

PABELLON POLIDEPORTIVO CUBIERTO EN CUELLAR SEGOVIA/ESPAÑA

(SPORTS PAVILION IN CUELLAR/SEGOVIA/SPAIN)

158-14

Pedro J. Olmos Martínez, Ingeniero de Caminos
Prof. de Mecánica del Suelo y Cimentaciones Especiales
de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid

Marcos J. Pantaleón Prieto, Dr. Ingeniero de Caminos
Prof. de Estructuras Metálicas y Puentes de la E.T.S.
de Ingenieros de Caminos de Santander

RESUMEN

El presente trabajo pretende mostrar los criterios y elementos adoptados para llevar a cabo el proyecto y ejecución de un pabellón cubierto para 1.000 espectadores, en Cuéllar, con tres objetivos básicos: seguridad, funcionalidad y economía.

SUMMARY

The present work pretends to show out criteria and elements adopted to carry out a pavilion with a capacity of 1.000 spectators, in Cuéllar, with three basic aims: security, functionalism and low cost.

1. Antecedentes

Cuéllar es una villa de la provincia de Segovia que tiene aproximadamente 9.200 habitantes en la actualidad.

En junio de 1981 el Ayuntamiento acordó emprender la tramitación necesaria para llevar a cabo las obras de un Pabellón Polideportivo cubierto, con capacidad para mil espectadores sentados. Para materializar esta empresa se elabora un Proyecto y toman parte en la financiación de las obras, además del Ayuntamiento, la Diputación Provincial de Segovia y el Consejo Superior de Deportes.

Las obras, adjudicadas a la empresa Hermanos Vicente Rico, S. L. por un importe de 69 millones de pesetas, comenzaron el 18 de febrero de 1982, fecha en que se firma el Acta de Replanteo.

En la figura 1 se puede observar una axonométrica del Pabellón Polideportivo.

2. Programa de Necesidades

El programa de necesidades a cubrir se establece a partir de las especificaciones que las **Normas sobre Instalaciones Deportivas y para el Esparcimiento (NIDE)** hacen para los **Pabellones con instalaciones para 1.000 espectadores (PB)**.

Las normas NIDE están publicadas por el Consejo Superior de Deportes y se consideran de obligado cumplimiento, dada la subvención que el Consejo otorga.

3. Estudio de soluciones posibles

Del programa de necesidades que se establece, surgen distintas posibilidades de formas, diseños, estructuras, que bajo el triple prisma tomado como objetivo y ya se-

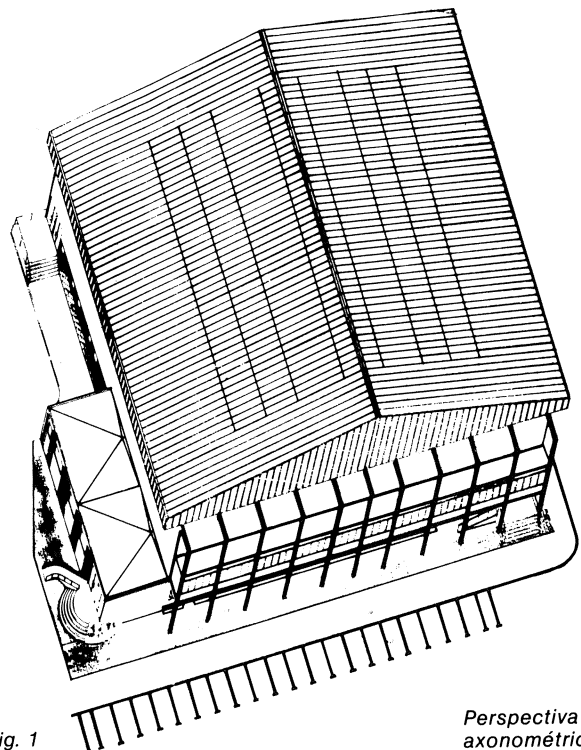


Fig. 1

Perspectiva
axonométrica

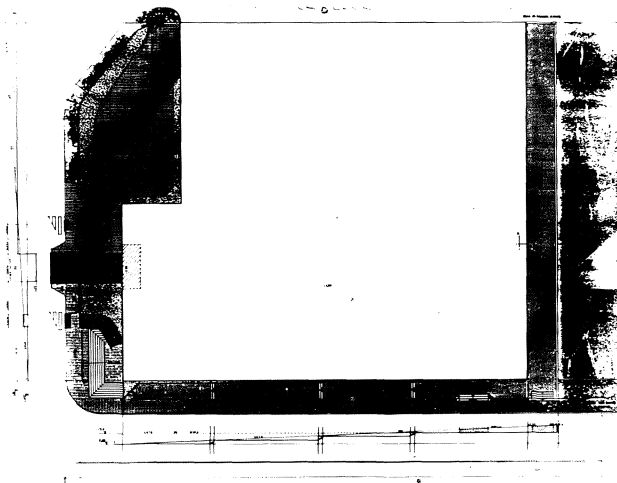


Fig. 2.—Planta general.

ñalado al principio, se decantan y materializan en la solución adoptada.

Uno de los elementos fundamentales de diseño es la estructura de cobertura de los 50×48 m del núcleo central del Pabellón. Se estudian dos posibles tipologías: malla espacial y cercha plana. Tras una serie de tanteos se llega a la conclusión de que la solución más económica es la de **cercha plana**, por lo que se abandona la posibilidad de una malla espacial.

4. Descripción de la solución adoptada

La solución adoptada consiste en la ejecución de una unidad central de $50,0 \times 48,0$ m, que constituye el pabellón propiamente dicho, y de una unidad lateral (adossada a la anterior) de $24,6 \times 8,3$ m que contiene las zonas destinadas a vestíbulo y cafetería del pabellón. En la figura 2 se aprecia la planta general del conjunto.

— **La unidad central** se proyecta mediante estructura metálica a base de pilares y cerchas a dos aguas con un 15 % de pendiente y 48,0 m de luz entre apoyos, disponiendo de un vuelo de 2,0 m a cada lado, lo que hace un total de longitud de cercha de 52,0 m.

Los pilares tienen una altura que permite una luz libre mínima de 10,0 m, y están separados por término medio 6,25 m entre sí.

La cubierta está formada a base de placa de acero galvanizado prelacado (color rojo) a la que posteriormente, con objeto de mejorar las condiciones acústicas y de aislamiento, se ha proyectado un aislante de poliuretano tipo Isopor (la decisión fue adoptada una vez ejecutada la colocación de la chapa que sustituía a un panel proyectado, por los motivos expuestos). La cubierta dispone de amplias zonas de material traslúcido.

Los cerramientos están formados por fábrica de ladrillo cara vista de 1 asta, que alcanza los 4,00 m de altura, y de un asta de ladrillo hueco doble que llega a los 10,00 m enfoscado y pintado. En ambos casos se dispone de cámara intermedia de aire y fábrica interior de medio asta de ladrillo hueco sencillo enfoscado y pintado en toda la altura del pabellón, dando un espesor de cerramiento constante e igual a 30 cm.

