

# PLAZA BORRAS

Por Javier Manterola Armisén y Leonardo Fernández Troyano. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

## 1. ORDENACION FUNCIONAL

En el norte de Barcelona, junto al colegio de los Jesuitas de Sarriá se encuentra la plaza Borrás, plaza circular de 82 m. de diámetro que sirve como distribuidor del tráfico superficial de la zona (Fig 1).

En este mismo punto confluyen dos autopistas, el segundo cinturón de Ronda de Barcelona y el acceso al túnel de Vallvidrera. La ordenación del tráfico establece un intercambiador a tres niveles. El acceso al túnel de Vallvidrera en el inferior, el segundo cinturón en el intermedio y la plaza circular en el superior. Entre los tres niveles se establecen los correspondientes enlaces (Fig. 2).

Toda la plaza circular se realizó en estructura dejando en medio un círculo abierto de 42 m. de diámetro que da luz y ventilación a los dos niveles inferiores.

El cruce entre los dos niveles inferiores se realiza por una simple losa rectangular (Fig. 3 y 4).

## 2. DISEÑO

Una estructura como esta no resulta muy problemática de diseñar. No hay más que aceptar las condiciones que determinan la compleja funcionalidad de la plaza para que la estructura y sus apoyos se determinen solos (Fig. 5).

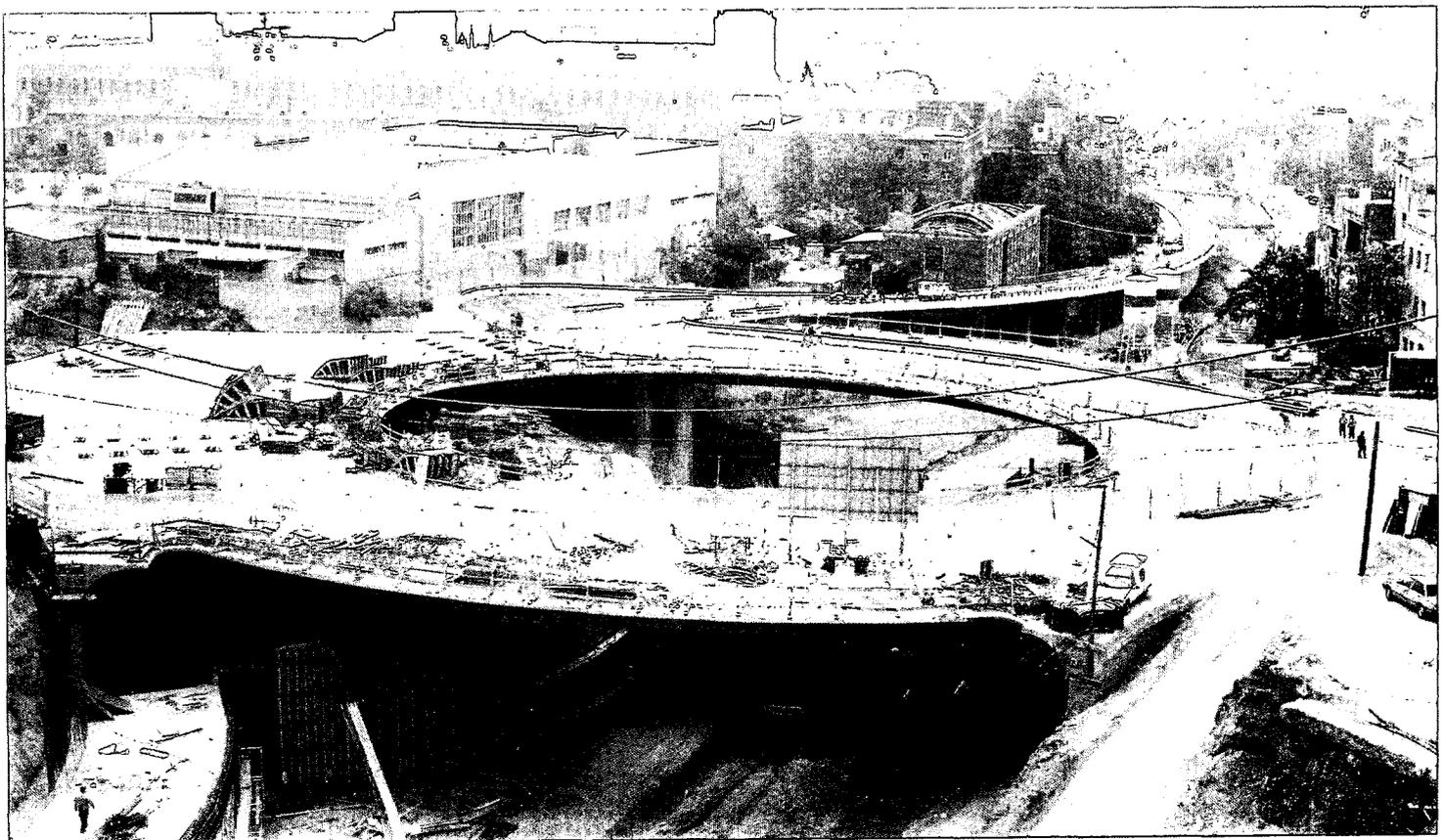
Por el borde interior sólo había cuatro pequeñas zonas que dejaban libre los dos viales inferiores donde disponer cuatro apoyos formados por dos pilares circulares de 1,5 m. de diámetro.

