distribuidor de tránsito «La Araña» - Venezuela

562 - 95

Generalidades

Este distribuidor que se construye en la ciudad de Caracas enlazará las autopistas N.-S. y E.-O., proporcionando cambios de dirección y sentido a los vehículos en doce formas distintas posibles, sin reducciones apreciables de velocidad o capacidad.

La N.-S. conectará la autopista Caracas-La Guaira con la Coche-Tejerías; sólo falta la construcción del tramo Araña-Coche, actualmente en licitación.

La E.-O. conectará las autopistas del E. y El Valle, ya enlazadas por el distribuidor «El Pulpo», con el sector O. de la ciudad (Antímano y Caricuao); sólo falta la construcción del

sinopsis

La situación de Caracas y el sistema vial que concurre en su casco urbano, junto con la expansión de la ciudad en una dirección determinada, provocada por condiciones topográficas locales, han creado un problema de encauzamiento del tránsito que culmina en la necesidad de construir un distribuidor de tráfico, denominado «La Araña», en el que se cruzan las calzadas a cuatro niveles distintos.

Como es lógico, se han tenido que afrontar serios problemas técnicos para vencer accidentes locales y terrenos de apoyo de pobre capacidad de sustentación.

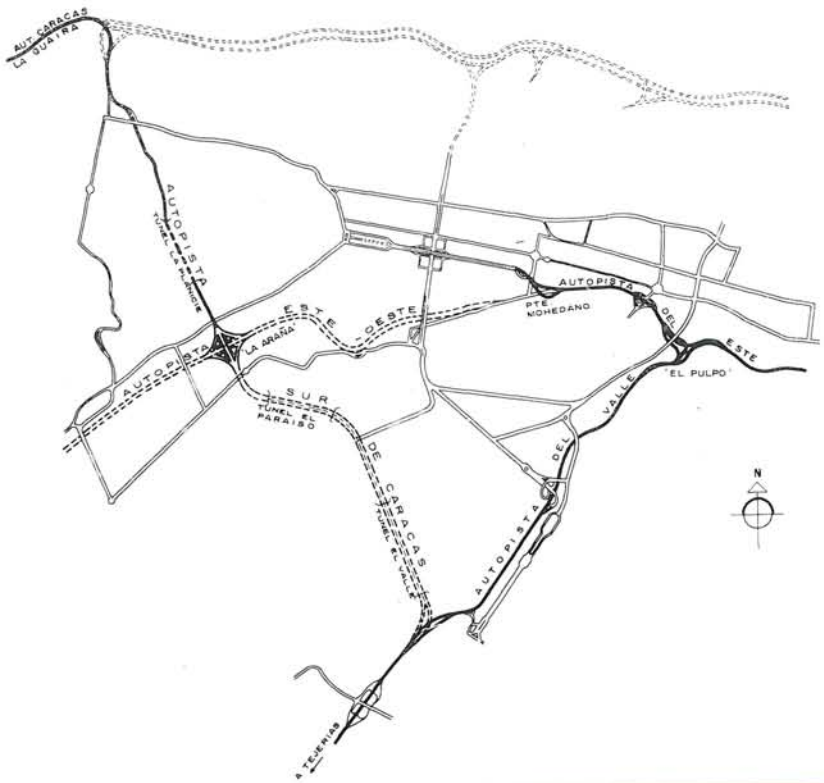
Dado el gran volumen, variedad y dispersión de obras, la prefabricación de elementos básicos ha sido imperiosa. Las vigas y entramados estructurales son de hormigón pretensado, y los cimientos, con bases apoyadas sobre pilotes de distintos tipos, de hormigón armado ordinario.

La obra, realizada por cuenta del Ministerio de Obras Públicas, se halla actualmente muy avanzada, pero aún falta por realizar su fase final. Una vez terminada, su valor global se eleva a unos 600 millones de pesetas.

En este trabajo se describe la obra y se dan algunas ideas sobre las bases de cálculo y ejecución de obras.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

situación



tramo Puente Mohedano-Antímano-Caricuao, del cual se está ejecutando el Puente Mohedano-La Araña, con sus conexiones a las vías urbanas de dirección N.-S.

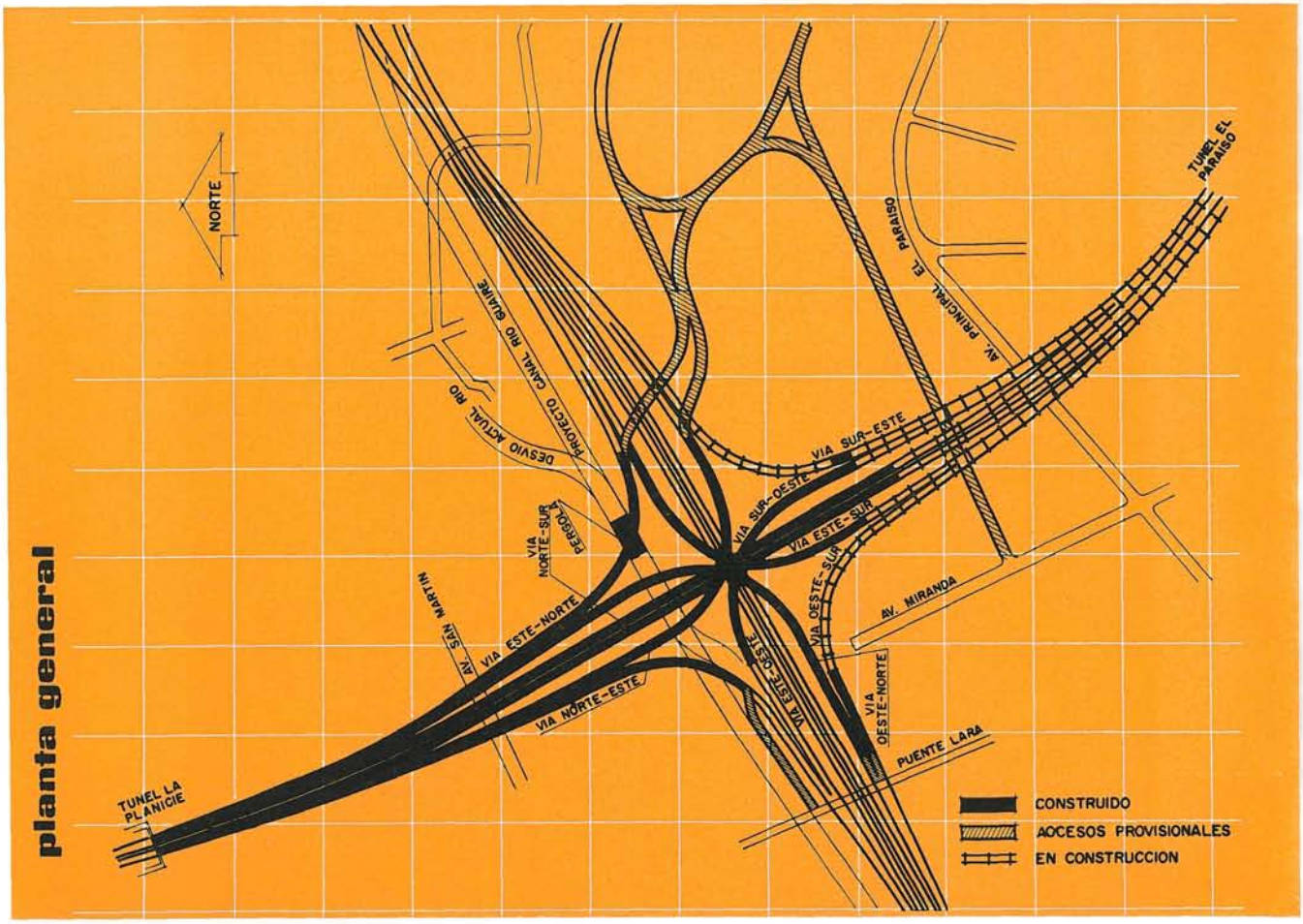
Se conseguirán así enlaces directos entre las vías regionales y entre éstas y las urbanas, disminuyéndose las deficiencias actuales en el sistema de circulación urbano.