La pista se proyecta en parquet de madera con una cancha de juego de 40×20 m que dispone de bandas auxiliares perimetralmente. A lo largo de la pista y a ambos lados, se dispone de un graderio capaz de albergar 1.000 espectadores en su conjunto.

Los graderios están formados por elementos prefabricados de hormigón pretensado de 6,25 m de luz, que son autoportantes y apoyan en pórticos de estructura metálica, uno de cuyos pilares coincide con el de la estructura del pabellón. En la figura 3 puede apreciarse la planta de pista y graderios.

Bajo las gradas se dispone parte de los **espacios auxiliares a los deportistas (EAD)**, tales como:

- Tres vestuarios dobles.
- Tres zonas de aseos.
- Una enfermería.
- Un despacho para entrenadores.
- Dos vestuarios con aseo para árbitros y jueces.
- Un guardarropas.

Así como parte de los **Espacios Auxiliares Especiales (EAE)**, tales como:

- Una cafetería.

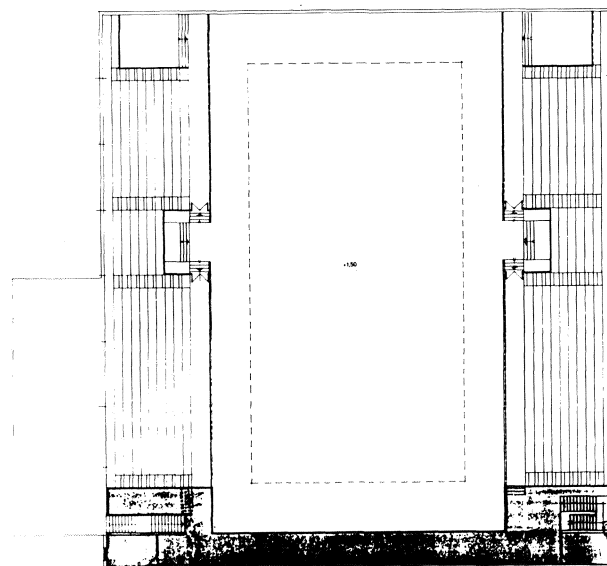


Fig. 3.—Planta de pista y gradas.

- Dos zonas de aseos para caballeros.
- Dos zonas de aseos para señoras.

Asimismo, se proyecta un pasadizo de 3,00 m de ancho que permite el paso directo entre gradas, evitando el paso a través de la pista. En cada extremo del pasadizo se ubica una oficina para la administración y control del pabellón. El pasadizo forma una estructura porticada en la fachada principal del Pabellón; asimismo, proporciona iluminación y ventilación natural al Pabellón.

- **La unidad lateral** está adosada a la unidad central, si bien independizada de ella totalmente, existiendo una junta de dilatación que materializa dicha independencia. Su estructura se proyecta en perfiles metálicos, siendo su cubierta plana y disponiendo de una altura libre de 3,30 metros.

Los cerramientos son análogos a los de la zona central siendo por entero de ladrillo cara vista.

El conjunto de la obra goza de instalaciones de saneamiento, fontanería, ventilación, calefacción y electricidad.

El Pabellón dispone de cuatro accesos y de elementos de seguridad y contra incendios. Asimismo se ha tenido en cuenta, de forma especial, la eliminación de barreras arquitectónicas para minusválidos, tanto en el recinto como en sus accesos y paseos del entorno.

5. Cimentación y sótano

En el Proyecto inicial se había estudiado la cimentación a base de zapatas cuadradas rígidas entrelazadas por medio de vigas de atado que servían de base de apoyo al cerramiento de la obra.

Antes del inicio de las obras, el Ayuntamiento acordó el cambio del emplazamiento a fin de evitar la compra de terrenos, fijando su nueva ubicación en los terrenos que ocupaba la antigua depuradora de aguas residuales.

Como puede apreciarse en la foto 1, el nuevo emplazamiento se caracteriza por tener un desnivel de aproximadamente 3,50 m respecto al nivel medio de calle, por lo que se llegó a la conclusión de que resultaba más interesante la ejecución de un sótano que podía emplearse de forma complementaria para usos deportivos, así como para almacén y nave de servicios del Ayuntamiento.

A la vista de todo ello, surgen una serie de modificaciones que hacen preciso redactar un Proyecto en el que se recojan y definan las nuevas obras del sótano, así como las correcciones a introducir en la cimentación del Proyecto inicial del Pabellón Polideportivo.

El sótano que se proyecta abarca la totalidad de la superficie bajo la unidad lateral (vestíbulo-cafetería) y la zona que comprende el terreno de juego. Va delimitado por muros de hormigón armado para la contención de tierras y que a su vez hacen de cimentación de los pilares de la estructura del Pabellón. Los muros son de sección variable, teniendo en arranque 70, 60 ó 50 cm, y en cumbrera 50 cm en todos los casos, siendo su intradós de pared vertical y sin quiebrós. En los puntos donde recibe pilares se ensancha la sección de los muros lo necesario para recibir las placas de anclaje, disponiéndose armaduras de refuerzo (Fig. 4).

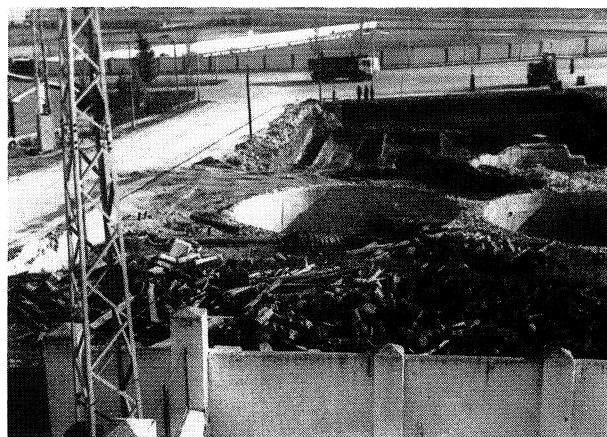


Foto 1

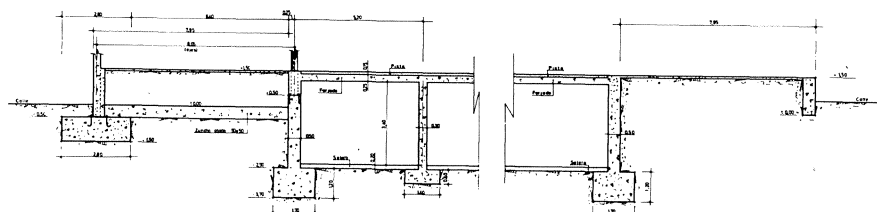
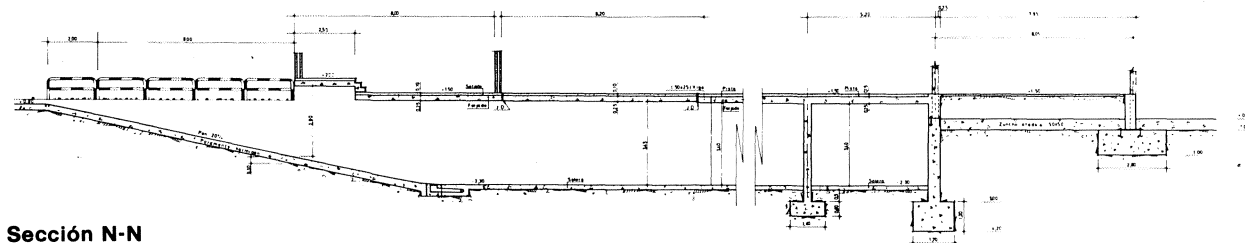


Fig. 4.—Muros.