En el exterior sólo quedaban las cuatro esquinas entre el cruce de las dos autopistas inferiores que además eran curvas como consecuencia de que allí se sitúan las rampas de conexión entre los distintos niveles. En ellas disponemos unos muros circulares con alturas variables entre 10 y 20 m. (Fig. 6).

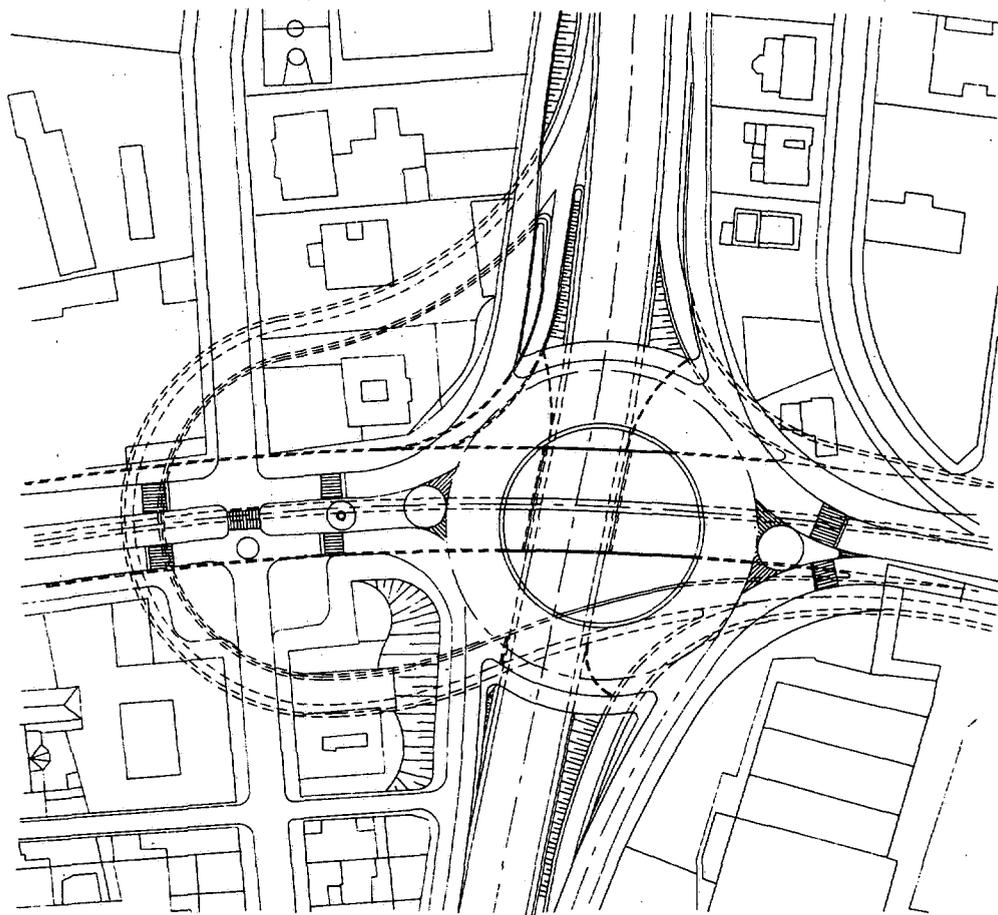
La estructura que puentea bien apoyos tan dispares es una losa aligerada de 1,5 m. de canto,

