
REMODELACION DEL ESTADIO SAN MAMES BILBAO

José Maguet
Ingeniero Industrial
Intecsa

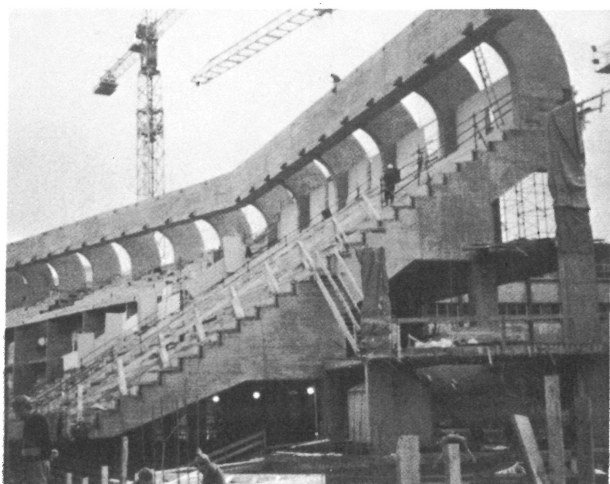
José Olaguibel
Ingeniero de Caminos
Intecsa

RESUMEN

El proyecto de remodelación del Estadio de San Mamés, incluía la renovación total de las Tribunas Norte y Sur con su cobertura, el graderío inferior de la Tribuna Este y la sustitución de apoyos del Arco de sustentación de la cubierta de la Tribuna Oeste.

1. Tribunas Norte y Sur

La solución estructural de ambas tribunas es similar, basada en pórticos de hormigón armado de 50 cm de espesor separados 6 m y con una altura de unos 28 m. Dichos pórticos están unidos mediante forjados de losa maciza de espesor 30 cm en las zonas interiores y mediante gradas prefabricadas en los graderíos, hormigonándose las juntas entre ellas para garantizar la estanquidad además de conseguir una continuidad.



La coronación de los pórticos está formada por grandes elementos en forma de sector de corona circular rematados por una viga en C en la cual se ancla la cubierta formada por una malla espacial de tubos y bolas.

Las dimensiones y formas de los pórticos tipo de estas tribunas están indicados en la Fig. 1. Así mismo las distintas fases de hormigonado se representan en la Fig. 2.

La tribuna Sur tiene la singularidad de que, al reduciéndose la anchura de los graderíos, los pórticos van acortándose hasta convertirse los últimos en ménsulas de la altura indicada (Fig. 3).

La unión de estas tribunas con la tribuna Oeste se realiza mediante pórticos radiales, mientras que en las uniones con la tribuna Este se han dispuesto sectores de menor altura sin cubierta y resueltos mediante pórticos similares a las ménsulas de la tribuna Sur.

Debido a la gran diferencia de profundidad de aparición de la *cayuela* de una tribuna a otra, hubo que disponer distintos sistemas de cimentación para cada una de ellas. En la tribuna Sur se cimentó mediante pilotes prefabricados con una longitud media de 11 m, mientras en la tribuna Norte se dispusieron zapatas rígidas.

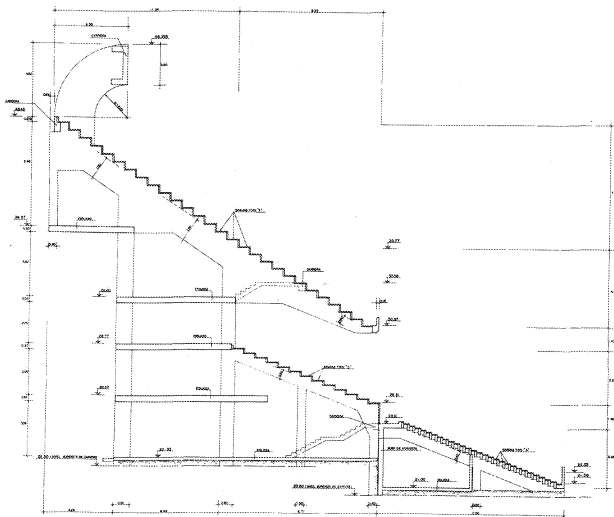


Fig. 1

Las tribunas existentes en los fondos Norte y Sur se demolieron mediante voladura controlada por su mayor rapidez.