Del estudio del distribuidor se encargó el ingeniero Antonio Vicentelli, corriendo el estructural a cargo de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

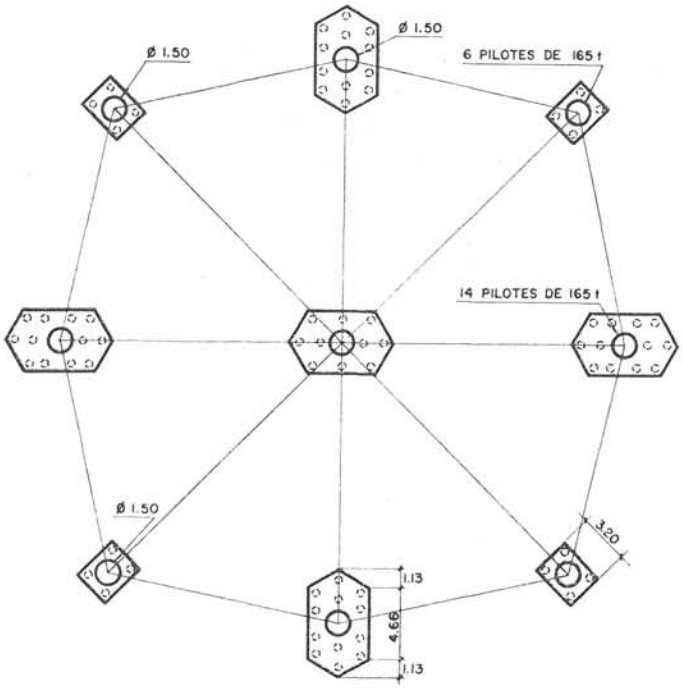
Descripción de la obra

La mayor parte son estructuras elevadas, situadas en terrenos de alto costo y salvan el río Guaire y dos avenidas de gran volumen de tráfico. Las vías en estructuras elevadas tienen un desarrollo entre estribos de 5,4 km y una superficie vial de aproximadamente 51.500 metros cuadrados.

planta general



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

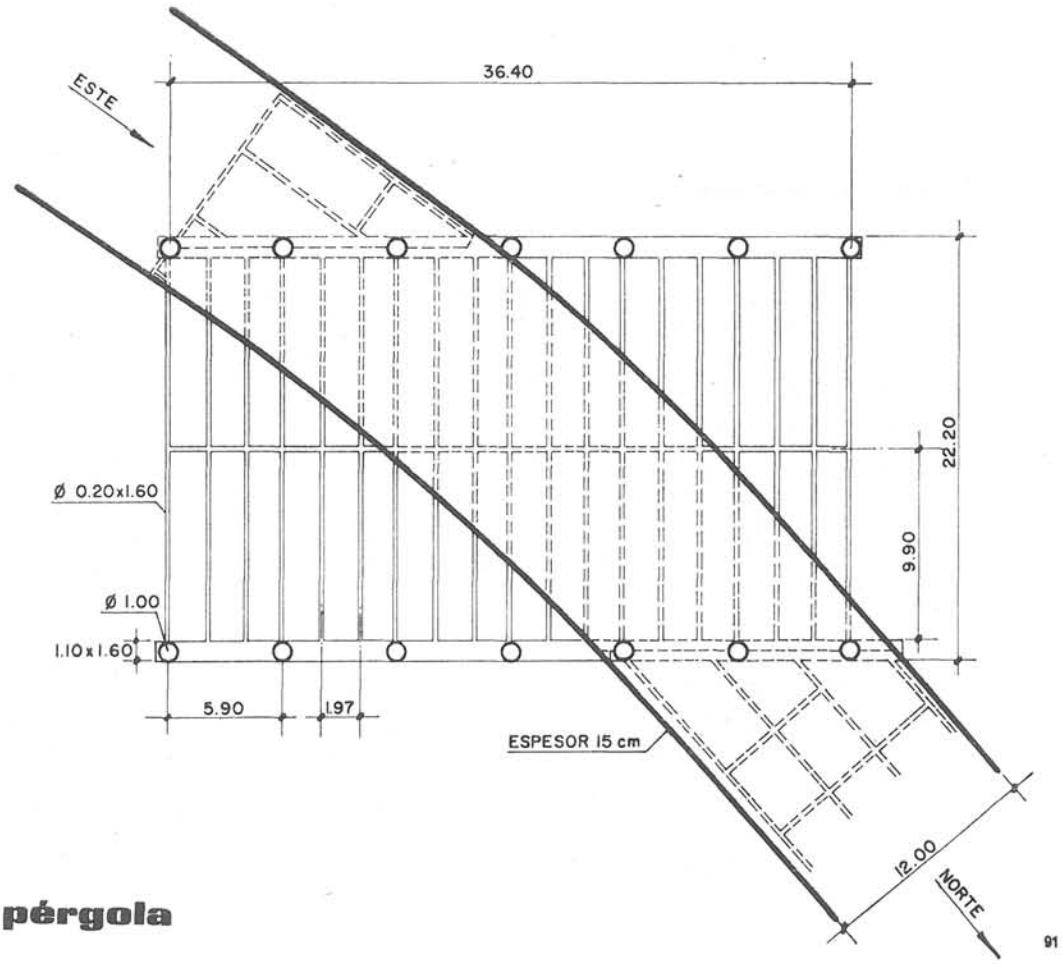


estructura especial
núcleo

En planta, el trazado consta de alineaciones rectas y curvas clotoides y circulares, siendo el radio mínimo de 130 m y el peralte máximo de 10 por 100. La pendiente longitudinal máxima es de 4,5 por 100 y la velocidad prevista de 80 km por hora. El ancho útil de las calzadas varía de 9,50 a 23,50 m para las cuatro principales (N.-S., S.-N., E.-O. y O.-E.). Cada una de estas últimas dispone de: dos bandas de circulación de 3,60 m, arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1,20, estando separados los sentidos de circulación por un macizo central de 1,30 metros.