**La ordenación del tráfico ha exigido un intercambiador a tres niveles.**

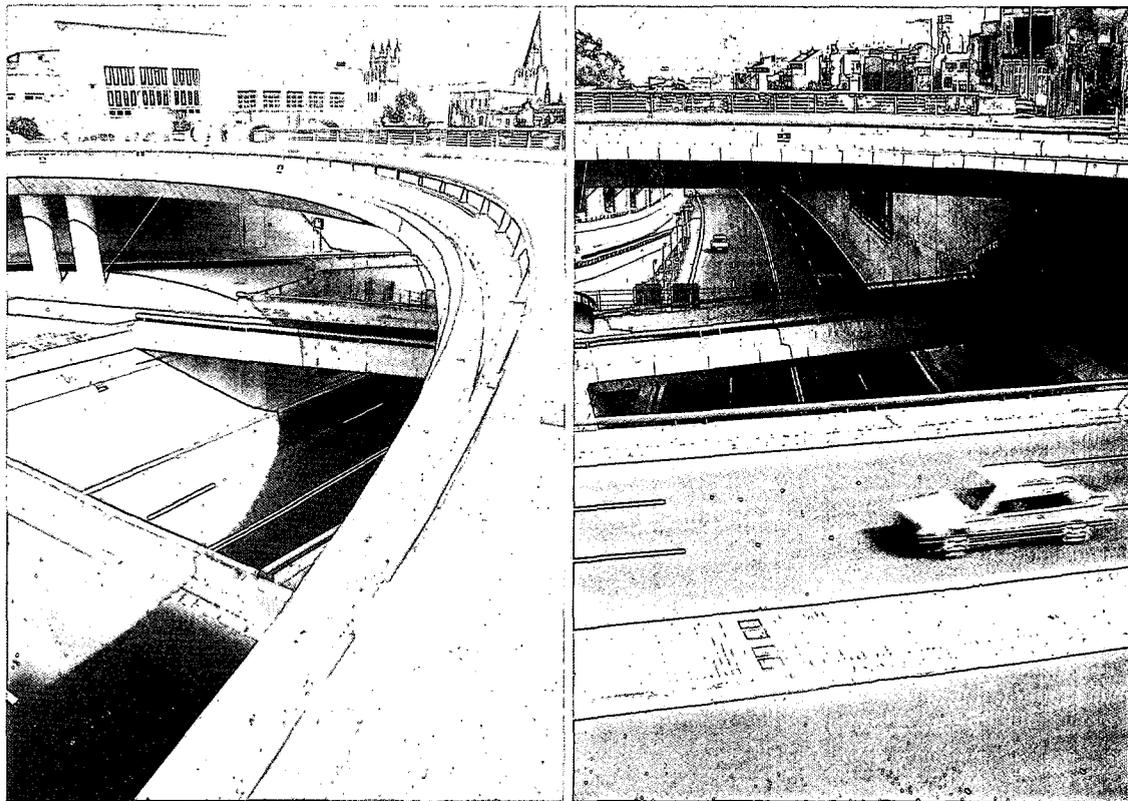
Fig. 1. Planta general



**Fig. 2. Distribución funcional y enlaces.**



Aquí no se pueden extrapolar los conceptos de luz que tenemos en los puentes. En estos la estructura es eminentemente lineal, mientras que en este caso es claramente superficial, lo cual reduce los esfuerzos en gran medida a la vez que los complica en distribución y cuantía.



**Fig. 3 y 4. Vistas generales de los tres niveles de circulación.**

con luces de unos 40 m. que se establecen entre los distintos soportes.

Aquí no se pueden extrapolar los conceptos de luz que tenemos en los puentes. En éstos la estructura es eminentemente lineal, mientras que en este caso es claramente superficial, lo cual reduce los esfuerzos en gran medida a la vez que los complica en distribución y cuantía.

La losa de 1,5 m. de canto se aligera con tubos de 1,2 m. de diámetro siguiendo aproximadamente la trayectoria de los esfuerzos principales, una dirección circunferencial entre cuatro zonas transversales que corresponden a la distancia mínima que se produce entre el muro y las parejas de pilares. Estas zonas hacen el papel de apoyos transversales a las losas circunferenciales.

Formalmente nos apoyamos en la circularidad predominante del conjunto para introducir definición dentro de la losa plana. Los bordes, tanto interior como exterior, de 3 m. de anchura, se moldean en transición curva pasando de los 1,5 m. de canto de la losa principal a 0,2 m. en el borde (Fig. 7).

Se definen así líneas interiores que pueden seguir el contorno circular interior o acoplarse a los voladizos exteriores definidos en los muros laterales que soportan las rampas de interconexión.

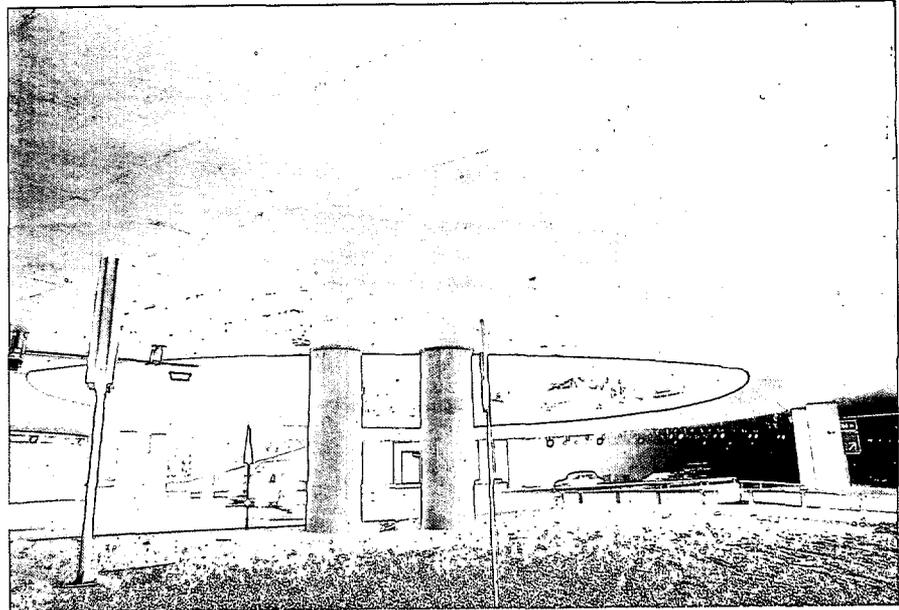


Fig. 5. Vista inferior.