II. Tribuna Este

En esta tribuna la remodelación consistía en la sustitución del graderío inferior existente, para

espectadores de pie, por otro de mayor inclinación para asientos; y en suprimir los accesos exteriores, dando una circulación interior mediante escaleras y forjados en losa maciza de hormigón de espesor 25 cm. En la Fig. 4, se representan, superpuestos, los estados anterior y actual de dicha tribuna.

Para la demolición de esta tribuna no se utilizó la voladura por ser necesario conservar los pilares del graderío superior, los cuales, junto con otros nuevos, se utilizaron para apoyo del nuevo graderío y de los forjados.

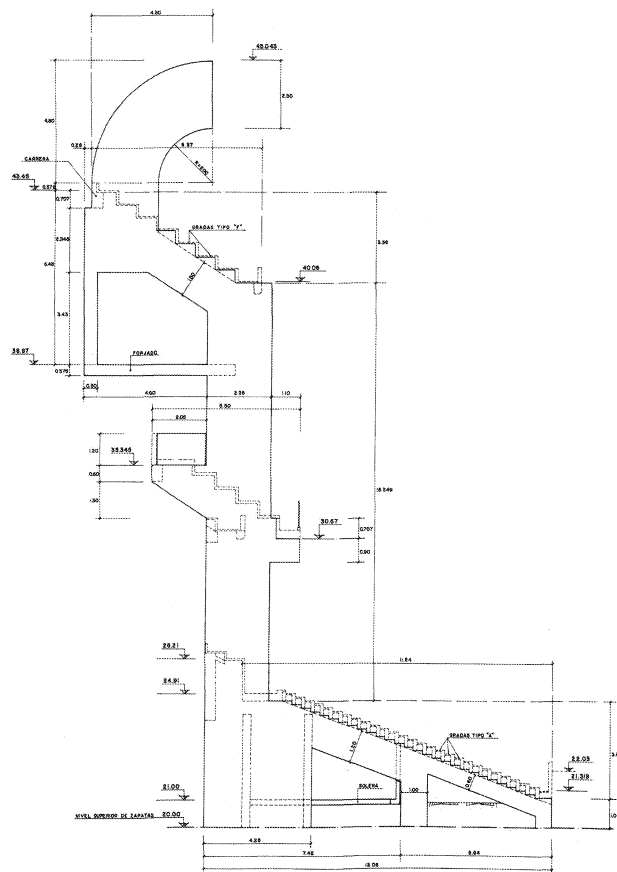


Fig. 3

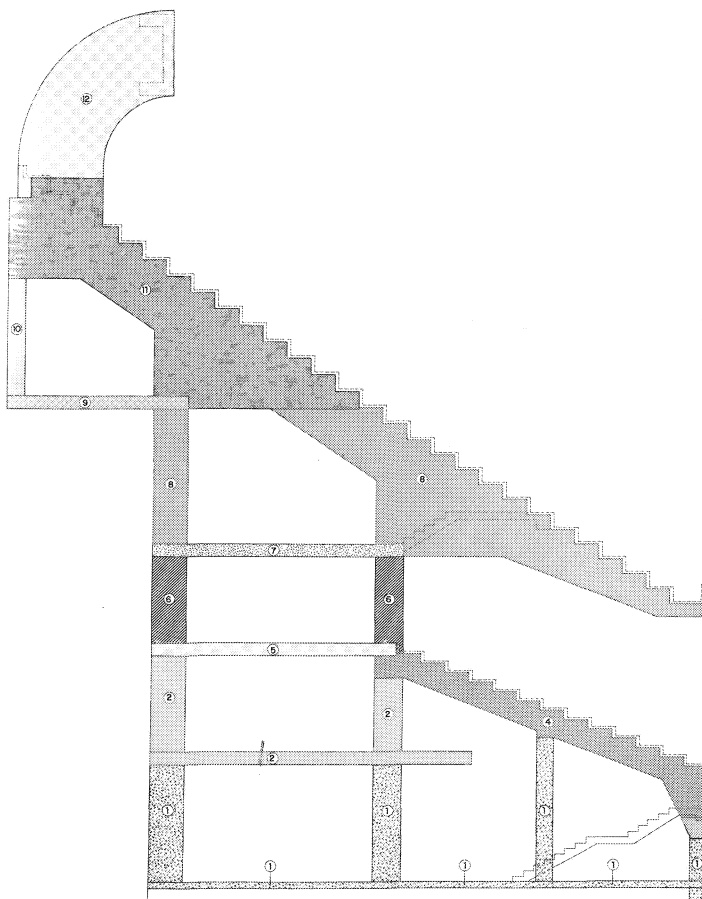


Fig. 2

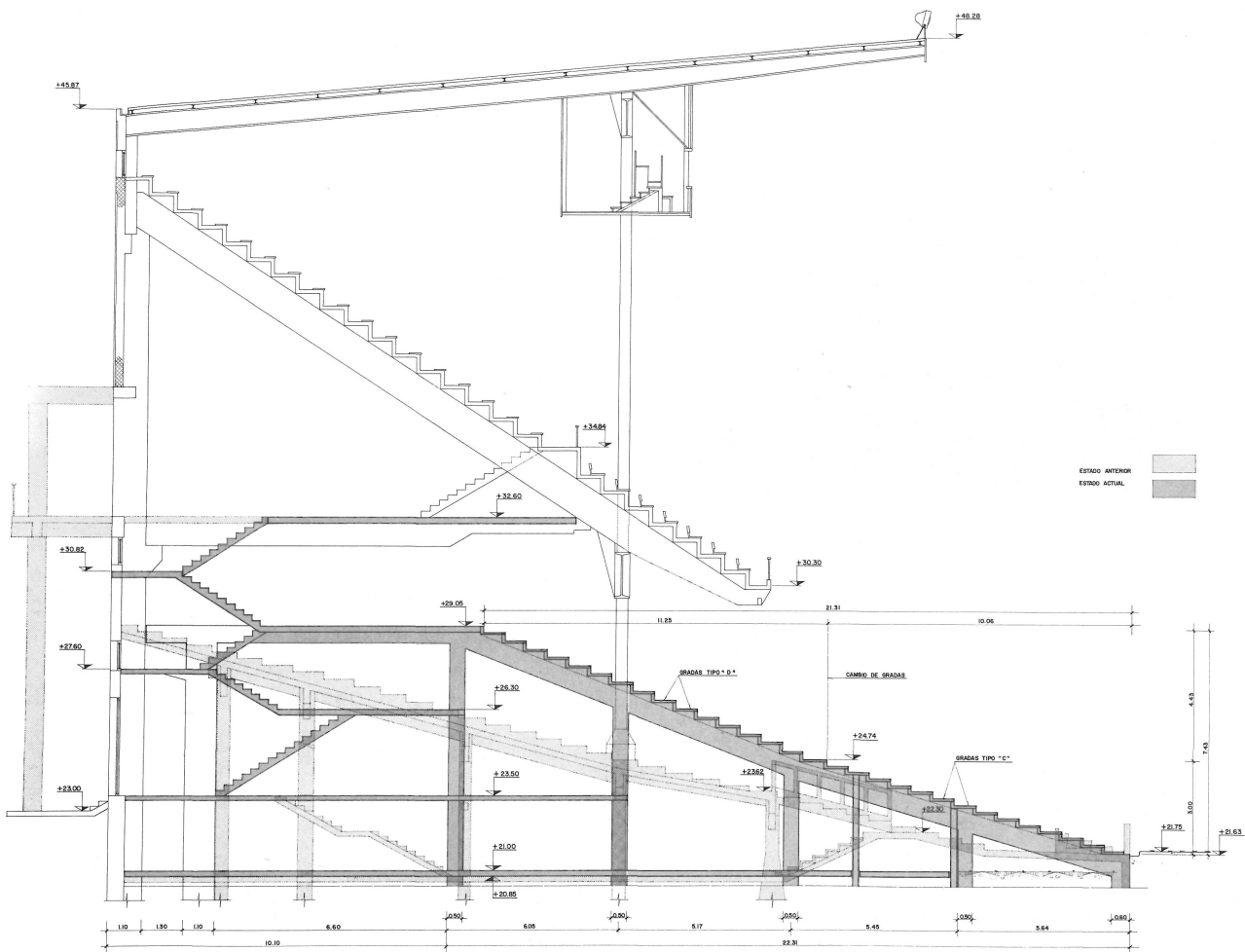


Fig. 4

El acceso a los graderíos se realiza mediante escaleras independientes distribuidas a lo largo de la tribuna, ocupando el núcleo central las del graderío superior. Su solución estructural es a base de zancas y vigas metálicas de perfiles laminados y losa de hormigón armado, uniéndose a la estructura de hormigón mediante placas metálicas con tornillos de alta resistencia.

La unión de los nuevos pórticos se realiza, como en la tribuna Norte y Sur, a través de los forjados y de gradas prefabricadas.

