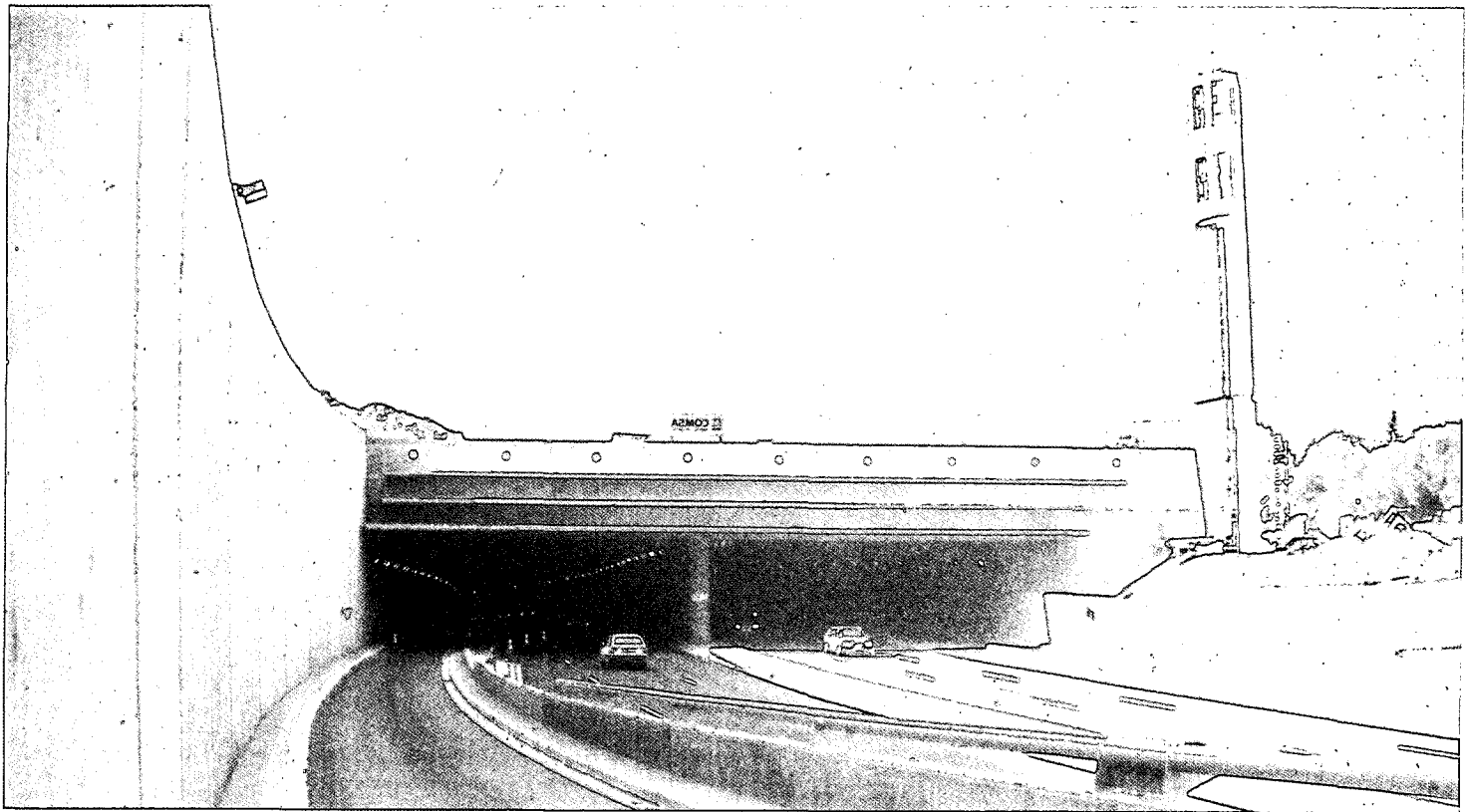




SEGUNDO CINTURON DE BARCELONA: TRAMO DIAGONAL - MERIDIANA

Por Jorge Torrella Cascante. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

1. SITUACION DEL TRAMO

En el mes de Abril de 1.992 se cerró el anillo viario de autopista urbana que, con sus 35 km., permite dar la vuelta completa a la ciudad en menos de media hora, respetando el límite de velocidad de 80 km/h.