Esta definición nos resuelve los problemas formales de contorno (Fig. 8).

En cuanto a los pilares se diseñaron en parejas en lugar de uno solo más grueso. No existe razón

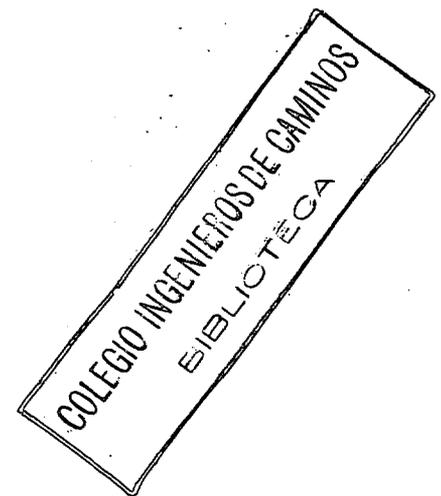
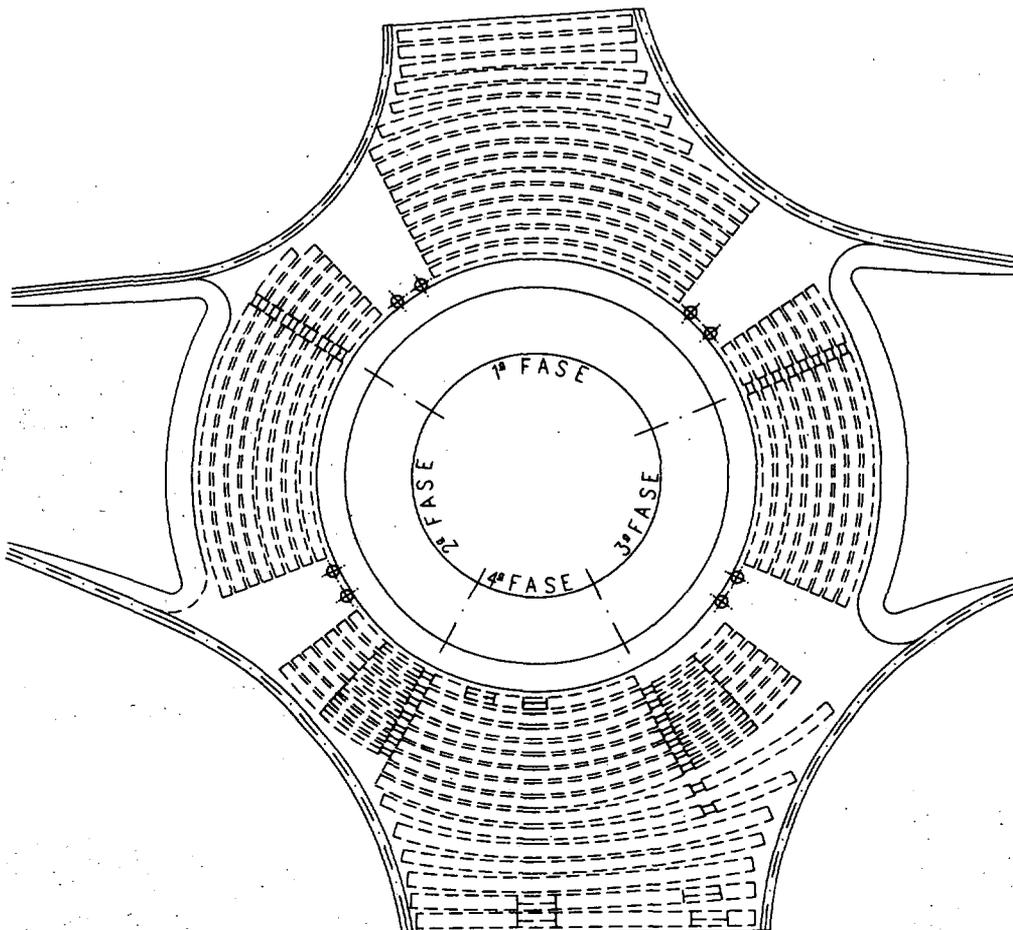
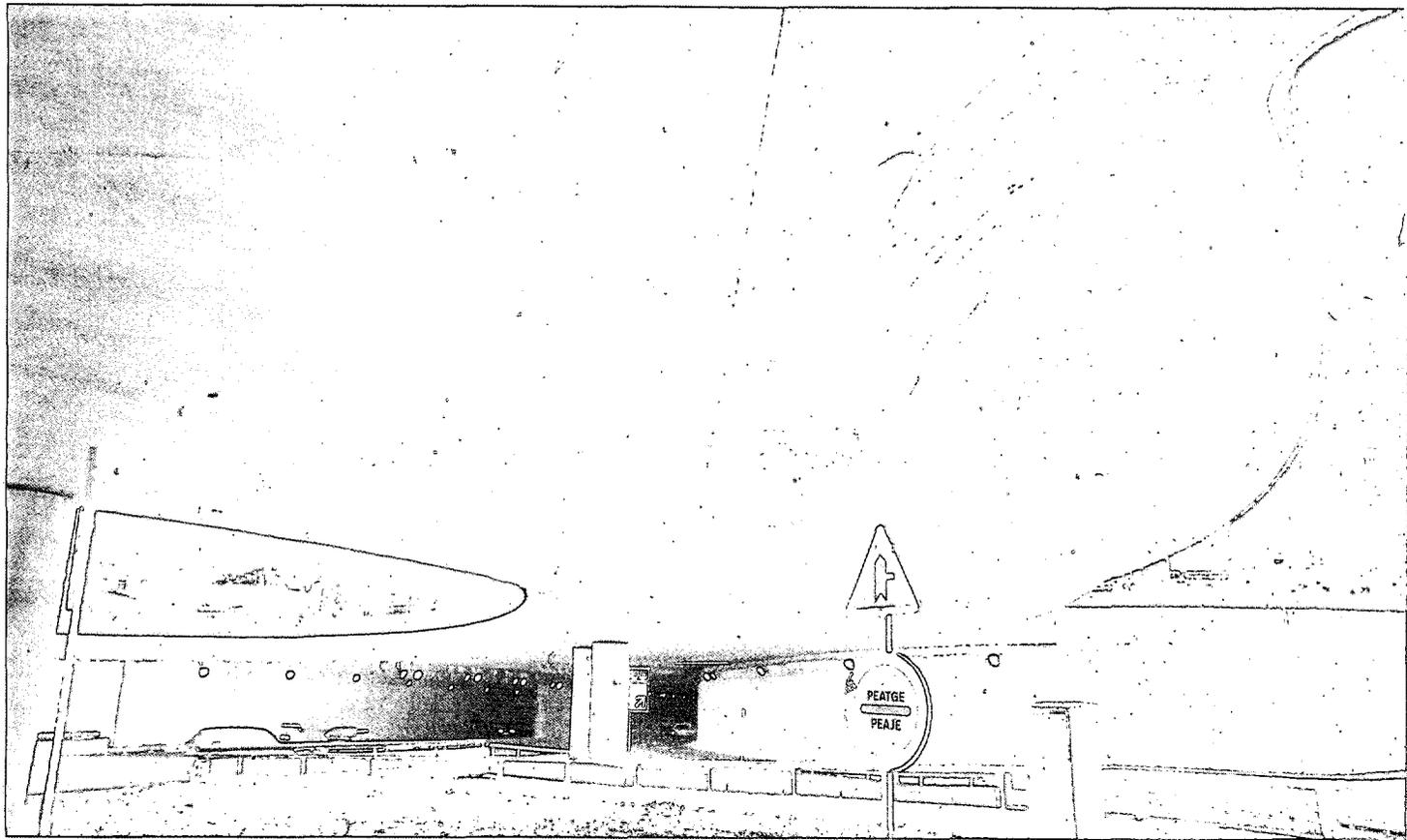