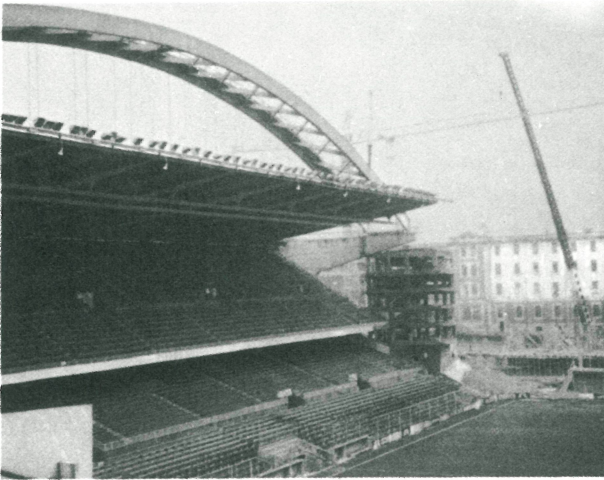
En esta tribuna como en la Norte se cimentó mediante zapatas rígidas.

III. Sustitución de los apoyos del arco

1. Antecedentes

La cubierta de la tribuna Oeste, o principal, está suspendida de un arco metálico doble de 115 m de luz, proyecto de don Carlos Fernández Casado, que data de 1952 y que, además de ser una es-





estructura singular, presta al estadio un carácter inconfundible que se pretendía conservar.

El arco se apoyaba en sus extremos en unos edificios situados en las esquinas N-O y S-O del campo, edificios que era necesario suprimir a fin