La estructura típica está formada de losas y vigas pretensadas simplemente apoyadas sobre pilas de hormigón armado que descansan sobre pilotes.

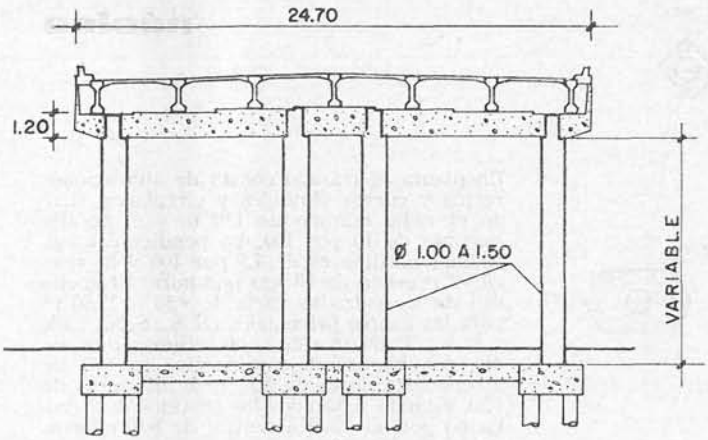
Los tramos entre pilas son de 20, 25 y 30 m de luz, a excepción de dos tramos de 16 m y otro de 27. La altura máxima de pilas sobre el nivel del terreno es de 22 metros.

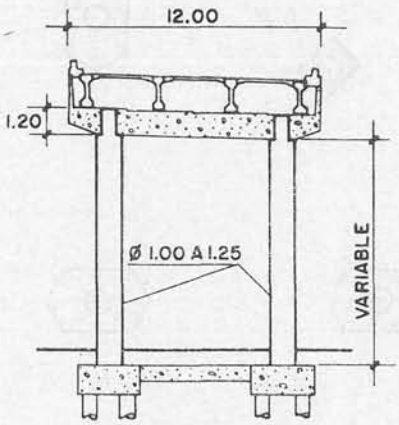


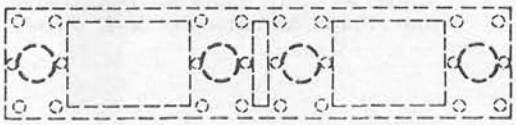
pérgola

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

soportes







Infraestructura

Todos los cimientos descansan sobre pilotes dispuestos en grupos de 4 ó 6, hormigonados en obra y que son de dos tipos, Strauss o Franki, presentando las siguientes características:

Tipo Strauss: Diámetro, 55 y 65 cm para cargas de 80 a 110 t, respectivamente; longitud media, 16 m; resistencia, 150 kg/cm². Van armados con 7 ø 7/8″ en los primeros 6 m y zunchados con alambre ø 3/8″ formando espiral de 20 cm de paso.

Tipo Franki: Diámetro, 52 cm para cargas de 120 t; longitud media, 12 m. Van armados con barras 5 ø 3/4″ en los primeros 9 m y espiral de solamente ø 1/4″ y paso de 20 cm. Para cargas de 165 t, el diámetro es de 60 centímetros.

Los cimientos son de hormigón armado formando losas de 3 × 3 m y 3 × 5 m y espesor variable de 1,20 a 1,60 m, arriostradas transversalmente.

Los montantes de los soportes son circulares de 1 m de diámetro, a excepción de algunos correspondientes a la vía N.-S., que es la más elevada, donde tienen 1,25 m de diámetro. Las pilas, empalizada, tienen dos, tres o cuatro montantes. Los cabezales de las pilas son de sección rectangular de 1,20 × 1,10 m de ancho, terminando los extremos en voladizos de 1,90 metros.

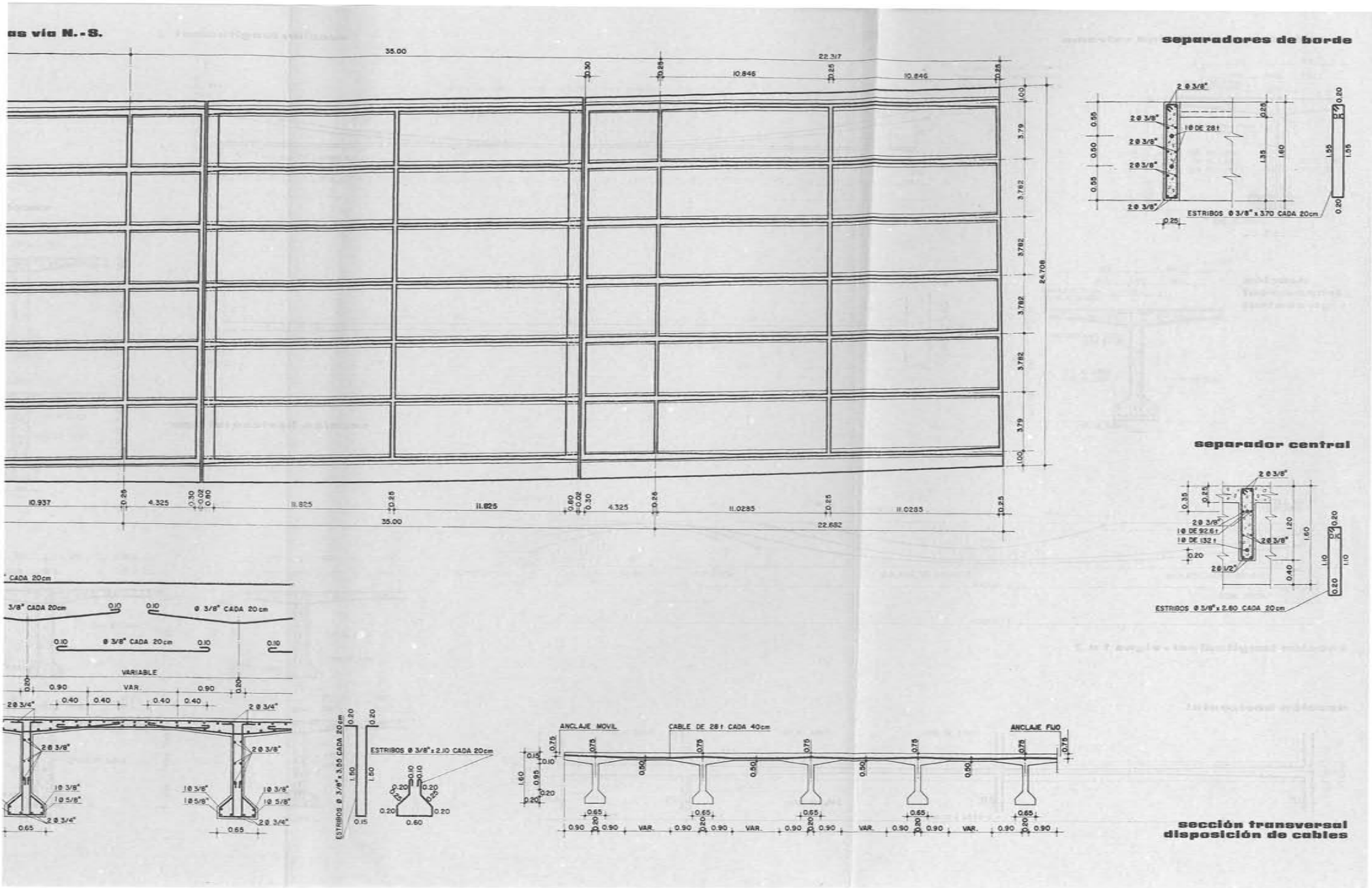
Superestructura

El tablero está constituido a base de vigas, losas y arriostramientos de hormigón pretensado. Los tramos están formados por cuatro o siete vigas unidas entre sí por la losa y arriostramientos. Las losas son de 15 cm de espesor, acartelándose con las vigas.