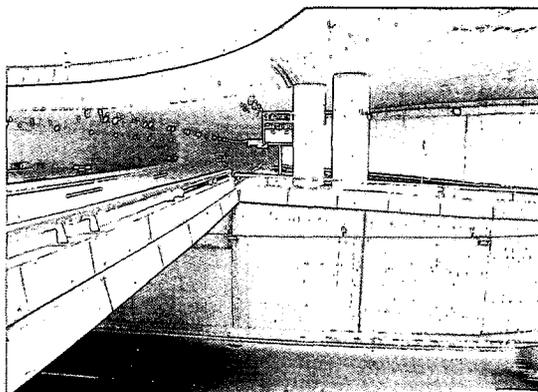
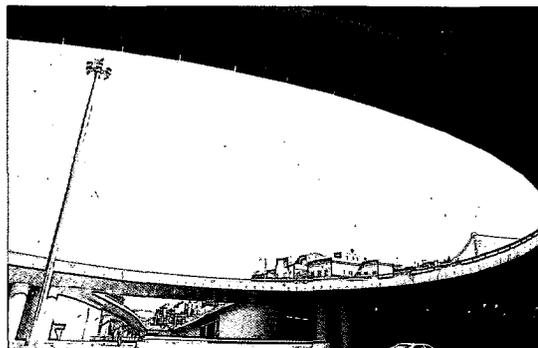
Fig. 6. Planta general de la estructura y distribución de aligeramientos.



**Fig. 7. Vista parcial de uno de los tramos circulares.**

estructural alguna para esta disposición y si no fuese porque las luces que se establecen entre las cuatro parejas son similares, la disposición sería peor que realizar un pilar único. Y sin embargo creemos que queda mejor. Sobre cada pilar así

como sobre los muros de contorno disponemos apoyos de neopreno. Toda la losa flota sobre los apoyos (Fig.9).



