrico, formando palizada, y los de pequeña altura, pilas, mientras que los situados en el cauce del río son de tipo celular.

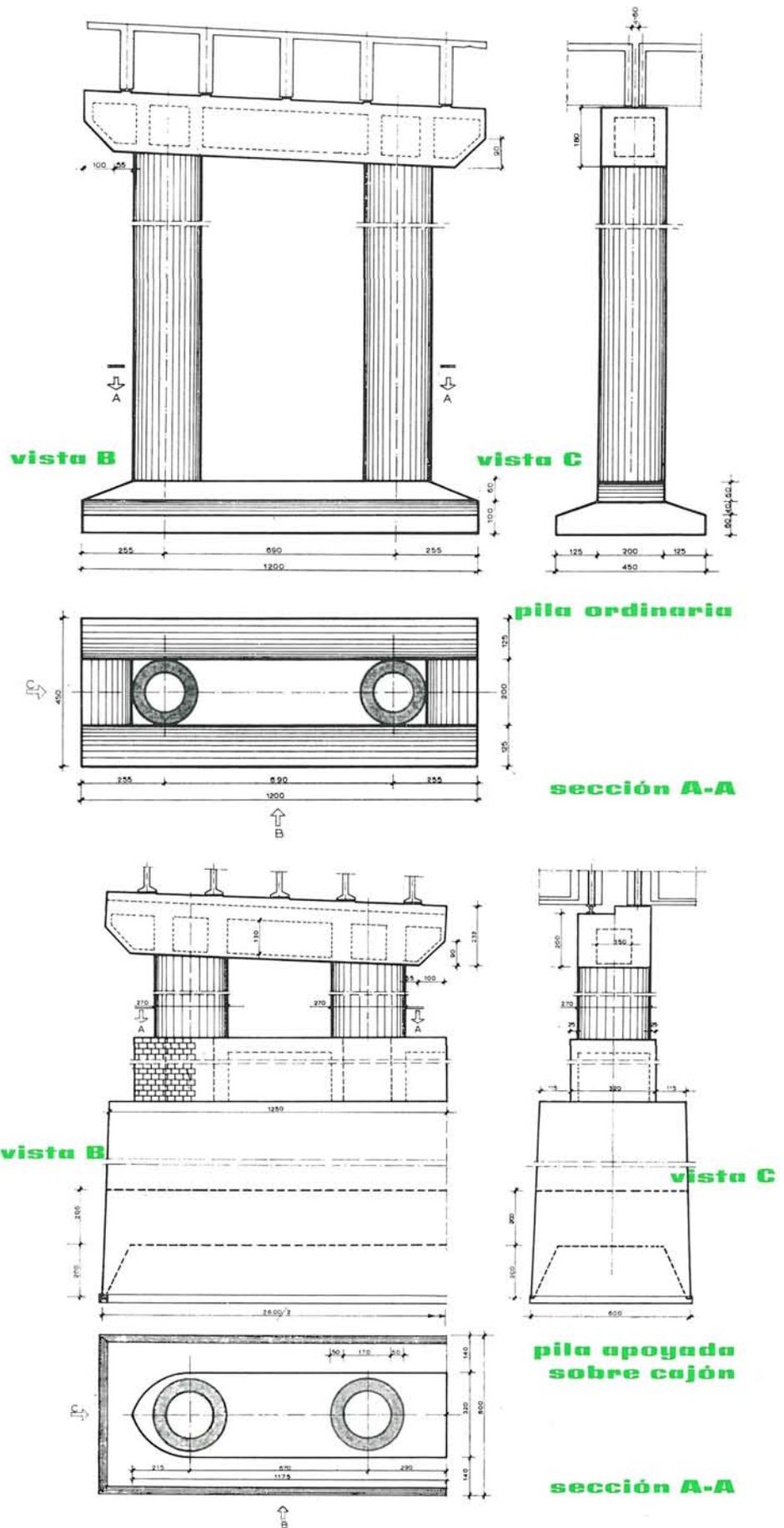
Los cimientos para soportes sumergidos se han realizado con ayuda de cajones neumáticos, y los correspondientes a terrenos dislocados se han llevado a cabo abriendo pozos hasta llegar al firme.

Los estribos son de ménsula o contrafuertes, de hormigón armado, en los de gran altura, y macizos, en los más bajos.