Las vigas tienen un canto constante, de 1,60 m, con alma de 20 cm en la parte superior y 65 cm en la inferior. Los apoyos son placas de neopreno de 0,30 × 0,50 m y 1,20 cm de espesor. En los apoyos móviles se utilizaron dos placas de caucho y una metálica que tiene 1 mm de espesor y va colocada entre ellas, y en los fijos lleva una sola placa de caucho.

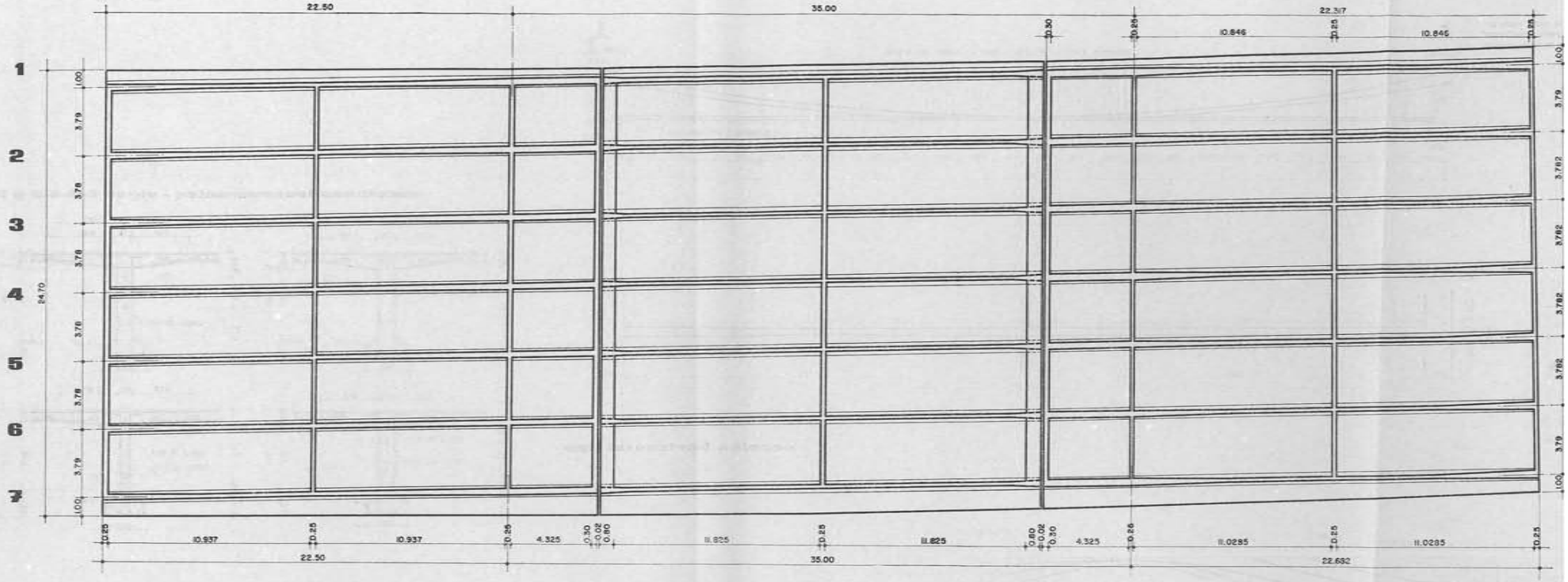
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

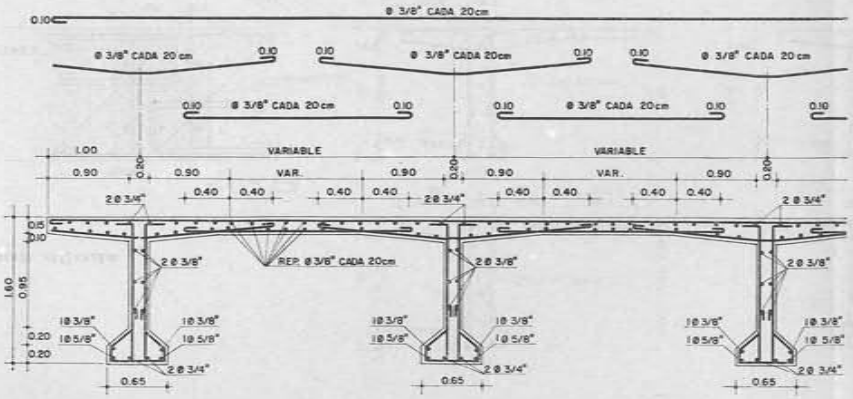


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

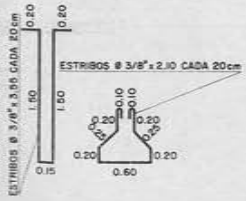
tablero y detalles de vigas y losas vía N.-S.