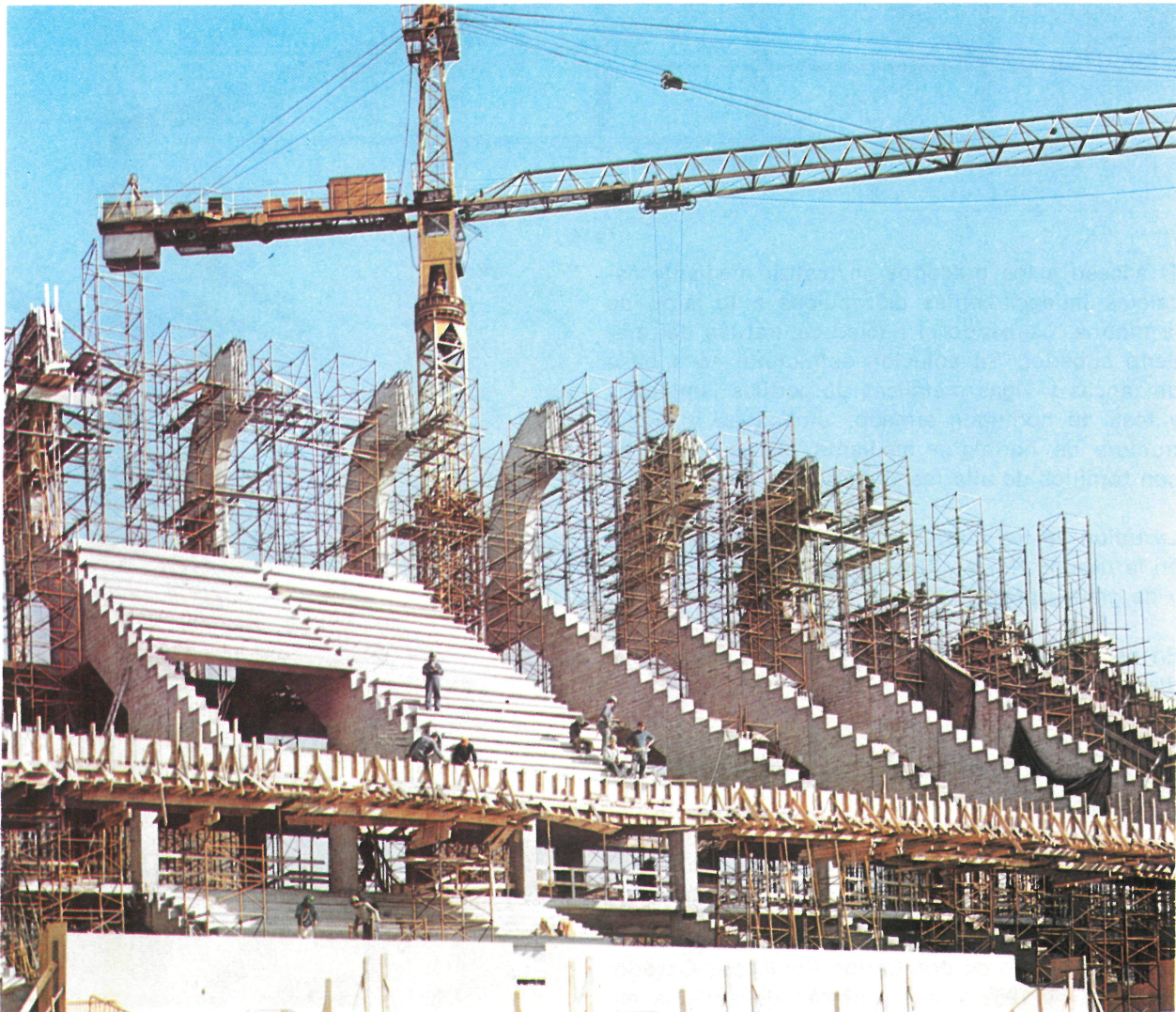
de dar continuidad a las nuevas tribunas Norte y Sur con la tribuna Oeste existente.

La necesidad de mantener el arco y, por tanto, sus apoyos y de eliminar los edificios mencionados, conducía unívocamente a una solución en ménsula que, arrancando desde el exterior del estadio, volase hasta más allá del apoyo de los arcos.

2. Descripción de la estructura

La estructura se planteó en hormigón pretensado, con una longitud de ménsula de unos 23 m, una altura de 18,50 m y un espesor de 1 m.

El canto de la ménsula es variable y viene limitado, además de por condiciones resistentes, por condiciones de visibilidad de los graderíos situados tras ella. La forma de la zona inferior de la estructura está definida por la de los graderíos de las tribunas N y S que llegan a ellas haciendo