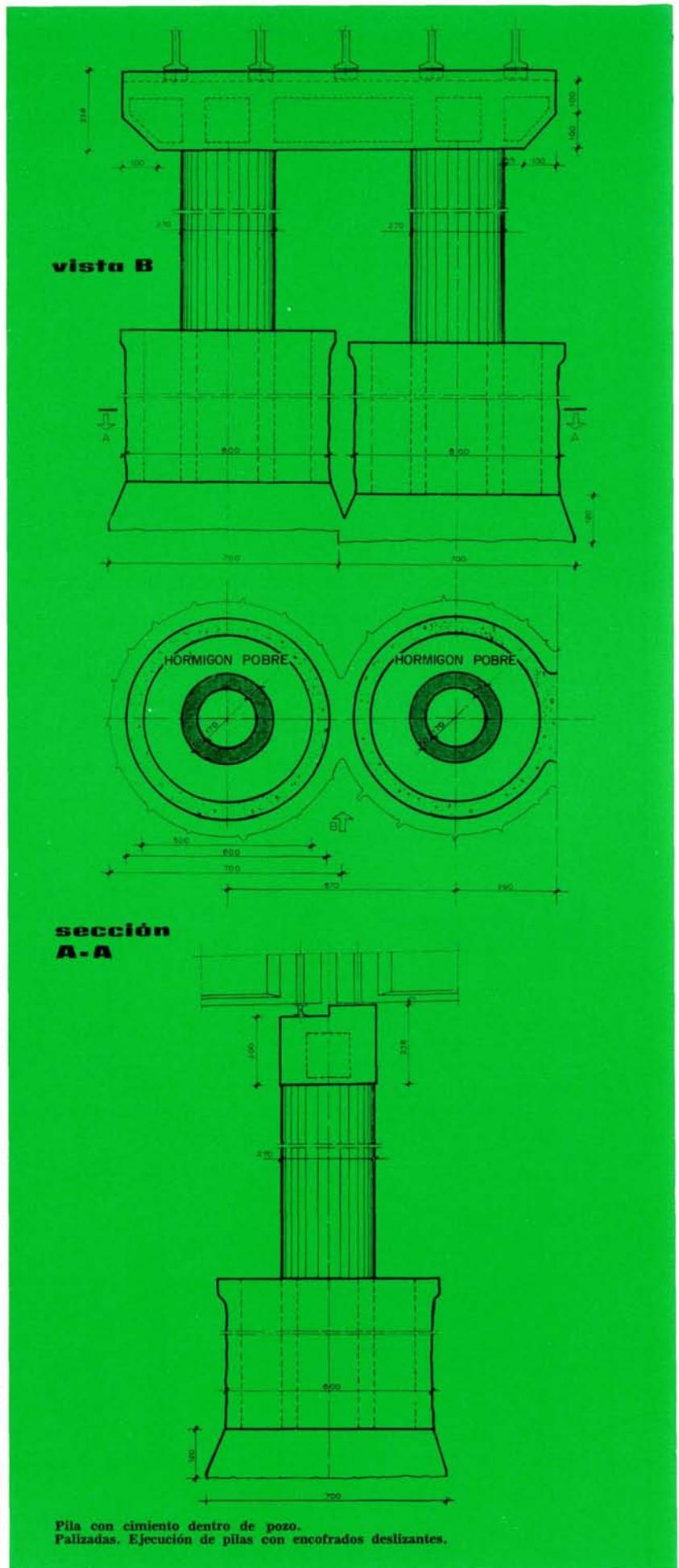
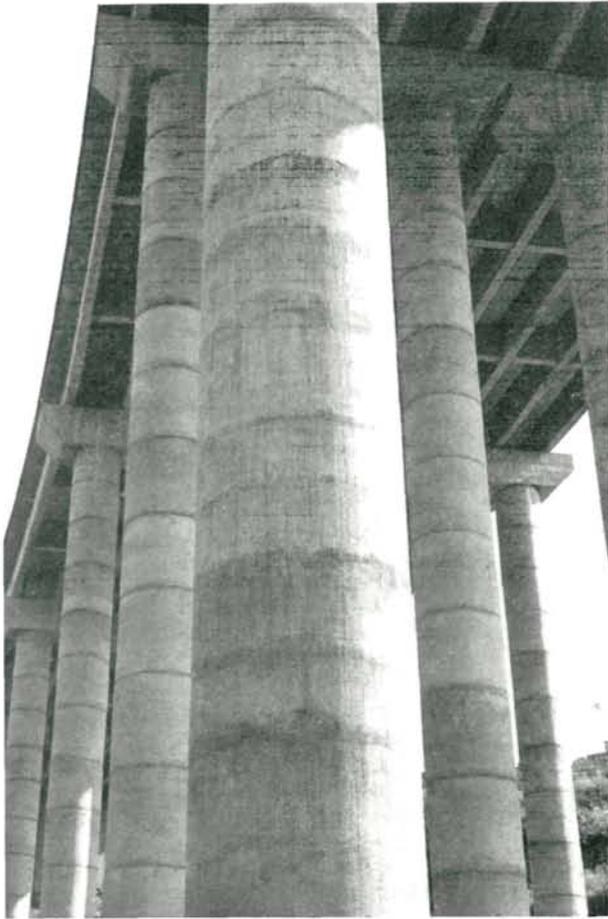
Puente sobre río Tiber