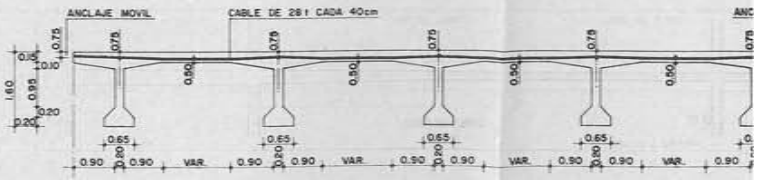


armaduras ordinarias



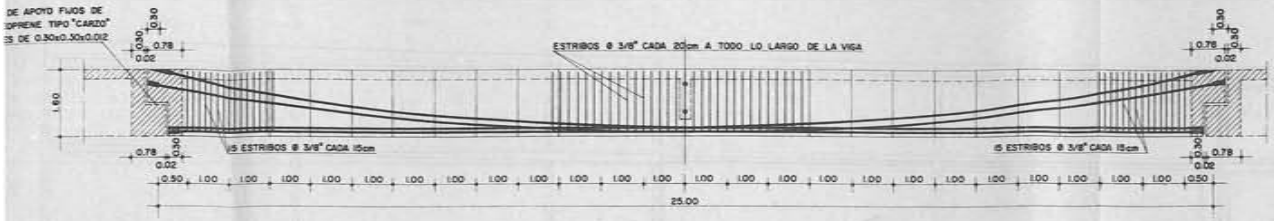
sección transversal

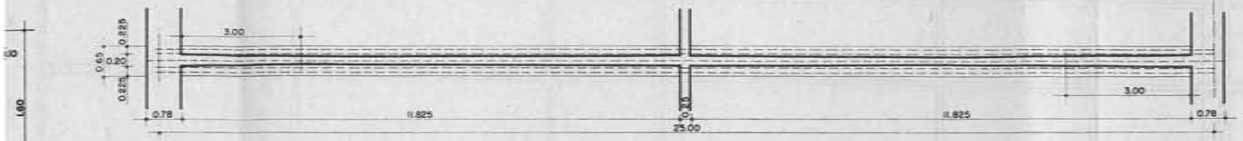




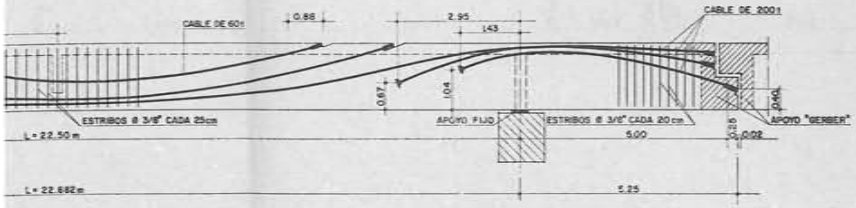
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

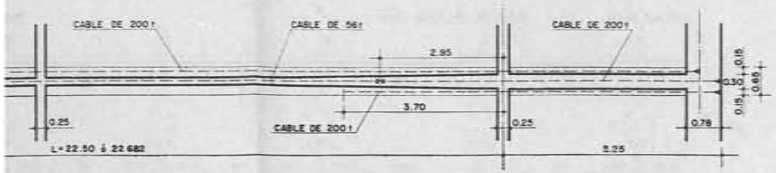
sección longitudinal





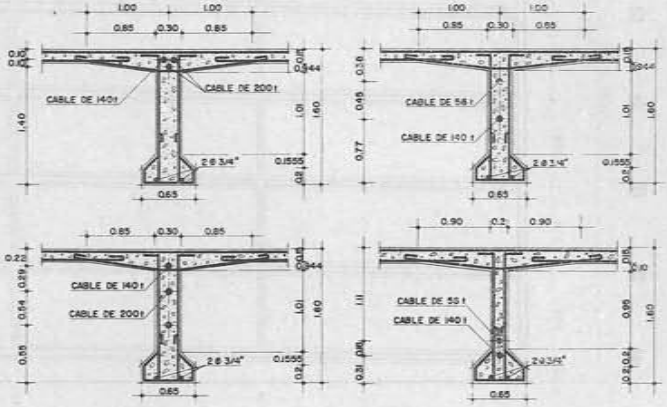
sección horizontal tipo

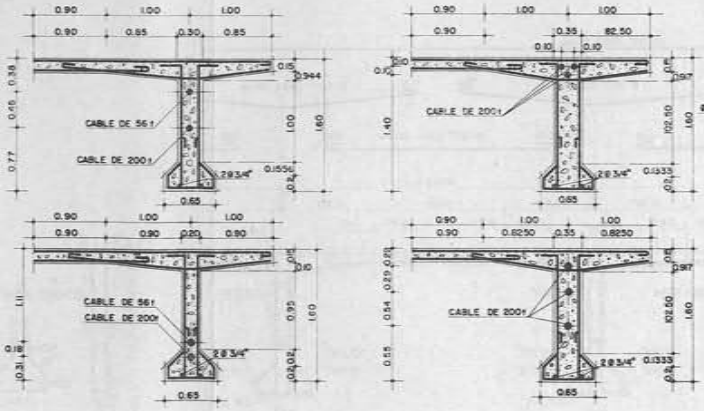


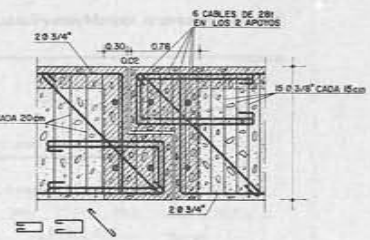


armaduras de vigas y tablero

secciones transversales - vigas 2-3-4-5 y 6







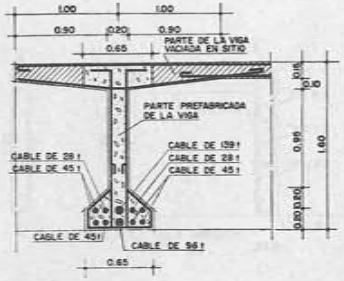
apoyo gerber

secciones transversales - vigas 1 - 7

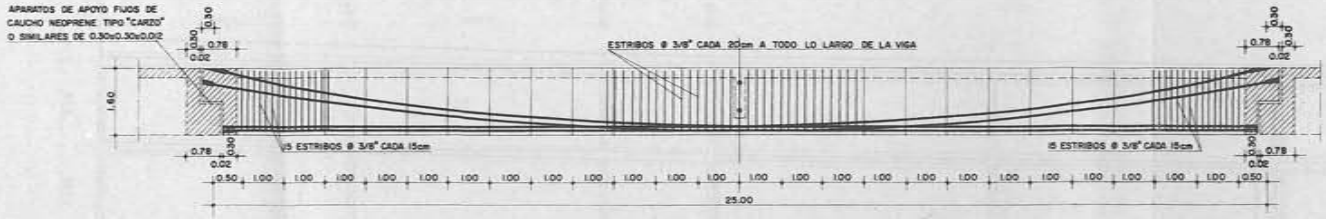
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