Sección M-M



Sección N-N

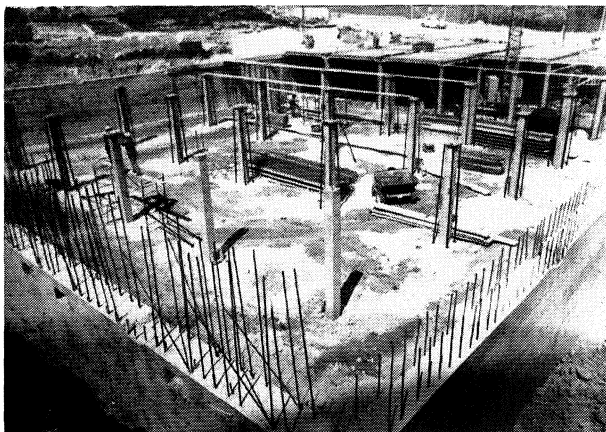
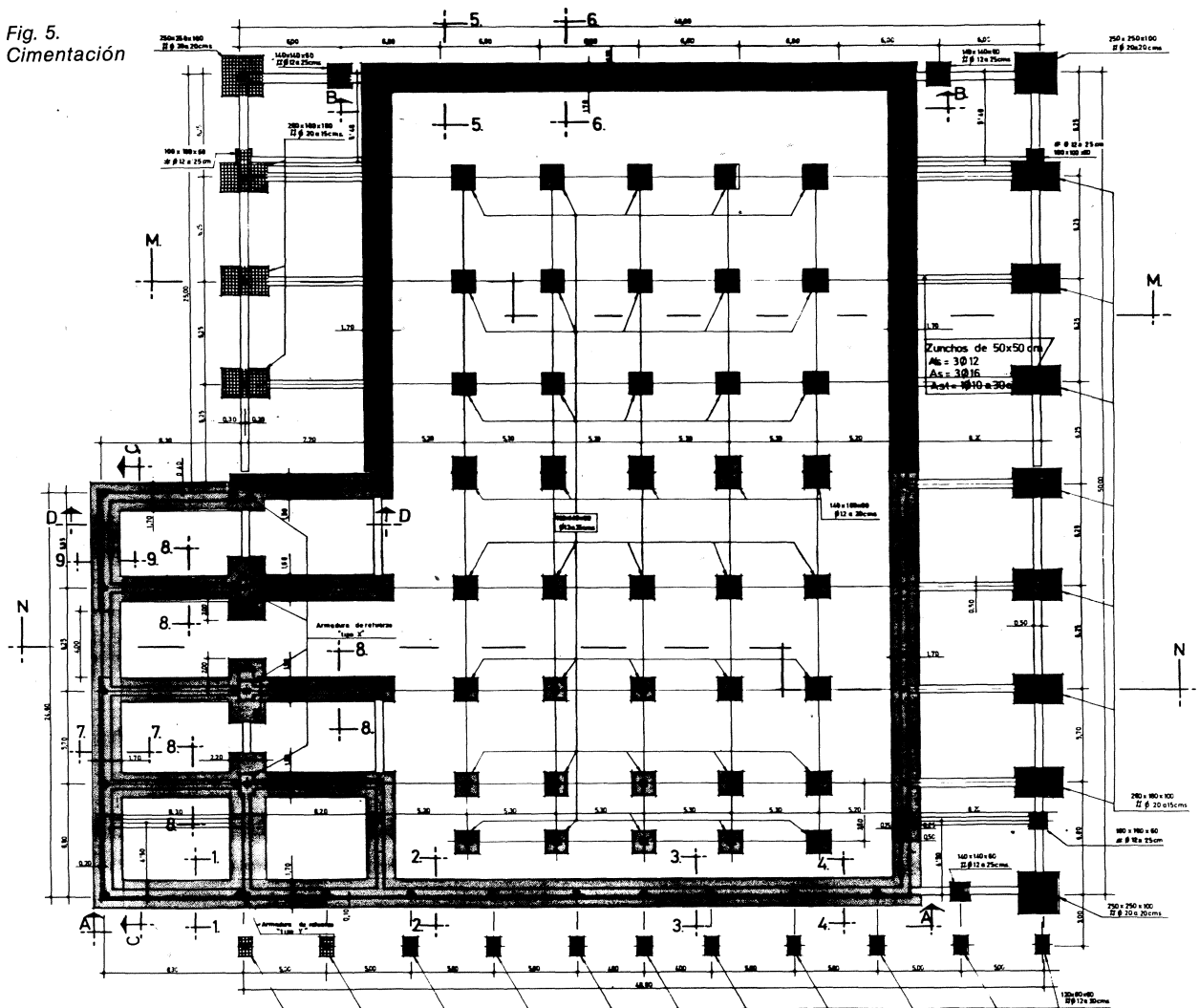
Fig. 5.
Cimentación

Foto 2

Las zapatas de los muros son de sección constante y sustituyen a las proyectadas en su lugar en el Proyecto inicial. Dado que el entorno donde se ubican las obras forma un plano inclinado, se toma como plano de referencia la pista, con una cota relativa de +1,50 respecto a la cota 0,00 (cota inferior del plano inclinado antes mencionado). Esto origina que la nueva cimentación se encon-

trará a distintos niveles, según su situación en el terreno, tal como se refleja en la figura 5.

Dentro del recinto delimitado por los muros, y en ambas direcciones, se proyectan una serie de pórticos con la doble misión de soportar el forjado de techo de sótano y colaborar con los muros en la absorción de empujes. El forjado se ejecuta a base de viguetas armadas, disponiéndose de un mallazo superior de reparto.

En la foto 2 puede contemplarse el sótano en fase de ejecución, y en la figura 6 la planta de sótano y su esquema de utilización previsto.

6. Estructura metálica

Acciones e hipótesis de cálculo

Se han admitido, según la MV-101 las acciones:

- 100 kg/m² de nieve,
- 75 kg/m² de presión dinámica,
- Peso propio.