Este anillo está constituido por la Ronda de Dalt y la Ronda del Litoral, que confluyen en los nudos Llobregat y Trinidad.

El tramo de referencia, de 11 km. de longitud, forma parte de la Ronda de Dalt y discurre, por la zona norte o montaña, desde la Diagonal hasta la Meridiana.

En el mes de abril de 1992 se cerró el anillo viario de autopista urbana que, con sus 35 Km, permite dar la vuelta completa a la ciudad en menos de media hora, respetando el límite de velocidad de 80 Km/h.

do a término en virtud del convenio, entre la Generalitat de Catalunya y el Ayuntamiento de Barcelona, de octubre de 1987.

La Generalitat de Catalunya, a través de la Dirección General de Carreteras, ha financiado la obra principal mientras que el Ayuntamiento de Barcelona, a través de IMPUSA (HOLSA) se ha hecho cargo de las expropiaciones, traslado de servicios afectados y de obras complementarias.

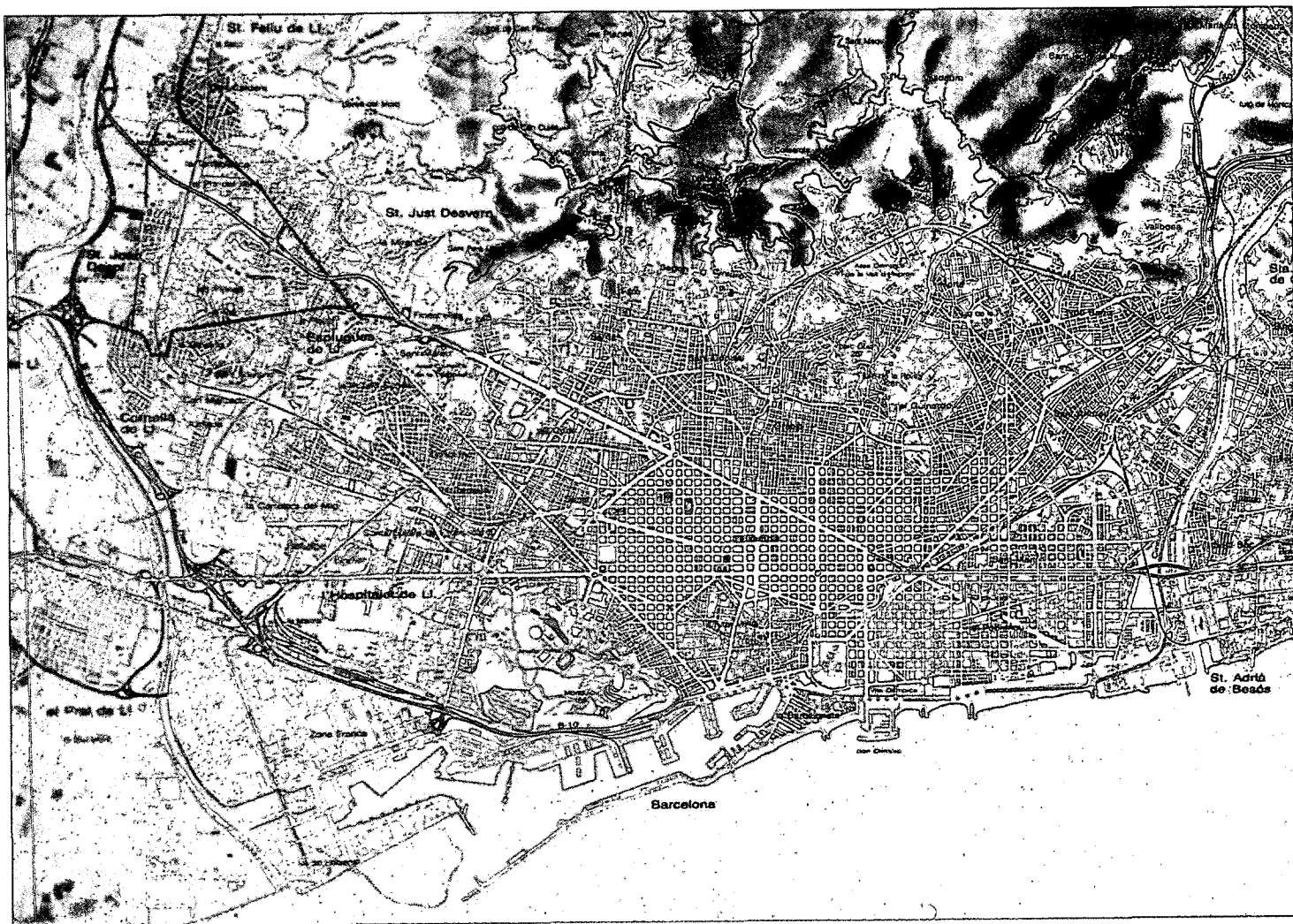
La Dirección de las obras la han realizado los Ingenieros de Caminos Isidoro Muñoz y Jorge Torrella, adscritos a la Dirección General de Carreteras de la Generalitat. Por parte de HOLSA ha intervenido el arquitecto Bernardo de Sola, como adjunto a la Dirección.