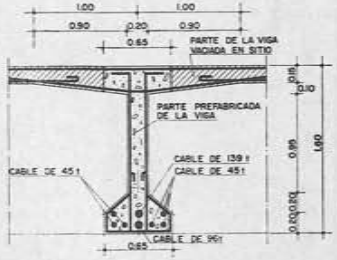
sección transversal viga extrema

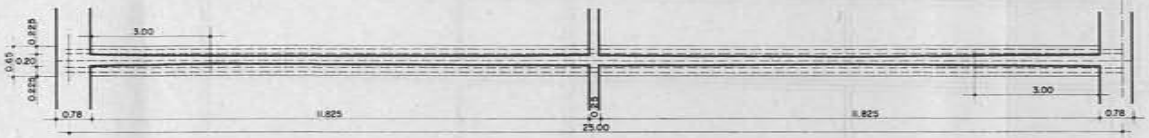


sección longitudinal

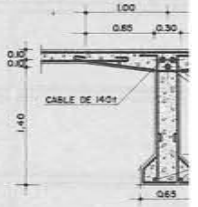


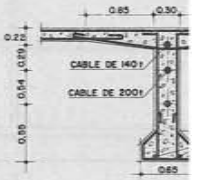
sección transversal viga central



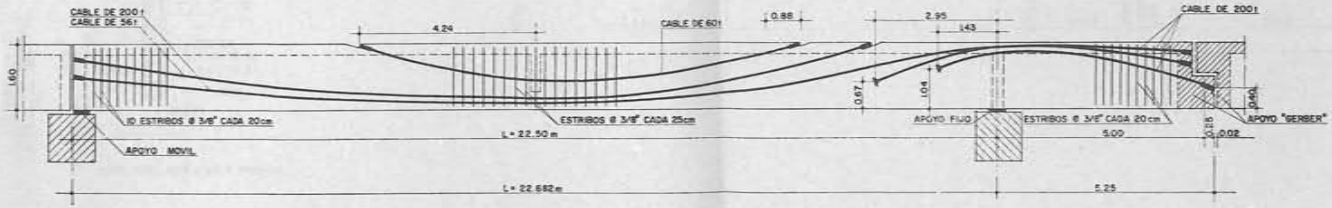


secci

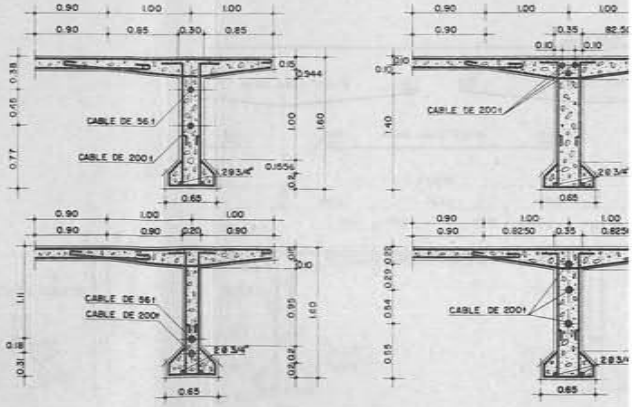




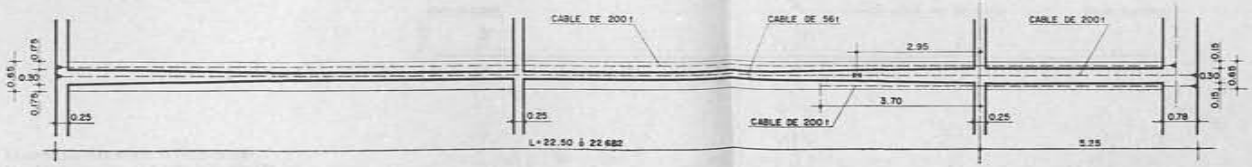
sección horizontal tipo



sección longitudinal - vigas 1 a 7



sección horizontal

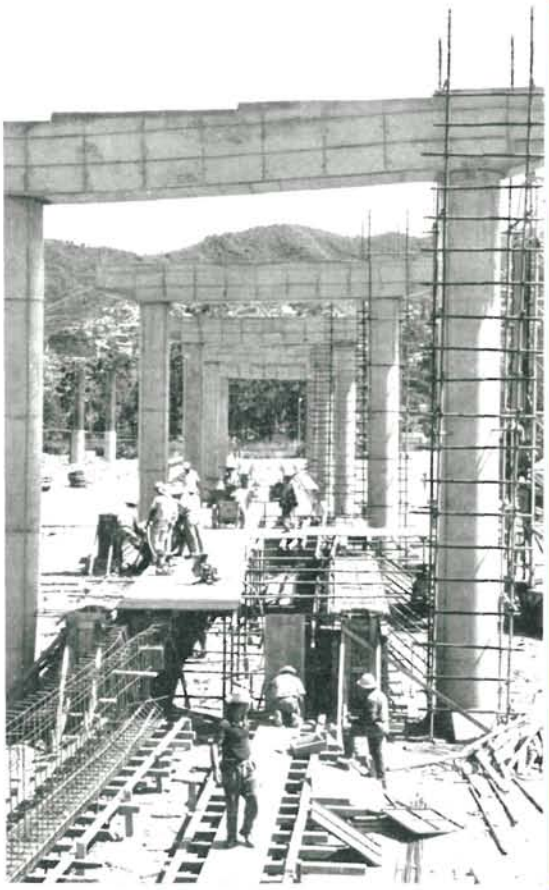


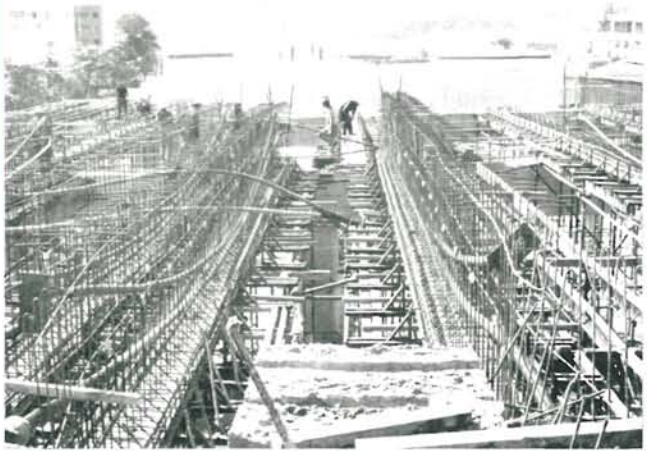
estructuras especiales

En la vía N.-E. y sobre el cruce con el río Guaire se construyó una estructura especial, que consta de dos filas de montantes de 1 m de diámetro, espaciados 5,90 m. Los cabezales de cada fila tienen 1,60 m de alto y 1,10 m de ancho, en los que están empotradas las vigas de 1,60 m de alto y 0,20 m de ancho, espaciadas a 1,967 m, sobre las que descansa la losa de 15 cm de espesor y 12 m de anchura.

Las vigas Gerber en las vías N.-S., E.-N. y N.-O. salvan luces de 35 m sobre la avenida San Martín, de gran volumen de tráfico. Las luces laterales son 22,50 m y la central de 35 m. Estas vigas son de hormigón pretensado y se apoyan sobre voladizos de 5 metros.

La estructura construida en el centro del distribuidor permite se crucen vías en ocho direcciones diferentes de tráfico y tiene cuatro niveles.





Hormigonado en obra de una viga.
Hormigonado de montantes.
Soportes.
Gato para el pretensado.
Armaduras para vigas pretensadas.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

En el primer nivel, a ras de suelo, están las vías E.-O. y O.-E.; en el segundo, las N.-E. y S.-O.; en el tercero, las O.-N. y E.-S., y en el cuarto, las N.-S. y S.-N. a 24,40 m, aproximadamente, sobre el primer nivel.

Esta estructura especial tiene soportes circulares de 1,50 y 1,80 m de diámetro. Las vigas de los pórticos tienen, en los niveles segundo y tercero, secciones de 2,00 × 1,50 m y de 1,60 × 0,80 m, con luces de 16 m en los arriostramientos. En el cuarto nivel la sección es de 3,60 × 1,50 m y de 1,50 × 0,80 m, con luces de 27,00 m en los arriostramientos.