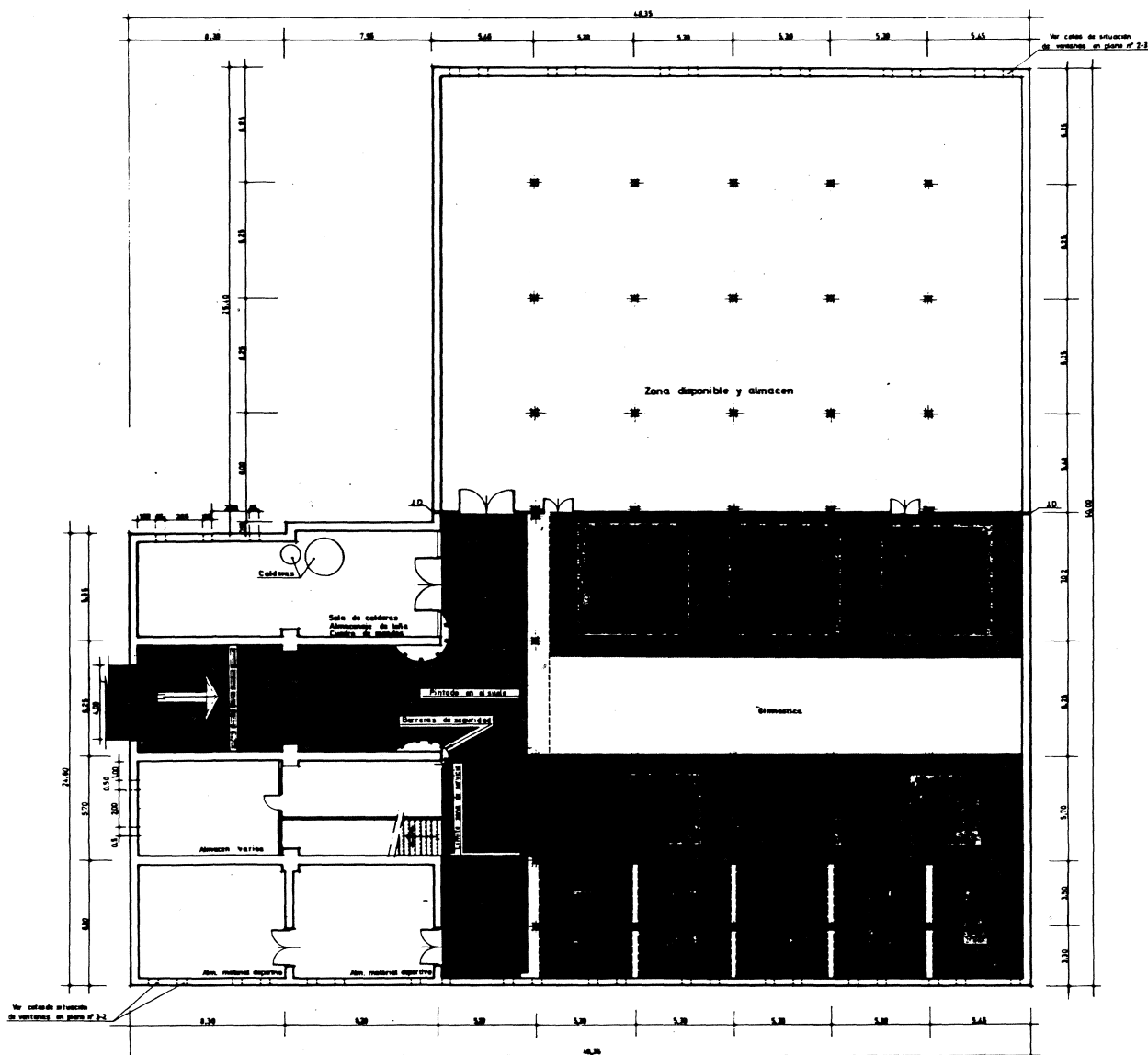


Fig. 6.—Planta de sótano.

Las hipótesis establecidas son las especificadas en la instrucción MV-103.

Cercha tipo

La cercha tipo (Fig. 7), presenta una luz libre de 48,0 m, con dos voladizos de 2,0 m. El canto en el centro de la luz es de 4,0 m y en apoyos de 1,30 m.

El cordón superior de la cercha está formado por dos UPN 220 soldados y el inferior por dos UPN 160, así mismo soldados. Las diagonales y montantes son tubos estructurales que por cálculo resultaron $100 \times 80 \times 6$ salvo en apoyos que resultaron ser $140 \times 140 \times 6$ (montantes) y $140 \times 80 \times 8$ (diagonales). Al no encontrarse estos perfiles en el mercado se unificaron y emplearon en todos los casos $140 \times 140 \times 6$.

El cordón inferior es quebrado, presentando una pendiente a dos aguas del 4 %. De esta forma se ha pretendi-

do mejorar el aspecto estético de la cercha, al disminuir en un metro el canto en el centro, así como disimular las posibles flechas presumibles (sobre todo debidas a nieve) y los posibles errores de ejecución (que en un cordón recto son mucho más acusables).

Bajo la acción del viento el cordón inferior de la cercha puede llegar a encontrarse comprimido. Por tal motivo, se han dispuesto tres tubos de $100 \times 100 \times 5$ que fijan los nudos 9, 15 y 21 de cada cercha entre sí y que se anclan a la coronación de los pilares 20, 22 y 24 (fachada posterior) y 30, 27 y 33 (fachada principal).

Estructura de gradas

La estructura que soporta las gradas (ver Fig. 7) es un pórtico constituido por dos pilares HEB 300, uno de ellos perteneciente a una de las fachadas laterales. El dintel, diseñado como un IPE 500, tuvo que ser sustituido por un IPN 450 al no encontrarse el primero en el

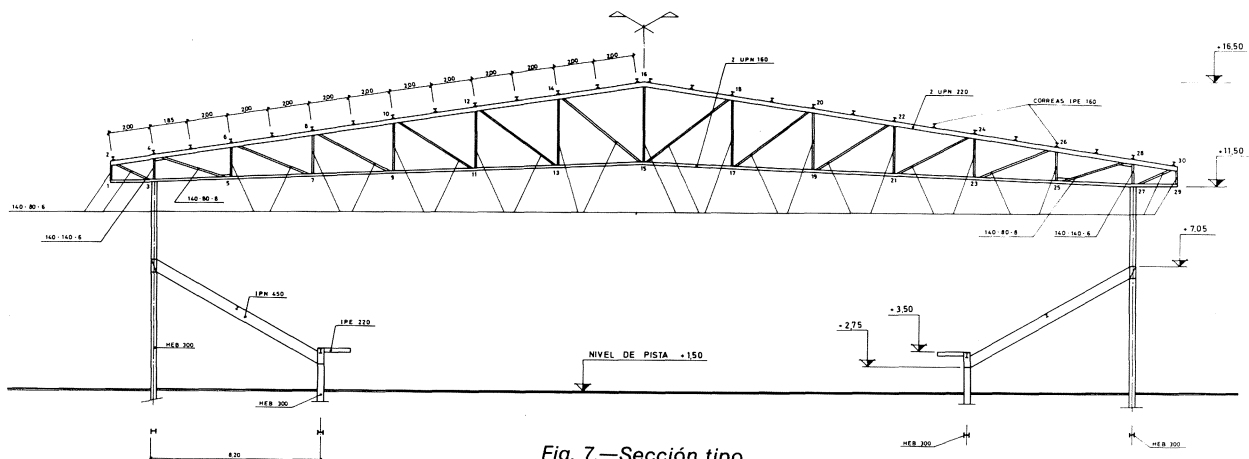


Fig. 7.—Sección tipo.