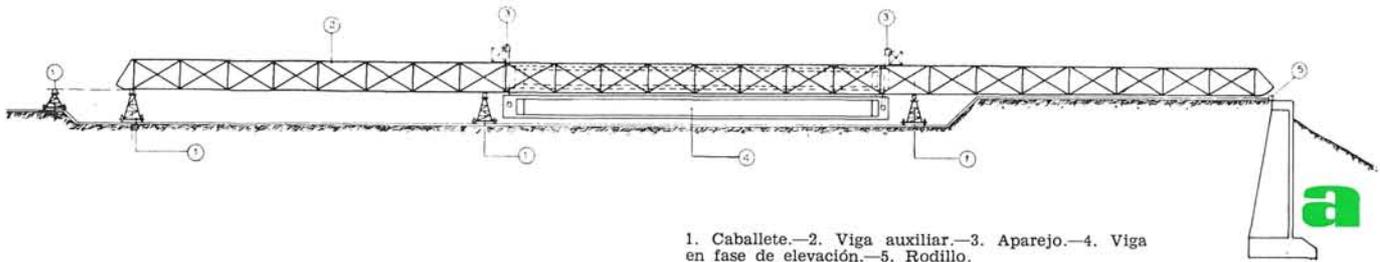
Esta obra, situada en las proximidades de Santa María, es una de las más notables del tramo central de la autopista. Como se preveía existían afloramientos de bancos calcáreos, y cabía la posibilidad de un arco que salvase el río con una luz de 130 m y flecha de 26 metros.

Después pudo comprobarse que los referidos bancos calizos estaban bastante descompuestos y alternaban con capas de arcilla, particularmente en la zona de estribos, donde la arcilla predominaba hasta una profundidad de unos 30 m, y, teniendo en cuenta la proximidad de una vía férrea a un estribo, la solución en arco resultaba difícil.



Soportes y detalles del puente Santa María.





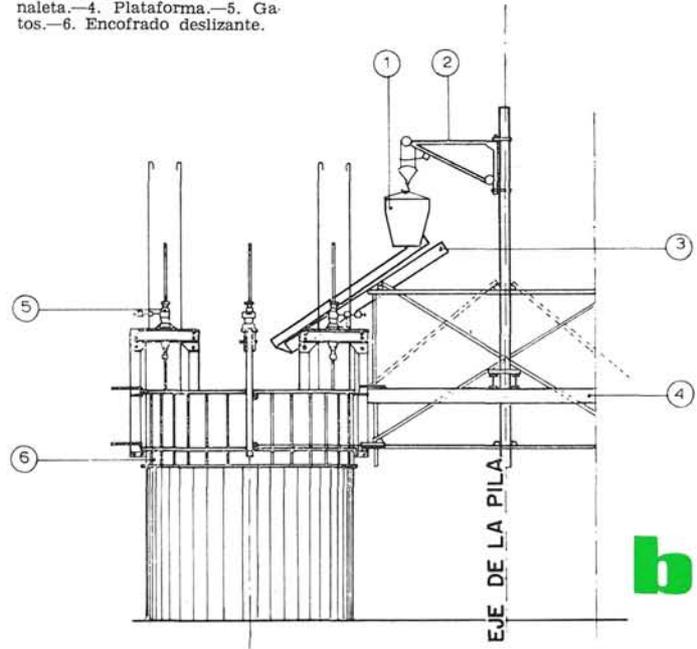
a

En vista de ello, la superioridad decidió adoptar una estructura de vigas rectilíneas simplemente apoyadas: 5 de 40 m de longitud, y otras, de igual tipo, pero de 22 metros.

Desechada la solución en arco se tuvo que adaptar la estructura al eje del trazado, previsto en curva circular de 400 m de radio en esta zona.

Los tramos de 22 m de luz se salvan, en cada calzada, con cinco vigas de hormigón armado, de 2 m de canto y 40 cm de anchura, colocadas a 2,40 m de distancia entre ejes y arriostradas con cuatro travesaños. La losa de tablero tiene 20 cm de espesor. Las armaduras trabajan con una tensión de 2.000 kg/cm²; el hormigón de la losa, a 75 kg/cm², y el de las vigas, a 60 kg/cm².