2. ADMINISTRACIONES QUE HAN INTERVENIDO

Este tramo del II Cinturón forma parte de la red arterial metropolitana de Barcelona y se ha lleva-

3. SOLUCION VIARIA

Este tramo del II Cinturón está formado por el tronco, que pasa deprimido, y por dos calzadas laterales a nivel del entorno urbano.



Plano de Barcelona en 1992.

El tronco está formado por dos calzadas de 10,25 m., con tres carriles en cada dirección, una mediana de 2,25 m. y dos aceras laterales de 0,62 m. de ancho mínimo, con un ancho total mínimo de 24,0 m.

Las calzadas laterales acompañan al tronco en la casi totalidad del recorrido y tienen un mínimo de dos carriles en cada dirección.

La conexión entre el tronco y la red viaria urbana se realiza mediante las calzadas laterales y las 33 rampas de entrada o salida, formando ocho enlaces convenientemente situados y equidistantes del orden de 1,0 km.

4. SECCIONES TIPO

La sección transversal más representativa, que ocupa casi un 40% del recorrido, es la del tronco cubierto y aislado del entorno urbano.

Otra sección tipo usada, y con resultados muy satisfactorios, es la formada por dos voladizos longitudinales sobre el tronco deprimido, y empotrados en la coronación de los muros laterales del tronco. Sobre estos voladizos discurren las calzadas laterales superiores. Esta solución hace compatibles la luz y ventilación natural del tronco con

un mejor aprovechamiento de la superficie urbana superior. Se han constituido tramos con un voladizo máximo de 6,40 m. y otros de 4,40 m.

5. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO

En cuanto al trazado en planta, el recorrido resulta agradable porque en el primer subtramo, lado Diagonal, donde se presentan los radios menores, con un mínimo de 300 m., su signo va variando y su alternancia evita la monotonía, mientras que en su segunda mitad, lado Meridiana, los radios son mayores y se alternan con rectas.