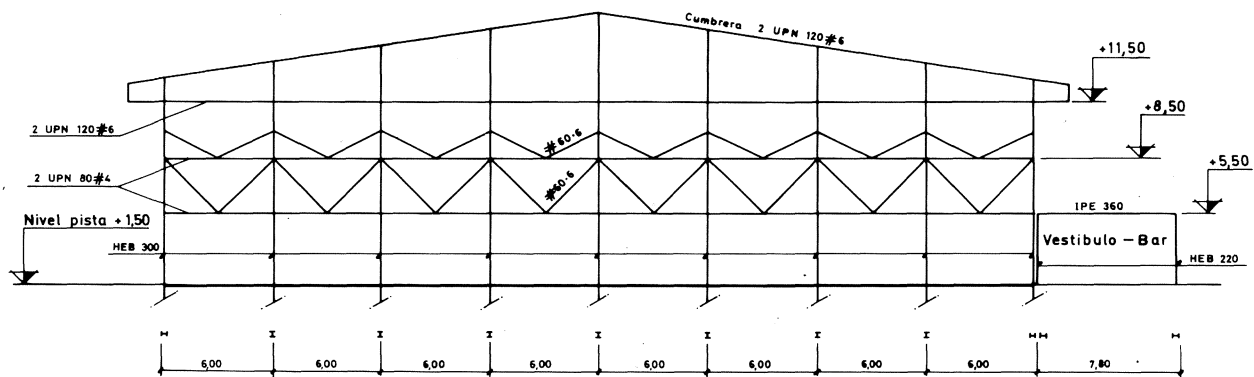


Fig. 8.—Fachada posterior.

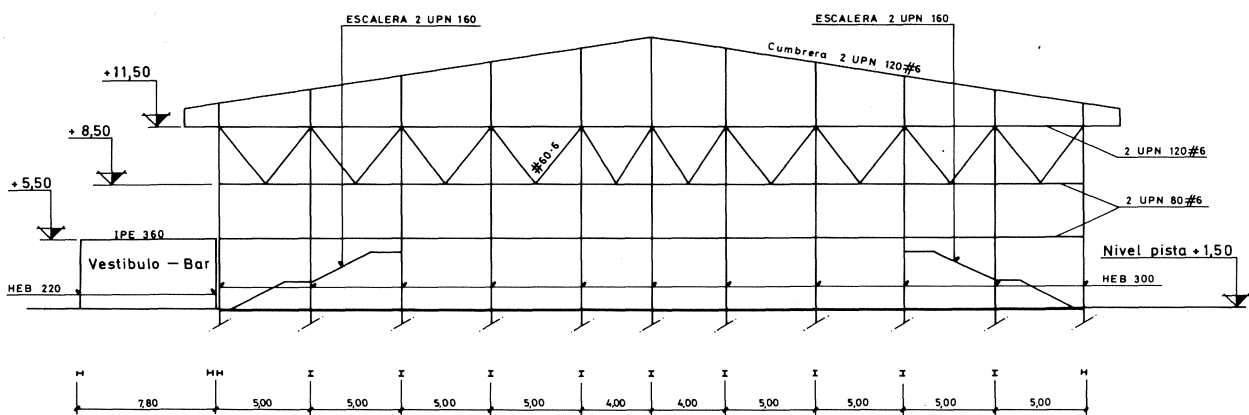


Fig. 9.—Fachada principal.

mercado. Las uniones del dintel con los pilares se han materializado con tornillos de alta resistencia, consiguiéndose de esta forma nudos rígidos.

Como consecuencia de la decisión adoptada de bajar las gradas (que se comenta en el epígrafe 8) durante la ejecución, fue preciso realizar nuevas perforaciones en los pilares y seccionar los pilares menores (HEB 300).

Los pórticos presentan unos voladizos ejecutados con IPE 220, sobre los que se forja un pasillo que permite el acceso a gradas e impide el acceso directo a la pista.

En la foto 3 puede verse un dintel con su estructura de apoyo de gradas, listo para ser colocadas; así como a operarios preparando una cercha para su colocación.

Fachada posterior

En la figura 8 se representa la estructura portante de esta fachada ciega, compuesta por pilares HEB 300 cada 6,0 metros, con alturas que oscilan desde los 11,0 a los 15,0 metros. Estos pilares se han empotrado en la cimentación y se ha coartado el desplazamiento de su cabeza en la di-

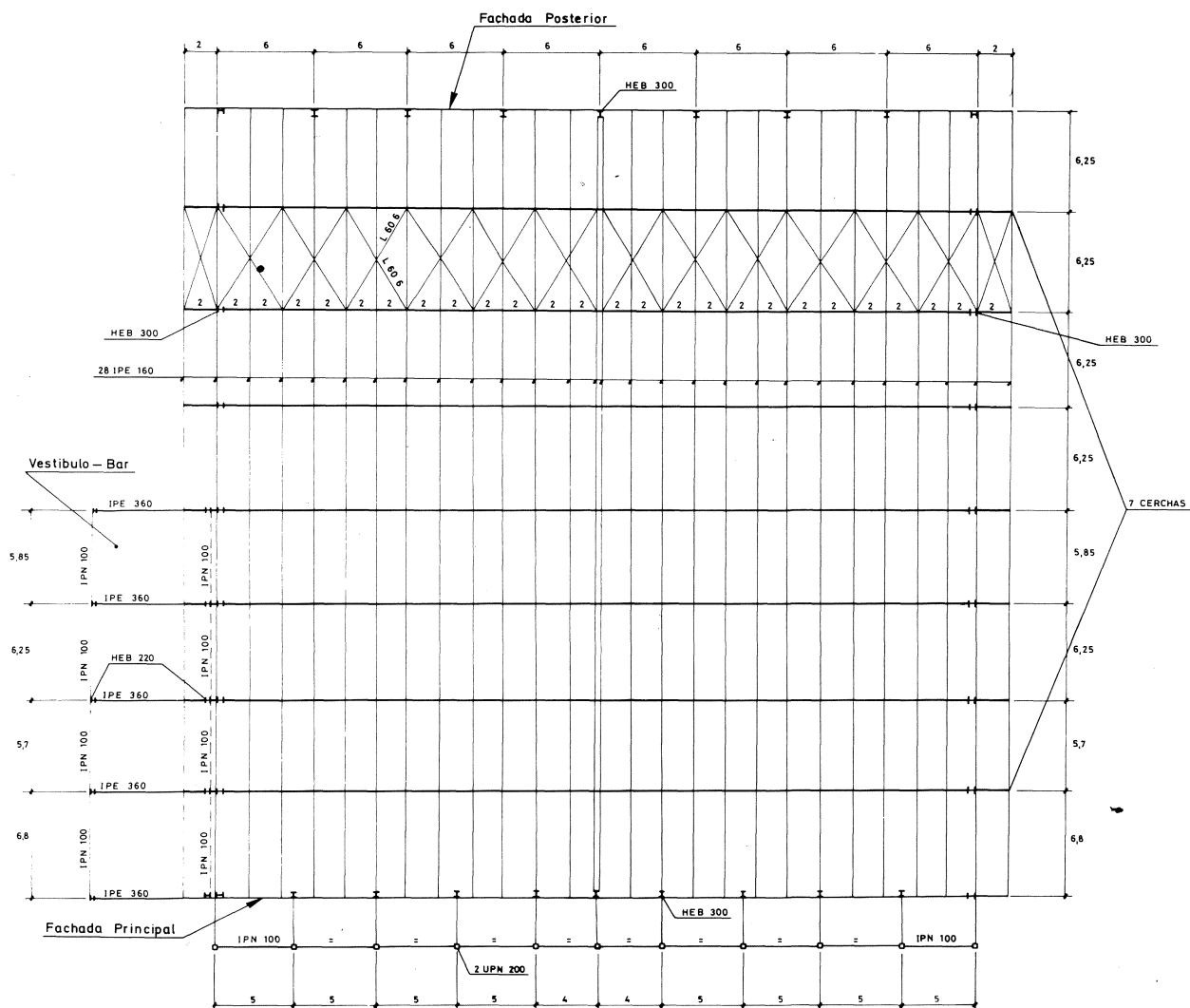


Fig. 10.—Planta.