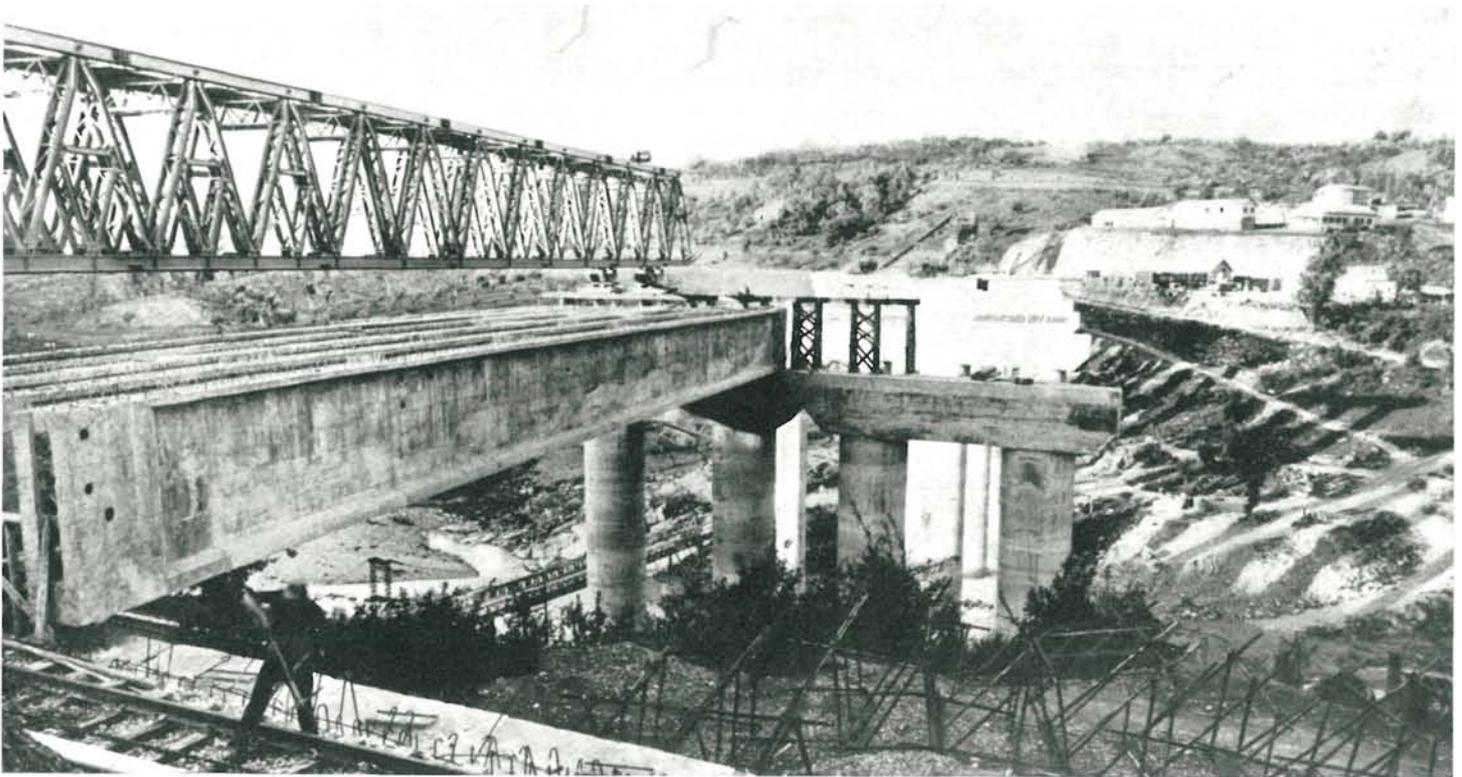
1. Cazo.—2. Ménsula.—3. Canaleta.—4. Plataforma.—5. Gatos.—6. Encofrado deslizante.



b

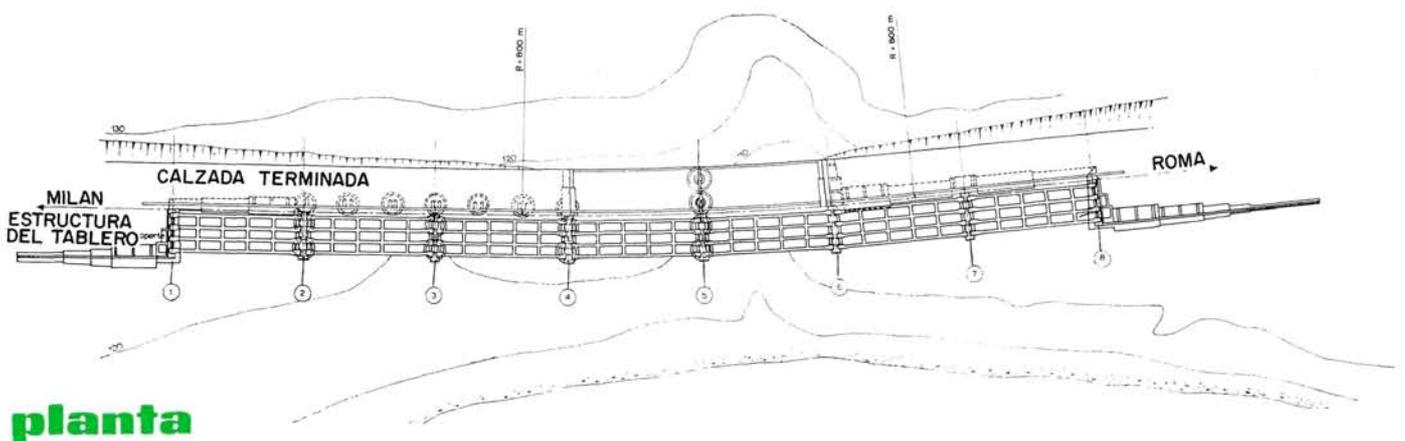
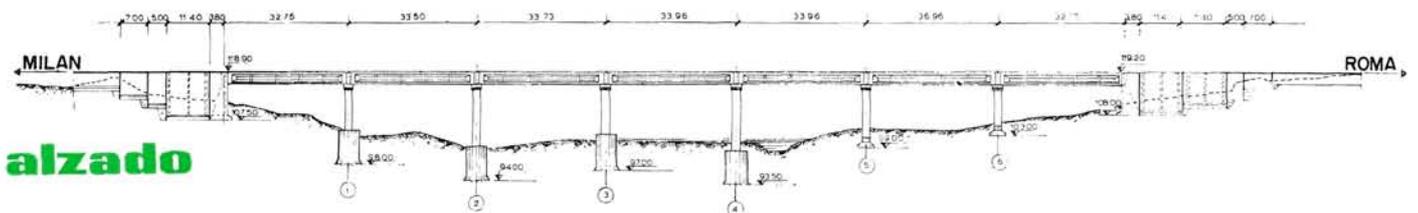
Esquemas: a) de la viga de lanzamiento; b) de encofrados deslizantes.