Todas estas vigas son de hormigón armado. Los tableros de cada nivel están formados por vigas y losas de hormigón pretensado, variando las luces de estas vigas de 16 a 27 metros.

Ideas sobre el cálculo (Superestructura)

El cálculo de la superestructura se basó en las Normas del M. O. P. para el pretensado, las de la ASSHO-H20-S16-44 para sobrecargas, y los materiales debían tener una resistencia de: 350 kg/cm² el hormigón, 1.200 kg/cm² el acero y 150/170 kg/mm² el de los cables del pretensado.

El cemento tipo portland normal debía ajustarse a las Normas venezolanas: NORVEN 16-9-61.

El mortero para inyecciones sería de 42,5 kg de cemento, para 17 *l* de agua y 3 onzas de Intraplast. El hormigón se dosificó a razón de 400 kg/m³ de cemento. La cantidad promedio de cemento fue de 450 kilogramos.

Las cargas máximas permitidas fueron de 40 kg/cm² en compresión y 5 kg/cm² a tracción.

Como base de cálculo para el pretensado se previó el empleo de cables con una capacidad de 28 t, espaciados a 0,40, y vigas de sección constante simplemente apoyadas.

Las reacciones debidas a sobrecargas móviles se calcularon con la fórmula de Albenga:

$$\delta_i = \frac{1}{\eta} + \frac{\zeta J_i X_i}{\Sigma J_i X_i^2}$$

donde: η es el número de vigas; J_i, el momento de inercia de la viga, y X_i, la distancia al elemento considerado.

El cable de mayor capacidad fue de 200 t, compuesto de 55 alambres de 7 mm de diámetro, sistema BBRV. El cálculo de las vigas se hizo contando con la prefabricación, dando una tensión inicial del 80 por 100 y completándola al final.

Soportes

Cada soporte fue estudiado como un pórtico, espaciando los montantes convenientemente para mantener constantes las dimensiones de los cabezales. Se tomaron como cargas en juego para su cálculo: el esfuerzo por la estructura transmitido, el peso propio del pórtico, acción del viento y fuerza centrífuga de frenado. Cada pórtico se calculó tomando en consideración los diferentes casos de carga (incluyendo desplazamientos) y se tomó la envolvente de los esfuerzos para el diseño.

Para el cálculo de los soportes se utilizó un programa del Centro Electrónico, que se verificó con ayuda de fórmulas y ábacos del A. C. I. El porcentaje mínimo de acero en el sentido longitudinal resultó del 1 por 100. Todos los montantes fueron zunchados con una espiral de 6 cm de paso.

Cimientos

Los diferentes estudios del suelo indicaron su pobre capacidad de sustentación, lo que aconsejó apoyarse sobre pilotes. Cada cimiento se calculó independientemente y, para mayor rigidez, se calcularon y construyeron vigas de arriostramiento.

Las zapatas correspondientes a los soportes de la estructura especial tenían secciones diferentes, debido a las condiciones particulares de la estructura.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Unión entre viga y montante.
Entramado tubular auxiliar.
Tramo de gran luz y altura.
Montaje de una viga.

El cálculo de esta última se hizo considerando la estructura en conjunto, es decir, una estructura espacial. Se tuvieron en cuenta tanto los momentos en dos direcciones como los de torsión. El desarrollo del cálculo se basa en la aplicación del cálculo matricial a problemas estructurales.

El computador electrónico prestó un gran servicio en el cálculo. La teoría de este sistema de cálculo será publicada en el Boletín de la Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural.

Pilotaje

Una vez obtenida la carga de los pilotes, se calcularon éstos por la fórmula de Caquot-Kerisel, simplificada para los de tipo Strauss y por la fórmula holandesa para los tipos Franki.

Construcción

Importancia fundamental han tenido las ocho pruebas de carga estática efectuadas sobre pilotes aislados y sobre un grupo de pilotes (correspondientes a un montante de la pila número 33 de la vía O.-E.), sometiendo el grupo a 420 t, que representa vez y media la carga calculada para dicho montante.

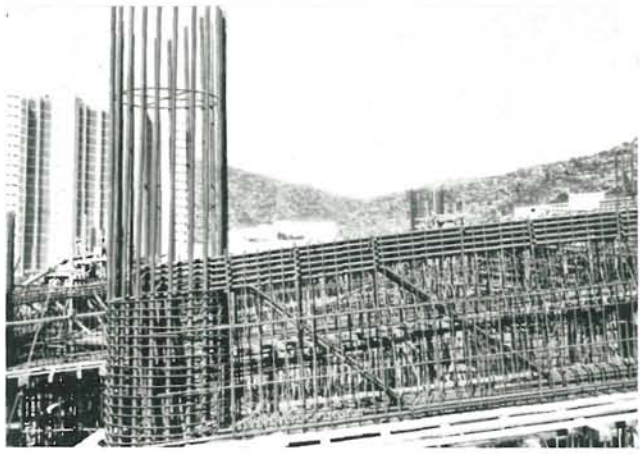
Las pruebas se han efectuado sometiendo los pilotes seleccionados para tal fin al doble de la carga de cálculo, excepto la prueba que se hizo en uno de los pilotes de la estructura especial, el cual se probó con 250 t, es decir, vez y media la carga de cálculo, durante 30 horas, registrándose un asiento máximo de 4,5 mm y otro permanente, después de la descarga, a las 48 horas, de 0,6 milímetros.

Las pruebas de carga sobre pilotes de 55 cm de diámetro con tipo Strauss, cargados de 160 t, o sea, doble de la carga de cálculo, han dado asientos medios de 7,41 mm y asientos permanentes, después de la descarga, de 4,03 milímetros.

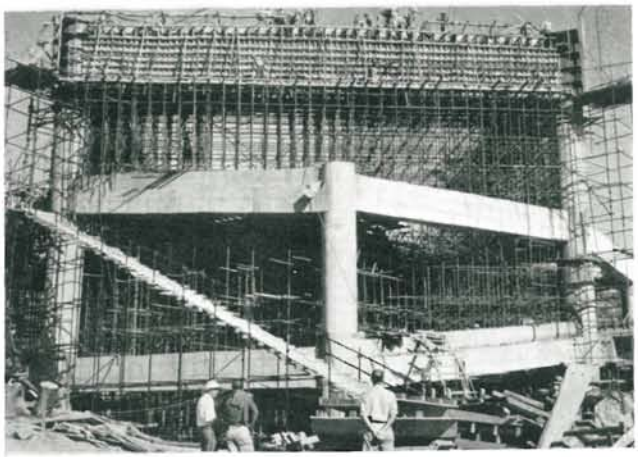
En el hormigonado se han utilizado exclusivamente encofrados metálicos, con lo cual se ha obtenido una gran economía y acabados lisos y uniformes.