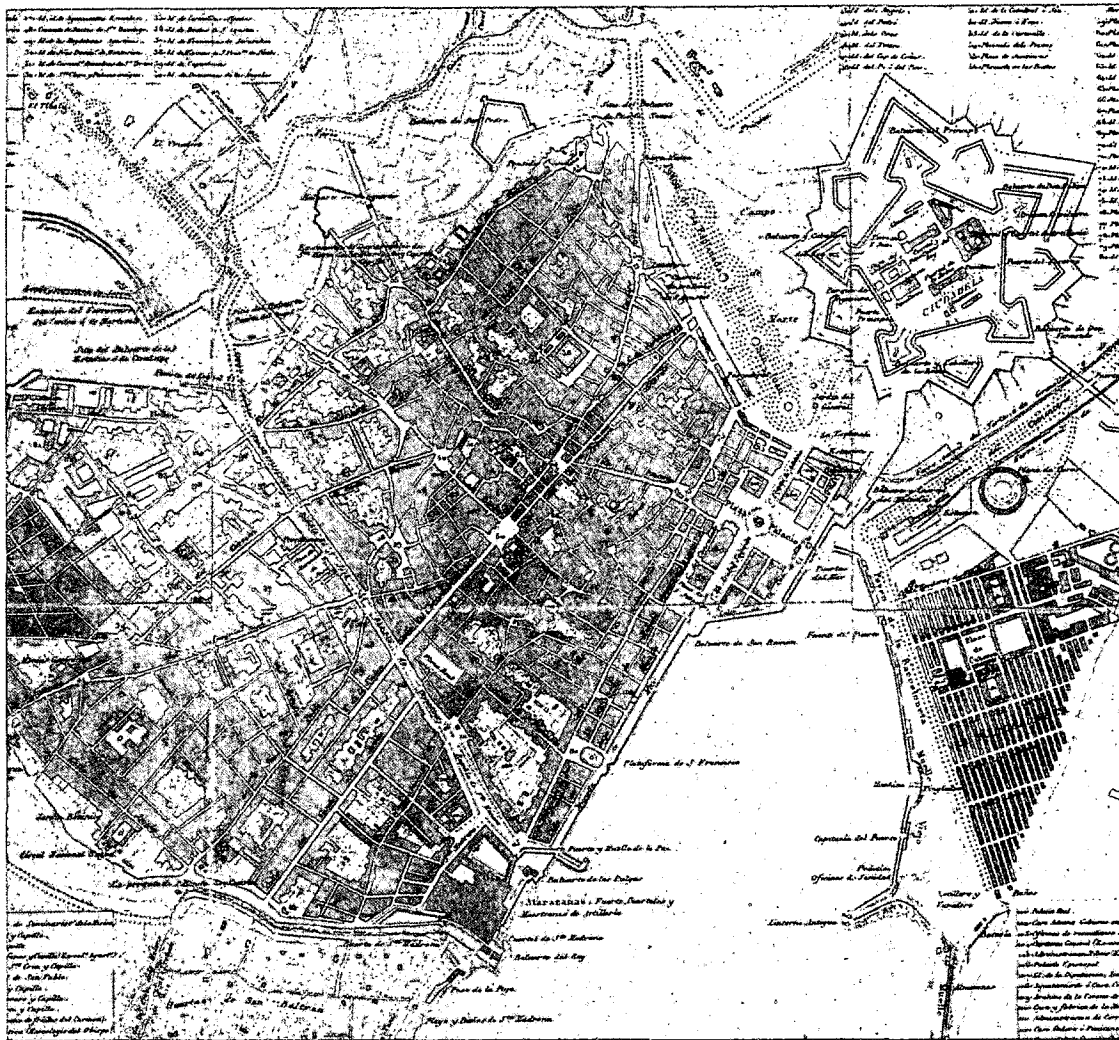
En cuanto a su longitudinal, la pendiente no sobrepasa el 6% en todo el recorrido, con la excepción del subtramo final donde llega a 7,9%.

6. SOLUCIONES ESTRUCTURALES

6.1. Importancia

El peso específico de las estructuras en este tramo de autopista urbana ha sido muy importan-

Plano de Barcelona en 1862.



te tanto en el aspecto técnico como en el presupuestario y también en el constructivo, obligando a realizar planes de obra muy detallados para encajar las obras de fábrica dentro de los plazos necesarios para finalizarlas con margen suficiente antes de la cita olímpica.

■ Pasos de viales sobre el tronco

Se han resuelto con losas postesadas aligeradas de un solo vano, de luz de cálculo variable de 25 m. a 35 m., función de la oblicuidad del vial superior respecto al eje del Cinturón.

6.2. Tipologías estructurales más usadas

■ Muros

La construcción del tronco deprimido ha obligado a disponer muros laterales prácticamente en todo el recorrido de este tramo del II Cinturón.

La solución más usada ha sido la de muros convencionales hormigonados "in situ", sea con cimentación directa sea sobre pilotes o pantallas; aunque la proximidad de las edificaciones existentes ha obligado en muchas zonas a realizar pantallas, que en algunos casos son autoportantes y en otras han necesitado una o más filas de anclajes, a veces provisionales y en ocasiones definitivos. En todos los casos, las caras vistas de las pantallas se han revestido con hormigón armado "in situ".

■ Estructuras de cubrición del tronco

Todos los casos se han resuelto mediante losas de dos vanos, de hormigón armado, sobre muros laterales y pila central ubicada en la mediana del tronco. La luz del vano es variable entre 12,50 m. y 18,00 m., y las losas son macizas o aligeradas según la luz y la carga a soportar. Las pilas centrales se han resuelto con pilares de sección circular y, en algunos casos, de sección básica rectangular con lados curvos. Siempre los pilares arrancan de un zócalo inferior, de 1,0 m. de espesor y altura entre 0,80 m. y 1,0 m., que actúa de separador entre las dos calzadas principales.