Lanzamiento de vigas en tramos, de 40 m de luz, en el puente Santa María.





Viaducto Fosso Pantano.



Los tramos de 40 m de luz llevan cinco vigas por calzada, de 2,40 m de canto; alas de 70 cm y alma de 20 cm de espesor, arriostradas con cinco piezas transversales, y una losa de 18 cm de espesor. Las vigas pretensadas se han armado con cinco cables de 44 alambres de 6 mm, además de un cable complementario, exterior, de 20 alambres de 6 mm. Las piezas transversales de arriostramiento tienen dos cables de 20 alambres de 6 milímetros.

La carga de trabajo del acero es de 90 kg/mm², y de 106 kg/mm² durante la operación de tesado. El hormigón trabaja a 134 kg/cm² normalmente, y a 175 kg/cm² durante el tesado.

Las vigas de cada una de las dos calzadas del puente se apoyan sobre un cabezal, de hormigón armado, de altura variable, debido al peralte que exige el trazado en curva. Este cabezal se apoya en un par de soportes, cilíndricos, huecos, espaciados a 6,80 m y de altura máxima de 40 metros.

Las primeras cinco pilas de la margen izquierda, las cuales soportan las vigas que salvan luces de 22 m, llevan dos montantes cilíndricos, de 2 m de diámetro exterior y 40 cm de espesor de pared, que descansan sobre un cimiento en forma de solera. Las restantes cinco pilas, que soportan los tramos de 40 m de luz, tienen montantes, también cilíndricos, de 2,70 m de diámetro exterior y paredes de 50 cm de espesor.

La primera de estas pilas se apoya directamente sobre cimientos; las tres correspondientes al cauce del río se han protegido, hasta el nivel de máximas avenidas, con una estructura celular, de hormigón armado, y con la extremidad en bisel revestida con un emplacado. Los cimientos de esta pila están constituidos por cajones continuos para las dos calzadas, cuyas dimensiones, en planta, son de 6 × 26 m; la altura de la cámara de trabajo es de 2 m, y el espesor de la losa superior de 2 m también. Los muros exteriores de cada cajón descienden hasta el fondo del río. El hundimiento de estas estructuras de cimientos se ha llevado a unos 13 m de profundidad.

La quinta pila, próxima a la vía férrea, tiene las mismas características que las tres anteriores, pero sus cimientos son del tipo pozo para cada una de las dos calzadas. Cuenta esta pila con dos montantes, cilíndricos, de 6 m de diámetro exterior y 50 cm de espesor de pared. Su cimiento es una solera en forma de disco, de 7 m de diámetro y 1,20 m de espesor. Los huecos entre hastiales y paredes se han rellenado con hormigón pobre.

Iniciado el hundimiento de los cajones hubo que afrontar la compacidad del banco calizo, que exigía el empleo de explosivos, empleándose éstos en pequeñas dosis. Las presiones laterales durante el descenso del cajón fueron muy elevadas y retardaban, por rozamiento, la operación.