**Fig. 8. Planta inferior.  
Fig. 9. Pilares.**

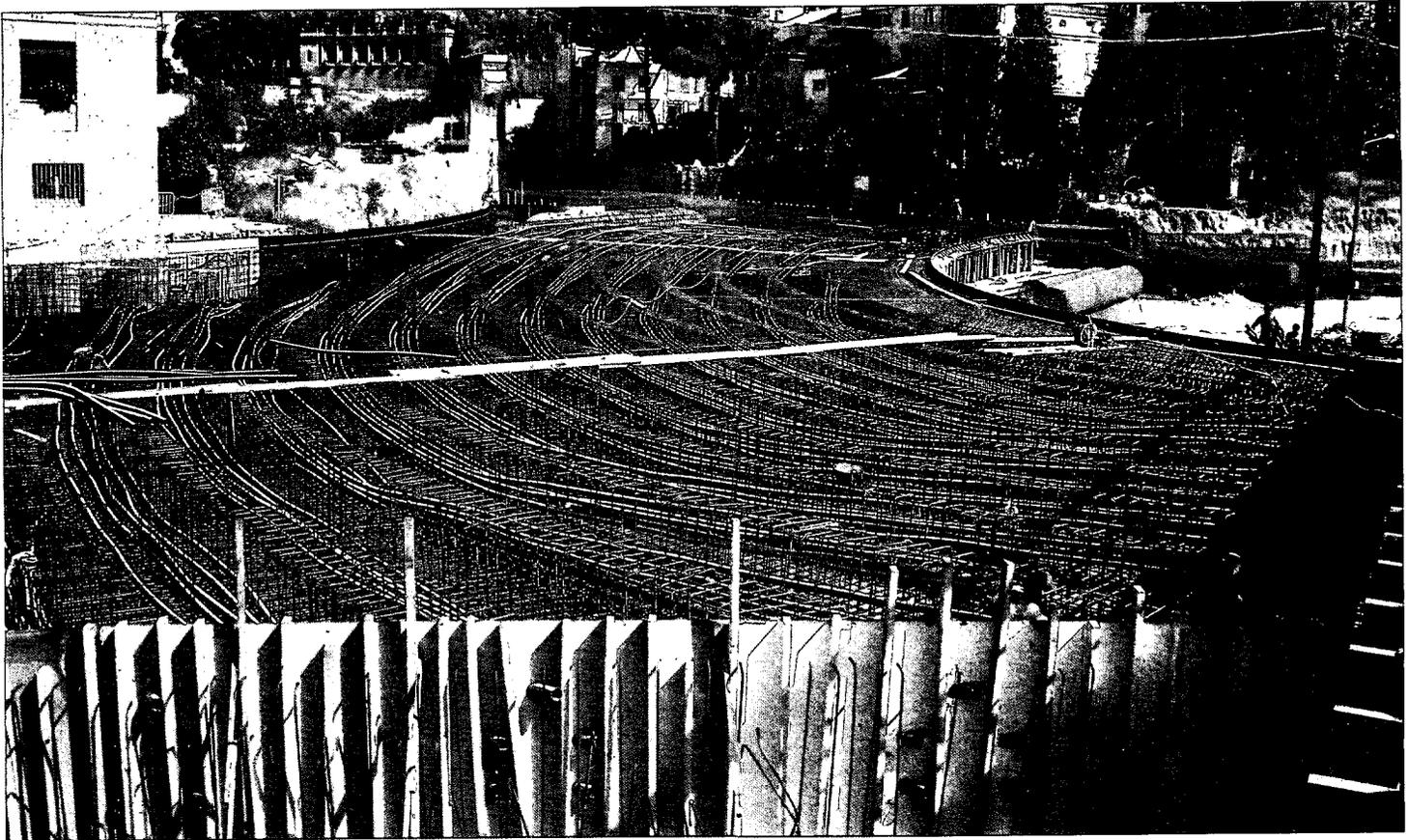
### 3. CALCULO

El método del emparrillado es lo suficientemente preciso para enfrentarse con una losa tan compleja como la que teníamos.