El andamiaje ha consistido en un entramado tubular. Las vigas longitudinales, prefabricadas, se colocaron en posición definitiva mediante potentes grúas de hasta 40 t de capacidad o con aparejos proyectados para su movimiento transversal.

Una vez fraguado el hormigón de las vigas, se procedía a su tesado inicial (de 4 a 6 días después), no sobrepasando el 80 por 100 del valor total previsto con objeto de reducir las pérdidas, evitar la fisuración de retracción y poder reutilizar el encofrado. A los 15 días, cuando el hormigón tenía una resistencia de 350 kg/cm^2,



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Estructura especial o núcleo.
Estructura especial terminada.
Montaje de vigas de 30 metros.
Rampas terminadas.

se procedía al tesado final, y a las 24 horas se inyectaban las vainas, después de lo cual, y a las 72 horas de la inyección, se podía libremente mover el elemento.

El tesado de la losa se ejecutó a los 9 días de haber hormigonado, cuando la resistencia del hormigón sobrepasaba el 90 por 100 de la requerida.

Para la preparación del hormigón se instalaron dos centrales de hormigonado con capacidad de 45 y 60 m^3 por hora. El volumen máximo de hormigón colocado en un día fue de 310 m^3, para cuya operación se bombeó desde el nivel del terreno a los encofrados.

Todos los elementos del núcleo o estructura especial se hormigonaron en obra. Cada nivel fue ejecutado sin desencofrar en los inferiores, a fin de transmitir la mayor parte de las cargas directamente al suelo. En cada tongada se hacían lecturas con flexímetros para verificar los posibles asientos. El máximo observado resultó de 14 mm durante el hormigonado del cuarto nivel.

Para todas las calzadas se ha previsto una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 5 cm de espesor.

La obra se construye por etapas. La primera se comenzó en junio de 1962 y se puso en servicio en febrero del siguiente año: Abarcó la ejecución completa de las vías E.-N. y N.-E., parcial de las N.-S. y S.-N. hasta la avenida de San Martín, vía E.-N. y el núcleo o estructura especial; además se construyeron dos accesos provisionales que permiten recoger y distribuir el tránsito entre el túnel «La Planicie» y «El Paraíso» y, por lo tanto, del resto de la ciudad. También se terminó el terraplén de acceso entre el túnel «La Planicie» y «La Araña». La segunda etapa se comenzó después de inaugurada la primera y se terminó en octubre de 1964; esta etapa comprende las vías O.-N. y N.-O., en su totalidad, y parcialmente las E.-S., S.-E., N.-S. y S.-O. Estas vías cubren una longitud aproximada de 1.900 m, que sumados a los 1.500 m de la etapa anterior dan un total de 3.400 metros.

Para poner en servicio las dos primeras vías mencionadas se están terminando de construir dos accesos provisionales para unir «La Araña» con Puente Lara. La ejecución del resto de las vías del distribuidor se ha previsto conjuntamente con la de la autopista S. de Caracas, que comprende: los túneles «El Paraíso» y «Valle» y las estructuras de los sectores El Paraíso, Cementerio y Valle. La ejecución total de la obra se prevé para 1967.

La obra ejecutada representa una inversión aproximada de 31 millones de bolívares, incluidos los accesos provisionales, estimándose en 12,5 millones la inversión prevista para su terminación.

La obra terminada ha sido valorada en unos 600 millones de pesetas.

Adaptación de J. J. Ugarte

Documentación amablemente facilitada por el Ministerio de Obras Públicas de Venezuela.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Distributeur de trafic «La Araña» - Venezuela

La situation de Caracas, le système de voies qui se croisent dans la ville, ainsi que son expansion dans une direction déterminée, provoquée par des conditions topographiques locales, ont créé un problème de canalisation du trafic qui a amené la nécessité de la mise au point d'un distributeur de trafic, appelé «La Araña» —l'araignée—, permettant le croisement des chaussées à quatre niveaux différents.

Comme il est naturel, il a fallu faire face à de sérieux problèmes techniques pour remédier au relief local et aux terrains d'appui de faible capacité de sustentation.

Etant donné le grand volume, la variété et la dispersion des ouvrages, la préfabrication d'éléments de base a été impérieuse. Les armatures sont en béton précontraint, et les fondations, dont les bases s'appuient sur des pilotis de différents types, sont en béton armé ordinaire.

Cet ouvrage, réalisé pour le compte du Ministère vénézuélien des Travaux Publics, est très avancé, mais la phase finale reste encore à réaliser. Une fois terminé, la valeur globale de cet ouvrage s'élèvera à quelque 600 millions de pesetas.

Cet article donne une description de cet ouvrage, ainsi que quelques idées des bases de calcul et de l'exécution des travaux.

«La Araña» Traffic distributor. Venezuela

The location of Caracas city, the road system that converges on it, and the rapid growth of the town in a particular direction due to the special topography of the neigbourhood, have led to very considerable traffic difficulties. To guide this traffic correctly it has been necessary to build a traffic distributor; called «the spider», at which traffic crosses at four different levels.

Obviously, serious technical problems have had to be faced to overcome the low strength of the soil, and its difficult contours.

Owing to the large size and extension of the project, the precasting of many special units has been a most important factor. The girders and structural columns are of prestressed concrete, and the foundations, which rest on a variety of piles, are of reinforced concrete.

The project has been financed by the Ministry of Public Works, and is now in an advanced state of completion, but the final stage is yet to be done. The total budget for this project is about 600 m. pesetas.

The present article describes the total work and gives some brief details on the methods of calculation and execution that were adopted.

Verkehrsverteilerpunkt «La Araña» in Venezuela

Auf Grund der Lage von Carácas, dem Strassennetz im Innern und der ständig fortschreitenden Ausdehnuung der Stadt in einer Richtung wegen der örtlichen Bodenbedingungen, ist der Durchgangsverkehr zu einem derartigen Problem geworden, dass es unbedingt notwendig wurde, einen Verkehrsverteilerpunkt einzurichten, in dem sich die Strassen in vier verschiedenen Ebenen kreuzen.

Wie zu erwarten war, mussten schwere technische Probleme gelöst werden, um die örtlichen Unebenheiten und die schlechte Stabilität des Bodens zu überwinden.

Aufgrund der Grösse des Vorhabens und der Verschiedenheit der einzelnen Teilprojekte war eine Vorfertigung der einzelnen Konstruktionsteile geradezu unerlässlich. Die Träger und Strukturteile wurden aus Spannbeton und die auf Pfählen aufliegenden Fundamente aus einfachem Stahlbeton hergestellt.

Bauherr des ganzen Vorhabens ist das Ministerium für öffentliche Bauten. Die Arbeiten sind schon ziemlich weit fortgeschritten, es fehlt lediglich die letzte Baustufe. Die Gesamtkosten belaufen sich auf 600 Millionen Peseten.

Der vorliegende Artikel bringt eine Beschreibung der Kalkulationsgrundlagen und der praktischen Ausführung.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es