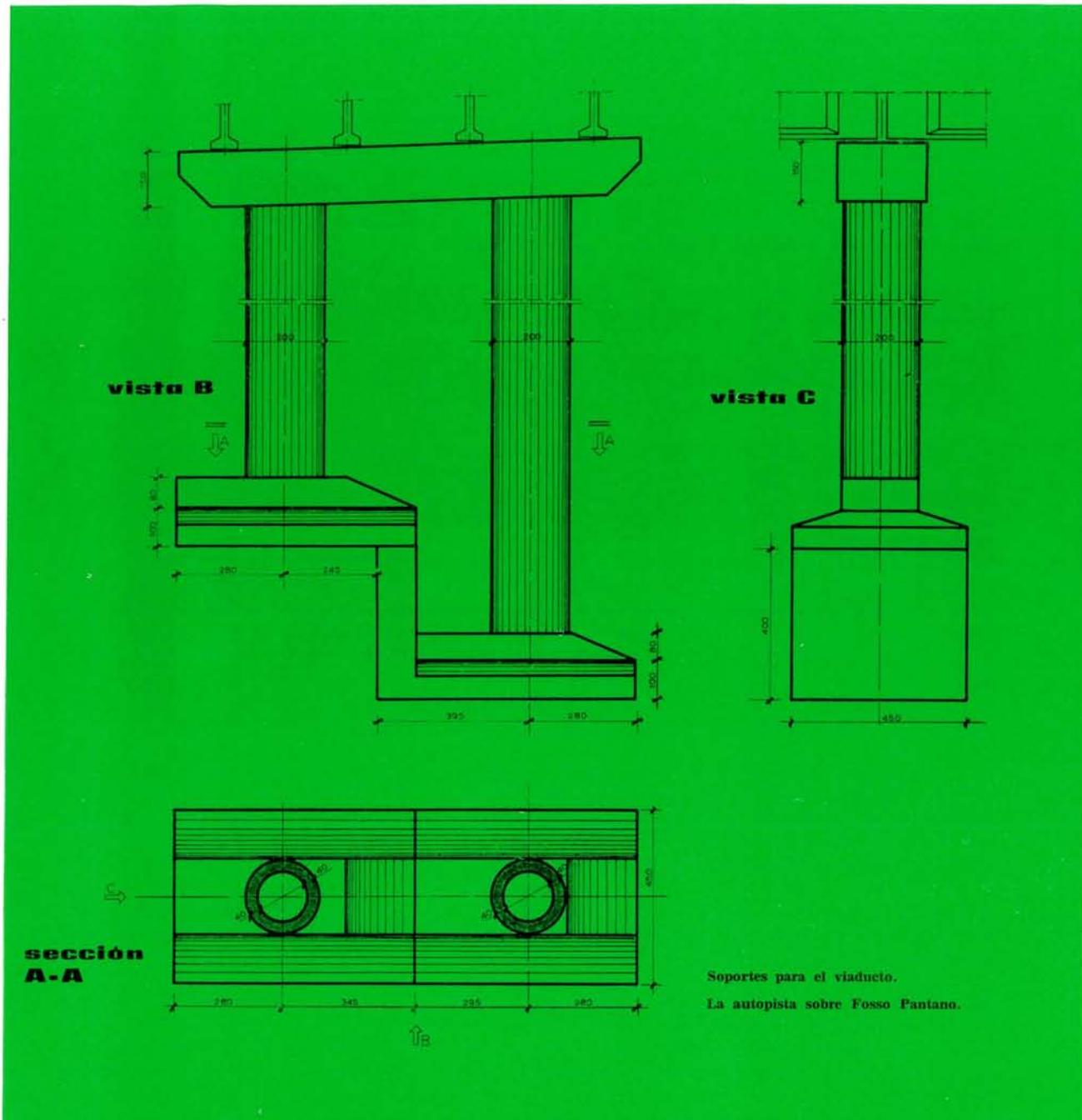
Por si esto fuera poco, el hundimiento de cajones provocó un desplome del terraplén de la línea férrea, accidente que se reparó rápidamente, pero que exigió serias precauciones y la apertura de cinco pozos auxiliares para poder llevar los cajones al apoyo definitivo sobre el firme. Estas operaciones motivaron retrasos que, en cierto grado, se paliaron simultaneando con la construcción de las otras pilas.

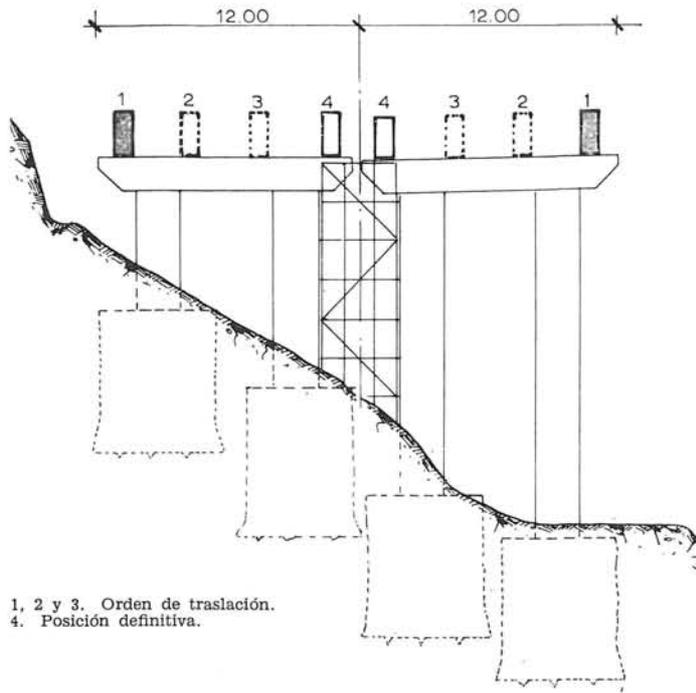
Construidas las pilas ubicadas en el cauce del río, se procedió a la colocación de las vigas pretensadas—de unos 40 m de longitud, prefabricadas en un taller próximo a la obra—, pero no sin sufrir primero un tesado parcial del orden de 3/5 del total, y, en este estado de tensión en las armaduras, las vigas se colocaron en posición definitiva mediante una viga auxiliar de lanzamiento provista, al efecto, de un puente-grúa que las transportaba.

En marzo de 1964 se dieron por terminados los trabajos de construcción, que duraron, en total, 23 meses.