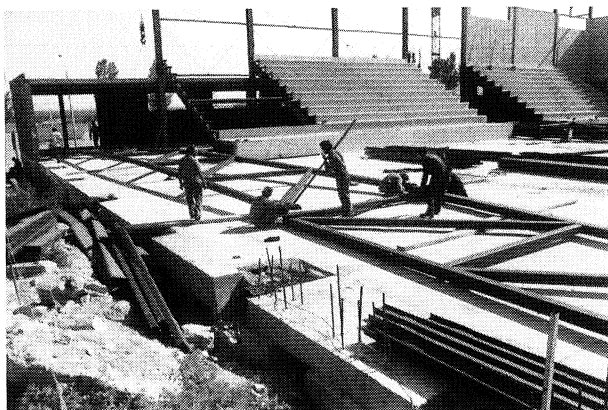


Foto 3

rección longitudinal mediante una viga contraviento, tal como aparece en la figura 10.

La transmisión de los empujes del viento, máximos en esta fachada, sobre el cerramiento o pilares se hace a través de unas vigas de atado 2UPN que así mismo reciben parte del peso del cerramiento, habiéndose dispuesto,

con el fin de reducir esta acción, unos tirantes de chapa soldados a los pilares.

Fachadas laterales

En estas fachadas se han dispuesto una serie de ventanas corridas para proporcionar ventilación e iluminación natural. La estructura portante se representa en la figura 11 y está compuesta de pilares HEB 300 separados 6,25 m. Estos pilares, a efectos de cálculo tanto al viento como de su estabilidad, se han considerado empotrados a la cimentación y libres en la cabeza, aunque conectados por la cercha tipo. En el segundo módulo se encuentran los contravientos verticales, como puede apreciarse en la foto 4, realizados con angulares y formando cruces de San Andrés. Las vigas de atado son UPN soldadas, presentando un apoyo intermedio que le suministran tirantes de chapa soldados a los pilares.

El vestíbulo y zona de cafetería (lo que hemos denominado anteriormente **unidad lateral**) está diseñado a base de pórticos de nudos rígidos separados a distancias que

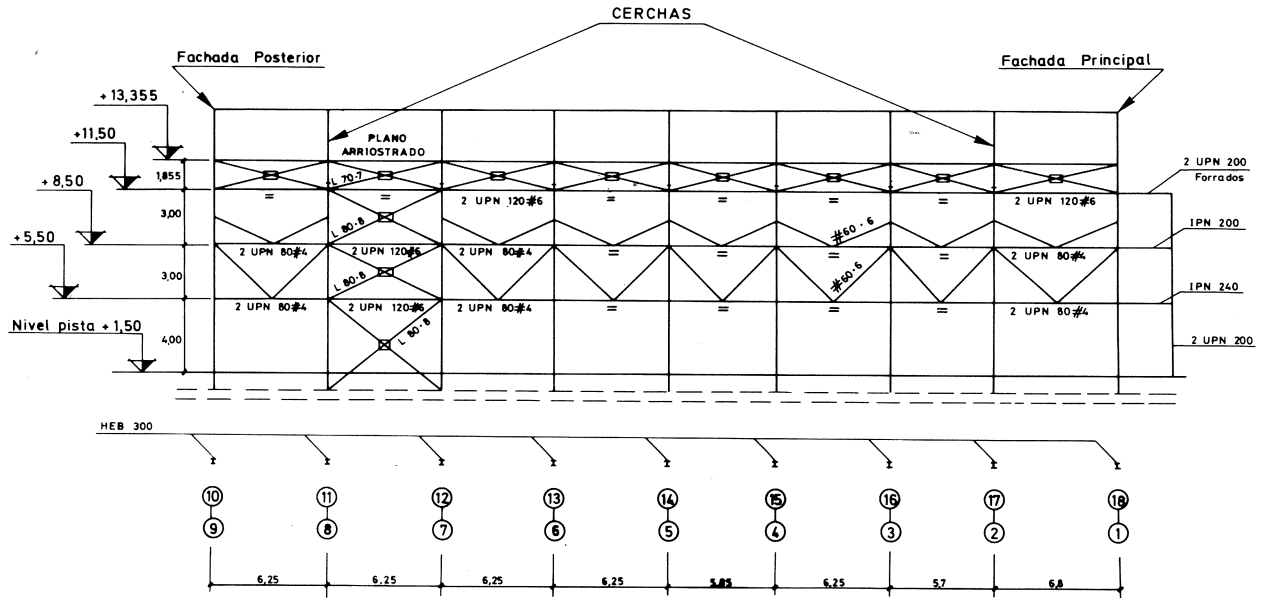


Fig. 11.—Fachada lateral.



Foto 4

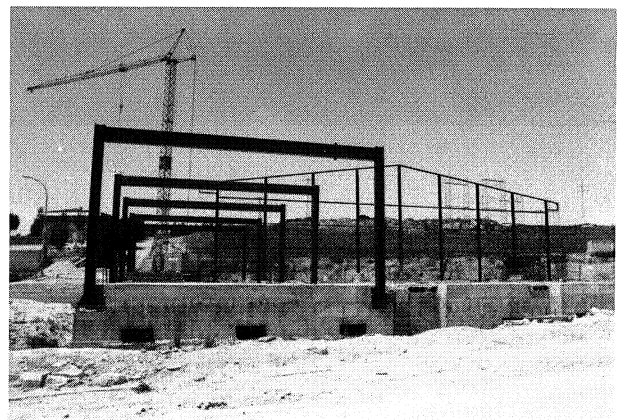


Foto 5

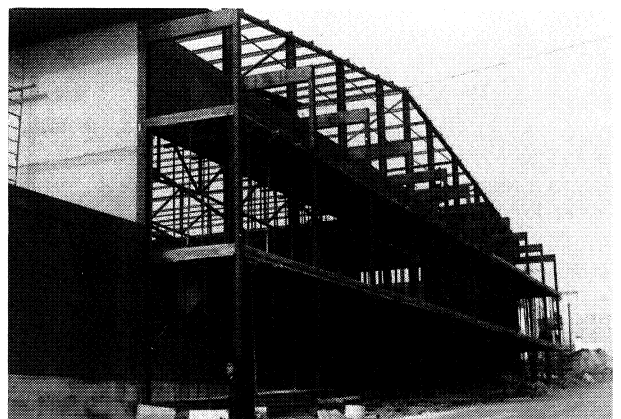


Foto 6

oscilan entre 5,70 y 6,80, tal como se aprecia en la foto 5. Los pilares son HEB 220 y el dintel IPE 360, existiendo unas vigas de atado materializadas por IPN 100.