Para los pórticos de dos vanos, se ha preferido la solución de losas de hormigón armado principalmente por la mayor rapidez de ejecución respecto a las losas postesadas, tomando las medidas adecuadas para evitar problemas de fisura-

Numerosas obras singulares han jalonado los 11 Km de este tramo del cinturón.

ción. Además de mayor facilidad constructiva, las losas de hormigón armado pueden empotrarse en los muros laterales, evitando las placas de apoyo, con las ventajas de mejor estética interior, mayor estanqueidad y, en muchos casos, ahorro de armadura en losa y muros. También en varios tramos del Cinturón, en los cuales, debido a la proximidad de edificaciones, era necesario disponer pantallas laterales, éstas se han empotrado en la losa de cubrición. El proceso constructivo que se ha seguido era el siguiente: pantallas laterales desde la cota superior del terreno, pila central con excavación estrictamente necesaria y, por último, hormigonado de losa superior sobre cimbra en la franja central de la pila y sobre terreno en las zonas próximas a las pantallas.

6.3. Estructuras especiales y nuevas experiencias

Además de estas tipologías estructurales más comunes, a lo largo de los 11 km. de este tramo del Cinturón, han surgido varias estructuras que presentan aspectos más singulares, algunas de cuyas características creemos interesante reseñar.

□ Túnel de l'Oreneta

En esta zona, próxima al Monasterio de Pedralbes, el Cinturón atraviesa, mediante un túnel de

780 m. de longitud, un parque natural, cuya fisonomía debía restituirse. La gran variabilidad del recubrimiento, con valores mínimos en varios subtramos, obligó a la adopción de túnel artificial no permitiendo además la solución en bóveda porque ésta sobresalía a la superficie en aquellos subtramos.

Todo esto ha conducido a solución de pórtico de dos vanos de luces variables entre 12,50 m. y 18,00 m. en cada vano, que soportan tierras de altura variable entre 2,0 m. y 9,0 m., lo cual representa una carga excepcional en pórticos planos y obligó a realizar pruebas de carga con medición de deformaciones, incluidos los acortamientos de pilas y muros, así como los posibles asentamientos de las cimentaciones. En cada prueba de carga se controlaban las deformaciones que se producían a partir del peso del pórtico hasta sobrepasar en un 10% la carga prevista de tierras. En el pórtico de mayor envergadura, de 35 m. de longitud total y ancho 10,0 m., el "tren de cargas" superó las 4.200 toneladas de tierras.

Para facilitar la construcción de estos pórticos de hormigón armado, dentro de lo posible, se mantuvieron las dimensiones exteriores de pilas y cuerpo muros, variando sus cimientos y las características de las losas macizas entre cantos de 0,85 m. y 1,20 m., y parcialmente aligeradas para cantos entre 1,40 m. y 2,0 m.



Exceptuando zonas con pantallas profundas, la mayoría de cimentaciones son directas sobre terreno rocoso.

■ Muros prefabricados anclados

Para estabilizar la ladera lado montaña, en la zona de la calle Iradier, ha sido necesario realizar anclajes permanentes a lo largo de casi 200 metros y en varios niveles. Frente a la gran envergadura de este tajo, se optó por una opción poco frecuente consistente en muros prefabricados anclados. Se realizaron 240 módulos de 3,0 x 3,0 x 0,7 m. y los anclajes situados en el centro del módulo variaban de 80 t. a 120 t.

La prefabricación ha proporcionado una mejor organización, ahorro de tiempo, mejor control de calidad y ha permitido asegurar el recubrimiento adecuado para las armaduras pasivas del módulo, en contra de lo que suele ocurrir en los muros hormigonados "in situ" en los que el recubrimiento, ya sea por defecto o por exceso, facilita la fisuración del hormigón precisamente en el paramento traccionado e inaccesible, con el consiguiente peligro de corrosión de las armaduras.