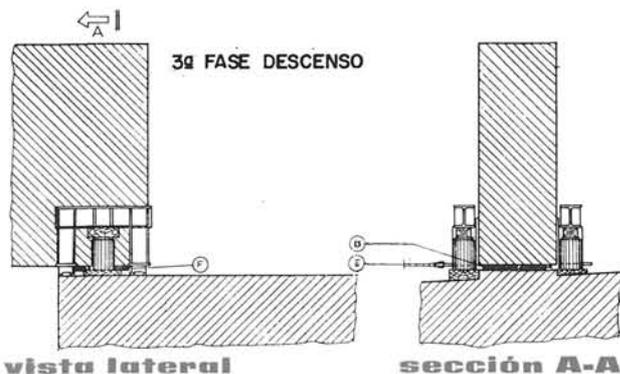
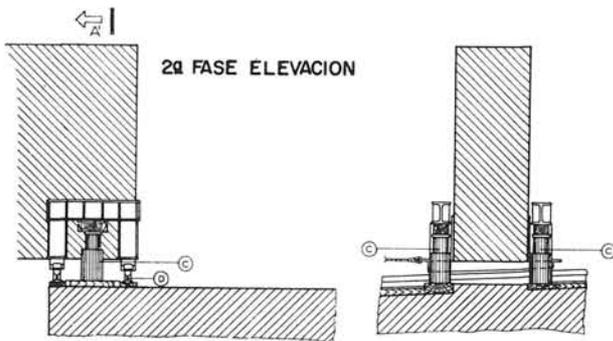
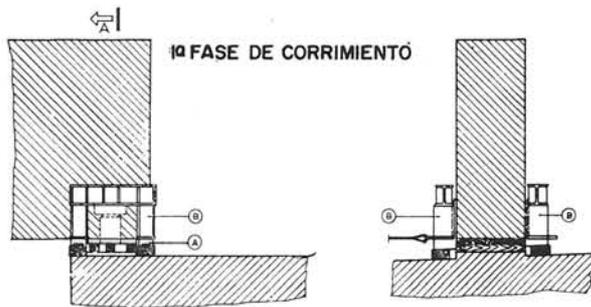
Viaducto Fosso Pantano

En las proximidades de la localidad de Baschi, la autopista se encauza entre una ladera y el río Tíber. El poblado histórico existente se vería comprometido al encajar la autopista en una trinchera profunda, por lo que se ha preferido apoyarla sobre soportes, constituyendo un viaducto, inscrito en una curva circular de 800 m de radio.





1, 2 y 3. Orden de traslación.
4. Posición definitiva.



vista lateral

sección A-A

Los tramos de 32 m de luz, de hormigón armado, se componen, cada uno, de cuatro vigas, espaciadas a 3,20 m, de 2 m de canto, alas de 70 cm y alma de 20 cm de espesor. Estas vigas se han arriostrado con cinco piezas transversales y una losa de 20 cm de espesor. Cada viga tiene cuatro cables de 42 alambres de 6 mm, y otro cable adicional, exterior, de 30 alambres, también de 6 mm. Las piezas transversales se han armado con dos cables de 20 alambres de 6 milímetros.

Las vigas de cada calzada se apoyan sobre cabezales soportados por un par de montantes cilíndricos, de 2 m de diámetro exterior y altura máxima de unos 16 metros.

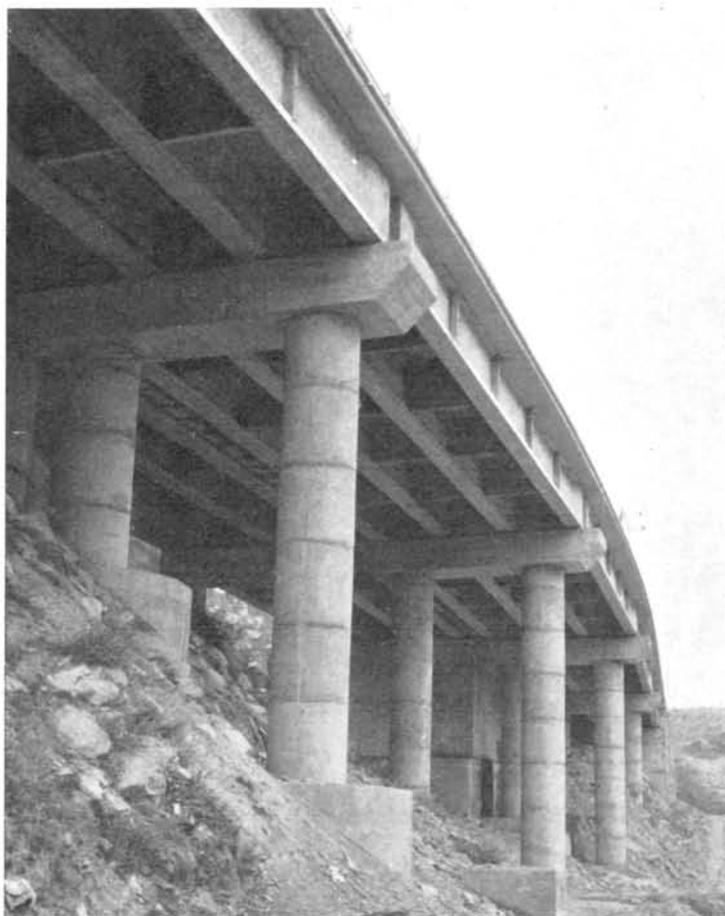
Como el terreno se compone de bancos de arenisca fracturada y capas de arcilla, los cimientos se han proyectado de acuerdo con las características locales del suelo. Los cimientos de las dos semipilas y estribo del lado de Roma se apoyan directamente sobre el firme próximo, mientras que para las otras y el restante estribo se han abierto pozos de 5,50 m de diámetro y colocado piezas cilíndricas con paredes de 50 cm de espesor. Lograda la debida profundidad, la parte hueca se rellenó con hormigón. Las piezas cilíndricas de cimientos para los estribos se armaron debidamente para hacer frente a los empujes de las tierras.