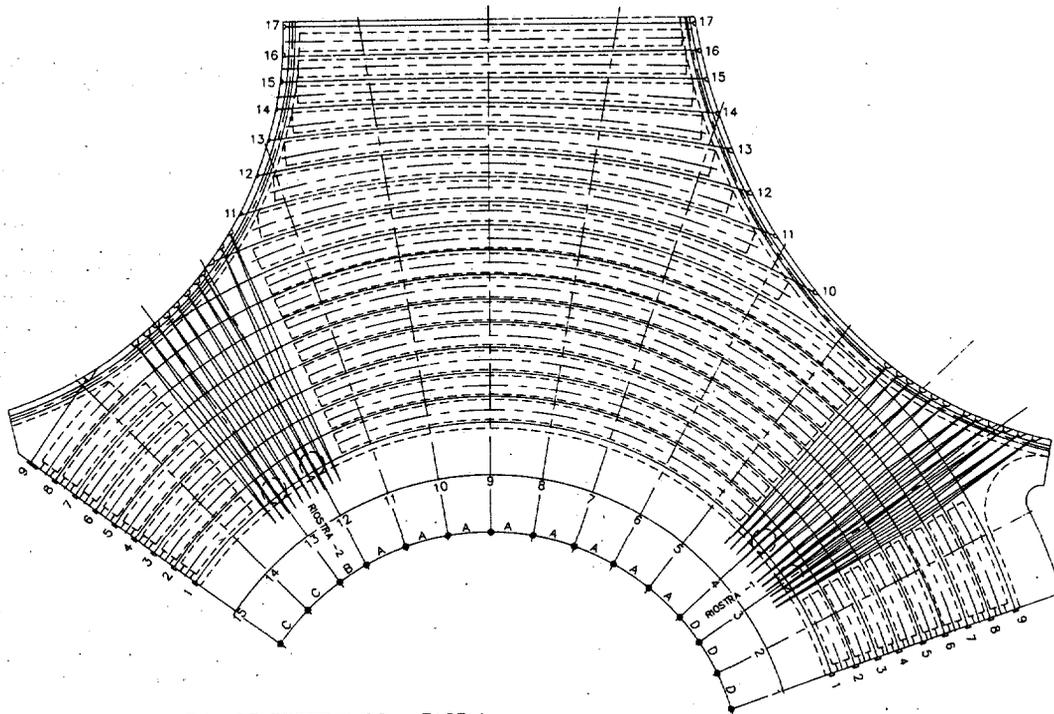
Realizamos un modelo de nudos y de barras que permite reproducir toda la losa ortótropa sin más que seguir las reglas al uso en la adjudicación de rigideces. Es verdad que es imposible disponer las barras del emparrillado según la dirección de los esfuerzos principales pero puede aproximarse con cierta experiencia en el uso de este procedimiento de cálculo. Interpretar justamente el significado de la torsión que aparece en las barras es también resultado de esta misma experiencia.

El modelo de cálculo sirvió para las tres fases de cálculo principales, para reproducir una a una las cuatro fases por las que pasó el proceso constructivo y poder conocer los esfuerzos que se produjeron durante la construcción. En segundo lugar para determinar la respuesta de la estructura acabada bajo los esfuerzos de carga permanente, deformaciones importantes y sobrecargas de uso.

En tercer lugar para conocer el efecto del pretensado tanto en servicio como en todos y cada una de las fases por las que pasó la estructura durante su construcción.



*Fig. 10. Planta general de pretensado de la fase 1.*



PLANTA ESQUEMATICA DE PRETENSADO.- FASE 1

*Fig. 11. Vista del armado de una de las fases.*

La losa se construyó en cuatro fases dividiendo la losa circular en cuatro partes que en su construcción iban produciendo estructuras estables que podrían ser descimbradas en cuanto se terminaban.