■ Voladizos bajo calzadas laterales

Ya se han comentado antes las ventajas de esta solución, usada en varios tramos, consistente en disponer voladizos importantes en la coronación de los muros laterales del tronco.

Estos muros, en general, han sido convencionales pero en el tramo del Valle Hebrón, la proximidad de los edificios y la necesidad de una mínima interrupción en tiempo y espacio del tráfico rodado, nos ha conducido a pantallas construidas desde el terreno existente. Para evitar deformaciones excesivas en el voladizo de 6,40 m., bajo tráfico de calzada lateral, se han construido pantallas de sección en T, autoportantes, con una clava, bajo tronco deprimido, variable en función del tipo de terreno y también de la distancia y profundidad de las edificaciones existentes. Construidas las pantallas con las armaduras de espera se hormigonaban los voladizos superiores, sin necesidad de cimbra, apoyándose sobre el terreno; éste se excavó en etapa posterior.

Al plantearse el tema de la separación entre juntas transversales en el voladizo superior, y siguiendo nuestro lema de evitar al máximo las juntas de calzada, se optó por disponerlas tan solo en los encuentros del voladizo con las losas que cubren todo el tronco deprimido, llegando a longitudes de más de 140 m. sin junta de calzada, facilitando una continuidad que beneficia el tráfico rodado.

Conviene aclarar que el voladizo se hormigonaba en tramos de unos 20 m. dejando la junta de hormigonado con la armadura pasante.

■ Juntas de dilatación

En el apartado anterior hemos hecho referencia al tema de las juntas de calzada. Aquí queremos dejar constancia de las experiencias positivas que, respecto a la separación entre juntas de dilatación, hemos introducido en los pórticos de