Para la construcción de las vigas pretensadas, hormigonadas y tesadas en obra, se utilizó un entramado tubular auxiliar en la posición externa de cada una de las calzadas. Cada una de estas vigas ha sido ripada, transversalmente, hasta elevarla a su posición definitiva. Y antes de proceder a su hormigonado se colocó, en cada extremidad, un patín que permitiera dicho ripado.

Terminado el tesado y por medio de gatos, colocados en los patines, se elevaba la viga, introduciendo bajo cada extremidad un par de rodillos, sobre los cuales podía correr la viga ayudándose de tornos que actuaban sobre cables fijados en los patines.

Una vez la viga en posición se colocaron las láminas de neopreno, auxiliándose siempre con gatos, y desmontando, finalmente, los patines.

Hormigonado y corrimiento de vigas en el viaducto.



Las obras terminaron en enero de 1964, habiéndose empleado 16 meses en su ejecución, para lo cual se instalaron dos talleres en lugares adecuados. Los talleres para el hormigonado y tesado de vigas se dispusieron en las proximidades de un estribo.

Estas obras, no solamente son notables por su concepción, breve tiempo de ejecución y economía, sino por su propia arquitectura y belleza.

La estructura de hormigón pretensado ha sido calculada por el Profesor Giovanni Corona y Giacinto Sonzogno, Dr. Ing.; la de hormigón armado por Dorian Frizzi, G. Franco Scomazzon y G. Domenico Tesserin, Dres. Ings.; la dirección de obra estuvo a cargo de Tito Omet, Dr. Ing., y Fabio Zambelli, Per., siendo la Empresa Constructora: Giuseppe Torno & C. S. p. A., Dr. Ingeniero.

Traducido y adaptado por J. J. Ugarte

Fotos: COSTA

Les ponts Santa María et de Pantano de l'autoroute du Soleil - Italie

Dorian Frizzi, Dr. ingénieur.

De tous les ouvrages construits au long des 750 km de l'autoroute Milan-Naples, deux seulement sont décrits ici.

Tous les deux ont des axes courbes de grand rayon, deux chaussées indépendantes portées par des montants cylindriques formant palissades dont plusieurs, de grand diamètre, sont très élevés.

Les travées les plus importantes, de 40 m de portée, ont des supports qui arrivent à la cote la plus élevée, environ 40 m de leur base, et pour les fondations desquels l'utilisation de caissons pneumatiques a été nécessaire.

Les poutres de plus grande longueur du pont de Santa María sont en béton précontraint, bétonnées en atelier et lancées à l'aide de poutres auxiliaires pourvues d'un pont roulant pour les amener à leur position définitive.

Pour le viaduc de Fosso Pantano, les poutres furent bétonnées à l'extrémité du tablier puis ripées jusqu'à leur emplacement, manoeuvre qui s'effectua à l'aide d'un échafaudage auxiliaire préparé à l'avance.

Les poutres s'appuient sur des plaques de plomb ou de néoprène.

Santa María and Pantano bridges on the Sun motor road, Italy

Dorian Frizzi, Dr. engineer.

Of all the constructional features along the 750 km of the Milan-Naples motor road, only the two above mentioned bridges will be described.

Both have a large radius curvature in the horizontal plane, two independent pavements, and in both cases the deck is supported by a palisade of cylindrical columns, some of them very tall and of considerable diameter.

The main spans are 40 m long, and the piles can reach a height of up to 40 m above their base. The foundations of these has necessitated the adoption of pneumatic caissons.

The longest beams of the Santa María bridge are prestressed, concreted in the workshop and placed with the aid of auxiliary girders and travelling cranes, which lift them to their final emplacement. At the Fosso Pantano viaduct the girders were concreted at one end of the deck, and were then transported to their final position with the help of a provisional tubular framework.

The beams rest either on lead or neoprene plates, in order to provide suitable flexible joints.

Die Santa María- und Pantano-Brücke der Sonnenautobahn (Italien)

Dorian Frizzi, Dr. Ingenieur.

Unter allen längs der 750 km der Autobahn Mailand-Neapel errichteten Bauwerken werden nur die beiden obenerwähnten Brücken beschrieben.

Beide haben ihre Achse in einem Kreisbogen von grossem Radius, zwei unabhängige Fahrbahnen und Stützen, die Palissaden mit zylinderförmigen Schäften bilden, einige von grossem Durchmesser und beträchtlicher Höhe.

Die wichtigsten Felder haben eine Lichtweite von 40 m und ihre Stützen erreichen eine Maximalhöhe von 40 m über der Basis. Für die Fundamente dieser letzteren war es notwendig, Senkkammern zu verwenden.

Die längsten Träger der Sta. Maria-Brücke sind aus vorgespanntem Beton. Sie wurden in Werkstätten betoniert, mit Hilfsbalken lanciert und mit einem Laufkran in ihre definitive Lage gebracht. Beim Fosso Pantano Viadukt wurden die Träger an einem Ende der Fahrbahn betoniert und hierauf in ihre definitive Lage gerückt, wozu zuvor ein Rohrgefüge vorbereitet wurde.

Die Träger stützen sich zum Teil auf Blei- und zum Teil auf Neoprenplatten.