Fachada principal

Al igual que en las demás fachadas se han dispuesto pilares HEB 300 cada 4 y 5 m, y vigas de atado a base de

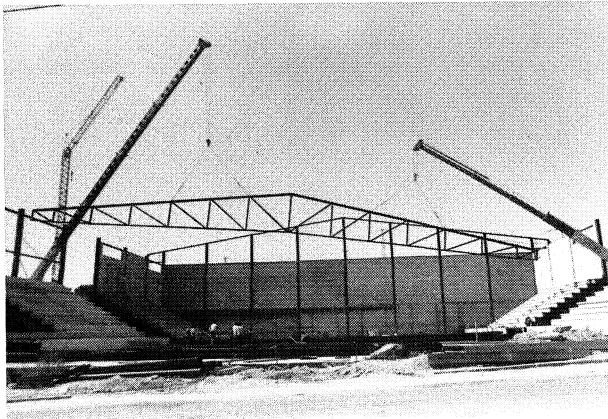


Foto 7



Foto 9



Foto 8



Foto 10

UPN, tal como se indica en la figura 9. Con el fin de conseguir una mayor estética y una mejor circulación dentro del recinto (evitando el paso por la cancha de juego) se ha dispuesto un pasillo o pasaje elevado, tal como se muestra en la foto 6. El pasaje se materializa forjando sobre unas vigas IPN 240 que apoyan en los HEB 300 de fachada y en unos pilares externos a base de 2UPN 200 soldadas, que van arriostrados por IPN 100. El conjunto forma un paseo porticado en fachada principal y dispone de elementos decorativos en estructura metálica.

Techumbre

Sobre las cerchas, y a distancias de 2 metros, descansan 28 correas IPE 160 simplemente apoyadas de 6,25 m de luz libre. La chapa plegada de cobertura se fija a las correas con ganchos, disponiéndose zonas con material traslúcido en la que se han intercalado correas auxiliares de IPN 100 entre las correas (una entre cada dos correas).

El segundo módulo de la unidad central dispone de una viga contraviento, constituida por las correas y una serie de angulares L 60 × 60 × 6, tal como se indica en la figura 10. Este contraviento es el encargado de recibir parte de las acciones del viento, provenientes tanto de la fachada posterior como de la principal, y transmitir las a los contravientos verticales, para que finalmente lleguen a la cimentación.

En la foto 8 puede observarse una panorámica de la estructura de cubierta.

Transporte y montaje

Para el transporte por carretera, la cercha se fabricó en dos mitades (26,0 m de largo y 4,0 m de ancho) en Valladolid, transportándose sobre camión a Cuéllar pro la N-601 (48 km aprox.) realizándose la unión en obra mediante soldadura (ver foto 3).

Para el montaje de las cerchas, debido al sótano existente bajo la pista, se necesitaron dos grúas que desde el exterior del recinto tuvieron que operar y materializar dicho montaje. En la foto 7 se aprecia el montaje de una de las cerchas.

Toda la estructura metálica ha sido realizada por ICE-SA, en sus talleres de Valladolid.

7. Terreno de juego

La pista de juego tiene unas dimensiones de 49,40 × 27,30 metros, que permiten la utilización de una cancha o terreno de juego de 40,0 × 20,0 m, con bandas exteriores de 4,70 y 3,65 m respectivamente.

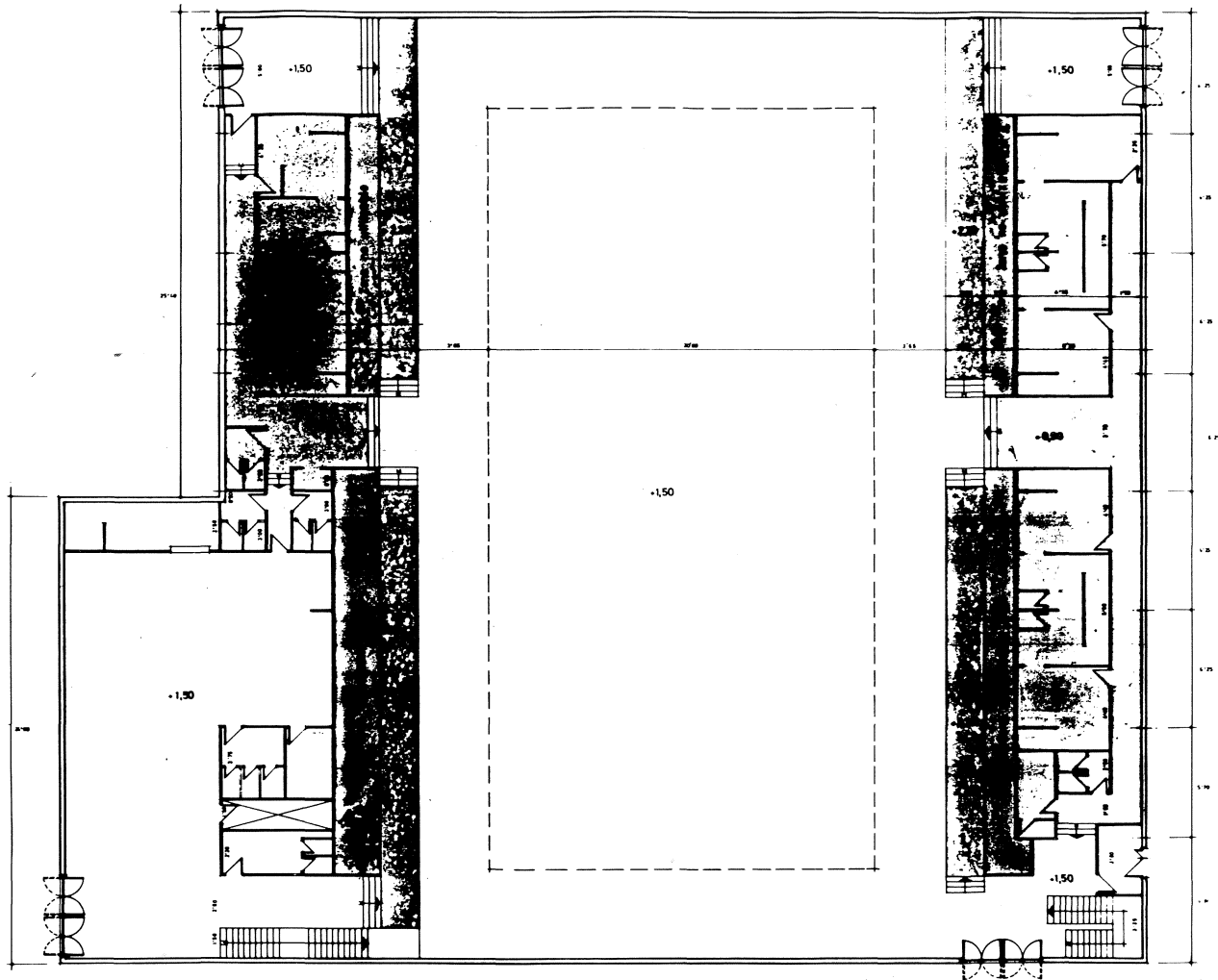


Fig. 12.—Vestuarios.