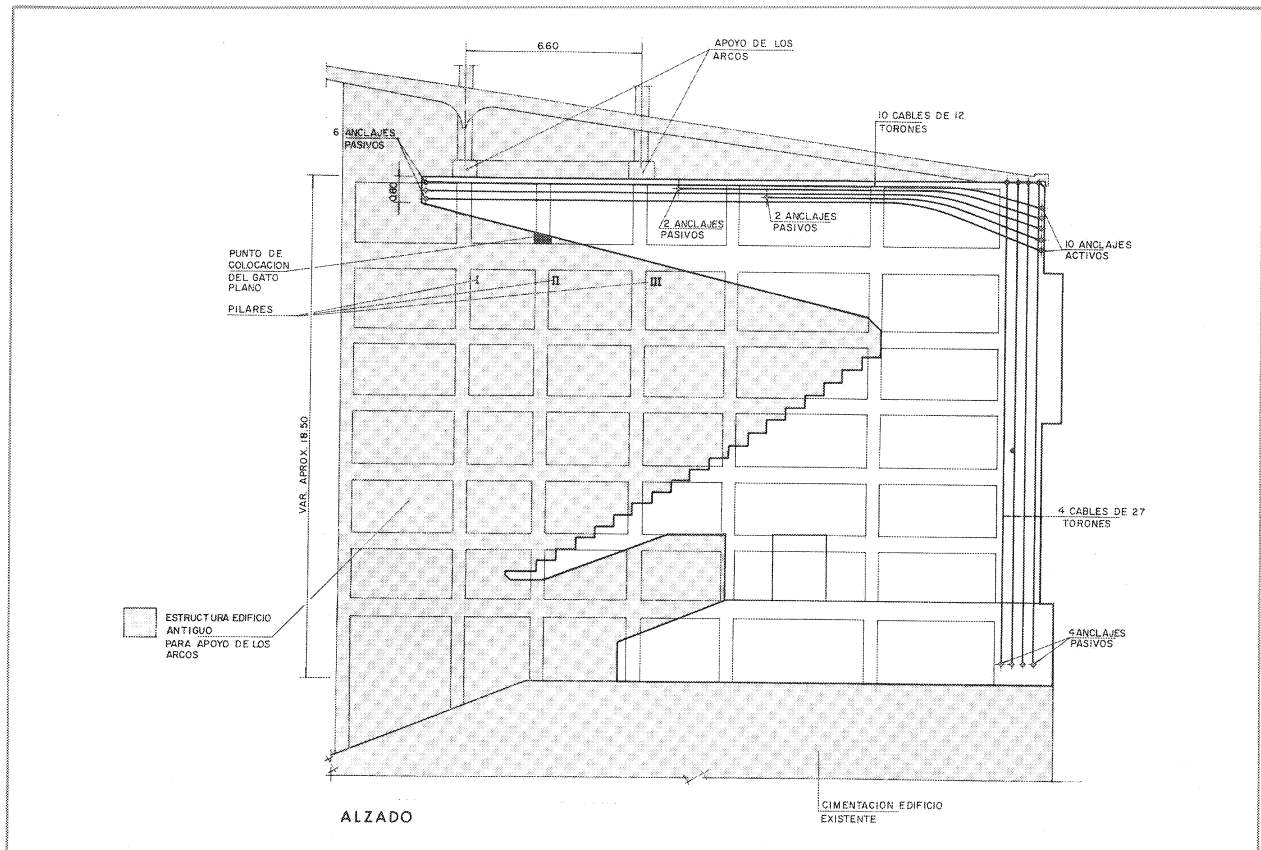


Fig. 5

pues también, la nueva estructura, las veces de los pórticos extremos de dichas tribunas.

El pretensado está formado por dos familias de cables: una de 10 cables de $12 \text{ } \varnothing 1/2''$ prácticamente horizontales, situados en la zona de ménsula, de los cuales seis llegan hasta el extremo del voladizo mientras que el resto anclan en dos secciones intermedias; y la otra de 4 cables verticales de $27 \text{ } \varnothing 1/2''$ situados en la zona más externa de la estructura. Estos últimos se tesaban desde la parte superior, siendo los anclajes inferiores pasivos, si bien accesibles por una galería que se hormigonaba posteriormente.