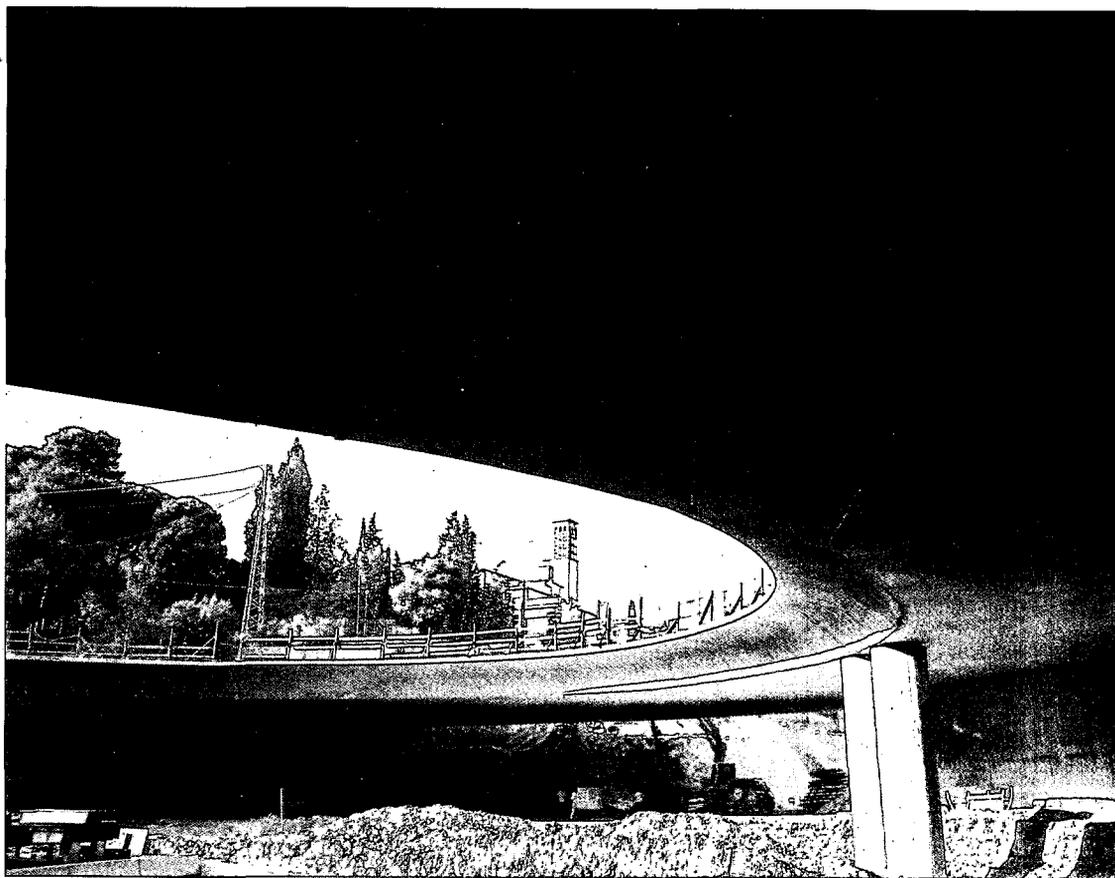
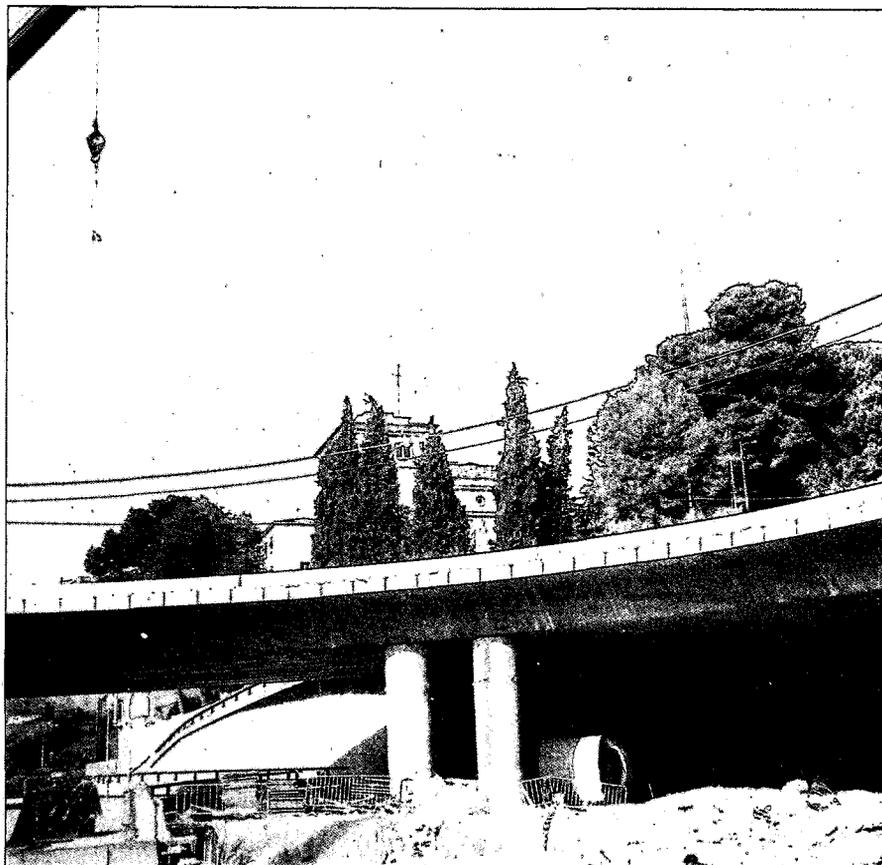


Fig. 12 y 13. Fases de construcción de la losa.



#### 4 CONSTRUCCION

La losa se contruyó en cuatro fases dividiendo la losa circular en cuatro partes que en su construcción iban produciendo estructuras estables que podrían ser descimbradas en cuanto se terminaban.

La primera fase corresponde a una de las uniones con la cubierta del segundo cinturón y pasados los pilares próximos (Fig. 10 y 11).

Tiene 1.256 m<sup>2</sup> y se contruyó sobre cimbra apoyada en el suelo, suelo correspondiente no a la excavación total de la obra sino hasta el nivel del segundo cinturón (Fig. 12).

Los pilares y los muros realizados por pantallas se construyeron previamente.

Una vez pretensada y descimbrada esta zona se realizan las zonas 2 y 3, de 847 y 912 m<sup>2</sup> respectivamente que constituyen el paso sobre el acceso al túnel de Vallvidrera.

La cuarta fase, que cierra el anillo, tiene 1.763 m<sup>2</sup> y se pretensa, empalmando los cables con anclajes de continuidad contra la fase 2 y anclándose sobre el hormigón de la fase 3 y viceversa (Fig. 13).

La dirección de la obra ha sido realizada por D. Javier Borrás y D. Juan Almirall de TABASA.

La construcción ha sido realizada por Entrecanales y Tavora. El proyecto por Carlos Fernández Casado. Oficina de Proyectos, ingenieros Javier Monterola Armisén, Leonardo Fernández Troyano y José Cuervo.

La inspección ha sido llevada a cabo por Ingeniería de Autopistas, S. A. ■