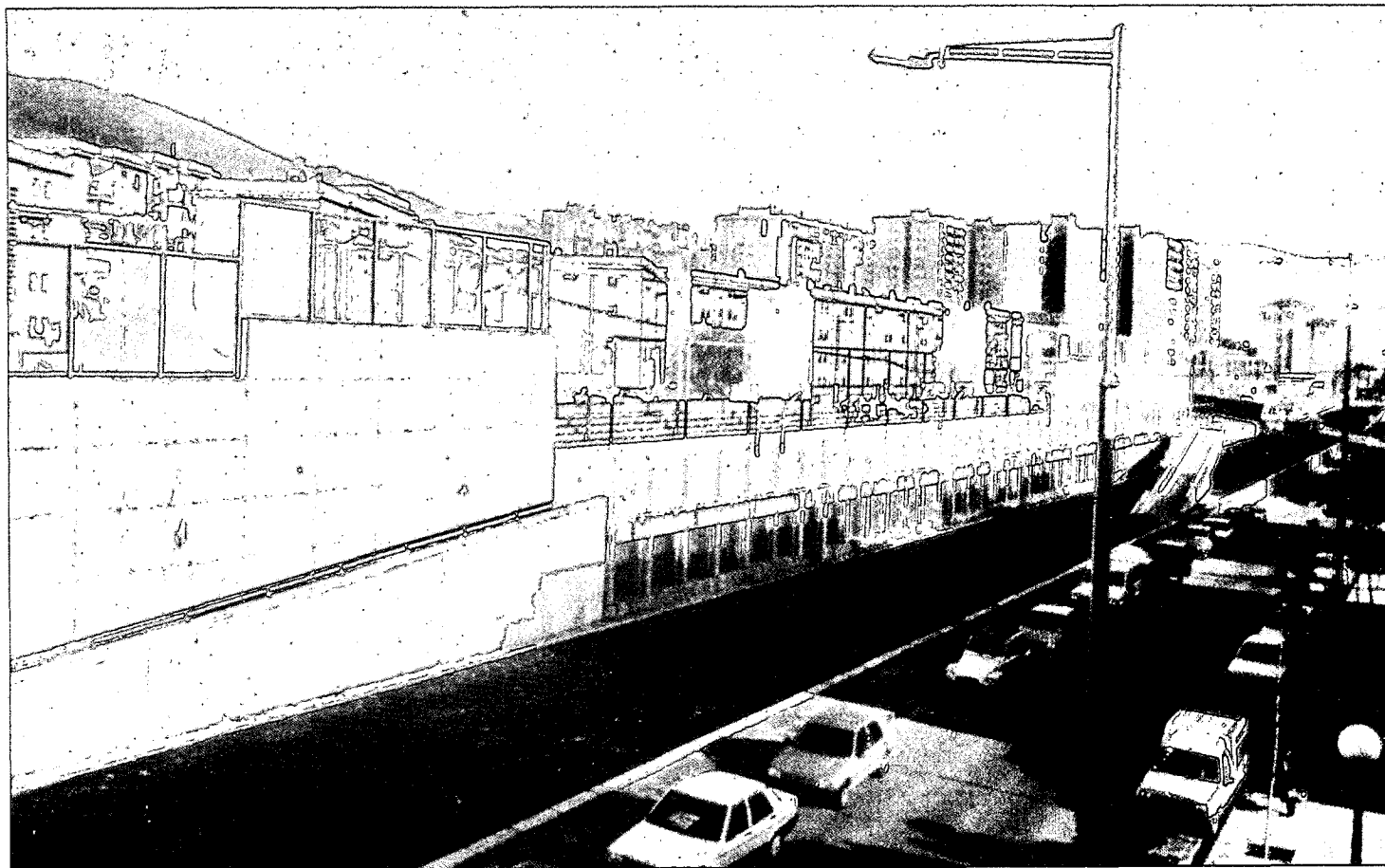


hormigón armado, llegando a distancias entre juntas de dilatación de 40 a 50 m., con las ventajas de mayor estanqueidad en muros y losas, mayores anchos de reparto de cargas en las losas y menos problemas de asentamientos diferenciales.

Evidentemente hay que dar continuidad a las armaduras longitudinales de cimentaciones, cuerpo muros y de losa.

■ Aligeramientos

La mayoría de aligeramientos en losas construidas en este tramo se han realizado con cilindros de poliestireno expandido que frente al único inconveniente, que consiste en asegurar una buena sujeción frente a los empujes horizontales y ver-



Se ha establecido un sistema de señalización variable conectado al centro de control de la Dirección General de Tráfico.

tales del hormigón fresco, presenta muchas ventajas: poco peso y facilidad de manejo, no hay incrementos del volumen de hormigón de la losa y dificultad que el agua se acumule en las zonas aligeradas.

7. INSTALACIONES

Todos los tramos cubiertos del tronco se han dotado de las instalaciones necesarias de iluminación, ventilación, S.O.S y contra incendios.

El Cinturón se completa con un sistema de señalización variable conectado al Centro de Control de la Dirección General de Tráfico y a otro específico para el nuevo Cinturón de Barcelona.

A lo largo de todo el trazado del Cinturón, se ha dispuesto una galería de servicios que conecta con varias galerías transversales que discurren por debajo del tronco.

8. INTEGRACION EN EL ENTORNO URBANO

La solución viaria general, con el tramo deprimido, y las secciones tipo dominantes, con el tronco totalmente cubierto o con voladizos sobre el tronco y bajo calzadas laterales, proporciona una solución bien integrada en el entorno urbano.

Por otra parte, se han aprovechado las zonas cubiertas para ubicar jardines, plantaciones y, a

veces, equipamientos públicos. La urbanización de las calzadas superiores se ha cuidado mucho en todos sus elementos: barandillas, bordillos graníticos, alcorques, etc.

En la mediana del tronco deprimido, y en todos los tramos sin cubrición, se han dispuesto alineaciones de palmeras.

En cuanto a las estructuras, se ha usado encofrado de madera machihembrada en caras vistas de muros, pilas y losas.

Por último, hacemos referencia al único subtramo del Cinturón, desde Montbau a Horta, donde el tronco no va deprimido sino al mismo nivel de las calzadas laterales. En esta zona, el Cinturón estaba ya consolidado y la existencia del Metro en el subsuelo no permitió deprimir el tronco del Cinturón. Por ello, su integración ha consistido en permeabilizarlo mediante varios pasos superiores e inferiores para peatones, disponer plantaciones a lo largo de las dos tercianas e instalar vallas tanto en tercianas como en la mediana para aislar las calzadas del tronco, que funcionará como autopista urbana.

9. CONTRATISTAS QUE HAN INTERVENIDO

COMSA FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES ENTRECANAL OCISA AGROMAN CUBIERTAS Y MZOV. COPCISA ■