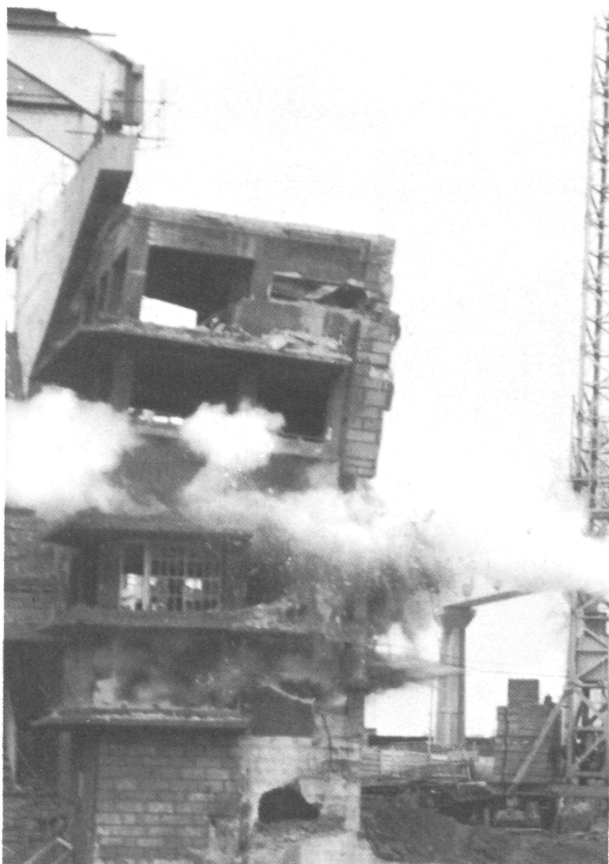
La zapata se apoya directamente en un gran macizo de cimentación existente de 4 m de canto, tras comprobar que el incremento máximo de tensión transmitido al terreno estaba en el orden de los $0,5 \text{ kg/cm}^2$. La zapata se une al macizo de cimentación en la zona de la galería mencionada cuya parte inferior se forma demoliendo parte de la zona superior del macizo. En esta zona se cosen ambas estructuras con barras perforadas e inyectadas, a fin de proporcionar una seguridad adicional, aunque en teoría no aparecen tracciones en la zona de unión.

3. Proceso constructivo

El problema más importante que se planteaba era la sustitución de los apoyos o, mejor dicho, del hormigón bajo tales apoyos. La solución adoptada fue la que se creyó más sencilla: mantener el existente, dejándolo embutido dentro de la nueva estructura, lo que evitaba el tener que levantar el arco, operación que además de una cierta complicación hubiese entrañado, sobre todo, un cierto riesgo.

El pórtico de apoyo del edificio tenía 50 cm de espesor que quedan ahora englobados dentro de la nueva estructura, a la que queda unido mediante barras que atraviesan el hormigón antiguo, rosca y inyectadas. En la zona inferior la nueva estructura interfería con el último pórtico de la tribuna Oeste (con el que hacía junta el edificio antiguo) por lo que hubo que coserlo a aquéllas, con lo que se lograba un trabajo conjunto además de un buen arriostramiento para la estructura nueva. La junta de dilatación se pasó al otro lado de ésta.

Otro problema que preocupaba era el del momento de transferir los esfuerzos de una a otra estruc-



tura. En primer lugar se tesaron los cables alternando verticales y horizontales, dejando estos últimos al 80% de la fuerza inicial prevista, lo que

era suficiente para soportar en ménsula su peso propio y las cargas permanentes transmitidas por los arcos (76 y 56 t respectivamente), consiguiéndose así minimizar las reacciones en los pilares I y III (ver Fig. 5) coincidentes con los ejes de apoyo, antes del corte. Antes de cortar estos pilares, y a fin de conseguir una transferencia suave, se intercaló un gato plano entre el pilar II, ya cortado, y la nueva estructura. Las reacciones medidas en el gato al cortar los pilares I y III sucesivamente coincidieron sensiblemente con las previstas, lo que supuso una tranquilidad frente a una cierta incertidumbre en las cargas supuestas. Finalmente se retesaron los cables hasta la fuerza inicial total prevista.

Al día siguiente de la operación de corte de pilares se demolió el edificio antiguo mediante voladura por motivos de plazo. Las dos voladuras se realizaron con una limpieza y espectacularidad notables.

Los autores del Proyecto de Remodelación del Estadio y responsables de las obras han sido los Arquitectos: Luis Pueyo San Sebastián, Imanol Abando Ereño, Javier Salazar Ruckouer y Elías Mas Serra.

Las obras han sido ejecutadas por Dragados y Construcciones, S. A.

* * *



SISOCIA, S.A.

**EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS - OBRAS PÚBLICAS
MAQUINARIA DE EXCAVACIÓN Y CARGA - TRANSPORTES**

OFICINAS :

ACERA DE RECOLETOS, 7-3º
TELÉFONOS 221294 - 225327

PLANTA Y PARQUE DE MAQUINARIA :

URBANIZACIÓN INDUSTRIAL "EL BERROCAL"
CARRETERA DE BURGOS, Km. 118
TELÉFONO 335375

VALLADOLID.