Sobre el forjado de techo de sótano, y para la ejecución de la pista, se colocó una capa de 2 cm de arena con varias funciones (primordialmente la de drenaje), una solera de mortero armado de 10 cm de espesor perfectamente nivelado, y por último el pavimento a base de parquet de madera de roble de 2,5 cm de espesor.

Antes de procederse a la colocación del parquet se dejó transcurrir cuarenta días y se comprobó que el grado de humedad de la solera era óptimo para poder iniciar las obras. Así mismo, se preparó el contorno de la pista para dejar una junta de dilatación perimetral de 5 cm. Estas precauciones se tomaron, dada la extensión superficial de la pista y su naturaleza, para garantizar el buen comportamiento de la madera. Sirva como detalle el hecho de que el primer material seleccionado y contratado del conjunto de la obra fue precisamente la madera de la pista, para que en su día el curado fuera el idóneo.

Antes de proceder a su última mano de barnizado se ejecutaron las marcas de juego para pistas de balonmano, fútbol sala, baloncesto y voleibol, pintándose en el centro de la pista el escudo de la Villa de Cuéllar. En la foto 9 puede observarse la pista de juego una vez terminada.

8. Vestuarios

En el Proyecto original los vestuarios, y la mayoría de los espacios auxiliares (EAD y EAE), iban ubicados bajo las gradas.

Con objeto de mejorar la visibilidad y dado que en la zona de sótano se podían acomodar parte de los EAE (instalaciones, almacenes...) se acordó, tras la petición del Ayuntamiento, proceder al descenso de gradas, lo que originó una reforma estructural ya comentada y acometida directamente en obra, disminuyó la superficie útil bajo éstas y obligó a una redistribución de su espacio.

Definitivamente, la distribución adoptada es la que aparece en la figura 12, en la cual se observa que se dispone de un conjunto de tres zonas de vestuarios. Cada una de ellas consta a su vez de tres elementos, dos de ellos destinados propiamente a vestuarios y el tercer elemento destinado a servicio de aseos y duchas de los anteriores.

Asimismo, bajo las gradas se disponen dos vestuarios para jueces y árbitros con ducha y aseo, una enfermería, un despacho para entrenadores, un guardarropa y aseos.

9. Instalaciones

Dentro del conjunto de instalaciones vamos a destacar el alumbrado y la calefacción.

Alumbrado

Podemos distinguir dos tipos de alumbrado, el de pista y el de espacios auxiliares.

El alumbrado de pista exige una iluminación con tres niveles de iluminación media de 800, 400 y 200 lux, de acuerdo con las características del juego a realizar. Para su materialización, tras su estudio luminotécnico mediante ordenador, se ha dispuesto un conjunto de 84 luminarias (12 por cercha) tipo proyector, con lámparas de 400 W de vapor de mercurio con halogenuros metálicos. La instalación logra un gran aprovechamiento luminoso y evita el deslumbramiento directo. En la foto 10 puede apreciarse una panorámica de la instalación.

En los espacios auxiliares el nivel medio de iluminación de servicio fluctúa entre 150 y 350 lux, en función de la dependencia a iluminar, habiéndose colocado lámparas fluorescentes de 65 W alojadas en luminarias de tipo regleta en distintos modelos.

La potencia total instalada alcanza los 82,5 Kw, existiendo alumbrado de emergencia.

Calefacción

Se proyectó inicialmente la climatización del Pabellón por aire y, por motivos económicos y de posterior mantenimiento, se decidió adoptar el sistema que a continuación se describe.

Dado que la villa de Cuéllar dispone de abundantes pinares se decidió que la caldera fuese para combustible de leña y carbón, por lo que se optó por una caldera de acero **Hygassa** para una potencia de 700.000 Kcal/hora.

La distribución se hace por medio de cuatro líneas:

- Calefacción de gradas.
- Línea de fancoils.
- Línea de radiadores.
- Línea de agua caliente.

La calefacción de gradas se hace mediante tubería de acero de 1" que recorre longitudinalmente las gradas, mediante agua a 80 °C, con un recorrido total de 990 m. La tubería es vista y va pintada.

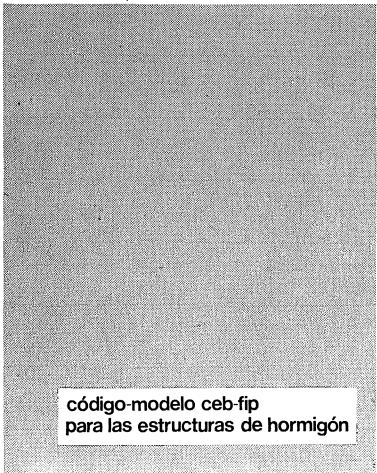
La línea de fancoils está compuesta por 10 fancoils NVC-1.000 de 16.000 Kcal/h cada uno, colocados a ambos lados de la pista (5 en cada lado) para calefacción por aire de la pista; y 3 fancoils MVC-600 de 12.000 Kcal/h cada uno, para calefacción del pasaje superior.

La línea de radiadores calefacta vestuarios, aseos, zona de vestíbulo y cafetería, así como el resto de dependencias. Está compuesta de 27 radiadores de panel, contruidos en chapa de acero de 1,25 mm de espesor con una superficie total de placa de 34,56 m².

La línea de agua caliente dispone de un depósito acumulador de 2.000 litros y da servicio a todos los vestuarios, aseos y zona de cafetería.



publicación del i.e.t.c.c.



**código-modelo ceb-fip
para las estructuras de hormigón**

El Instituto Eduardo Torroja, miembro activo tanto del Comité Eurointernacional del Hormigón (CEB), como de la Federación Internacional del Pretensado (FIP), ha tomado a su cargo la traducción y edición de esta importante normativa.

Aunque presentado con el título de «Código Modelo CEB/FIP 1978» este documento incorpora los dos primeros volúmenes de este «Sistema Unificado Internacional de Reglamentación Técnica de Ingeniería Civil». El primer volumen de este «Sistema Unificado» es el denominado «Reglas comunes Unificadas para los diferentes tipos de obras y materiales», donde se exponen los criterios y formatos de seguridad a que han de ajustarse los diferentes Códigos (estructuras de hormigón, estructuras metálicas, estructuras mixtas, estructuras de albañilería y estructuras de madera), que han de configurar la totalidad del antedicho sistema.

El segundo volumen es propiamente el Código Modelo para las Estructuras de Hormigón. Fruto de la colaboración de dos asociaciones del prestigio del CEB y la FIP, desde mediados de los 60, incorpora los avances científicos y tecnológicos producidos en los últimos años sin detrimento alguno de la claridad y operatividad que deben presidir un código que pretende ser, ante todo, un auxiliar práctico para los técnicos de la construcción.

El Código sigue en su estructura las reglas más o menos clásicas: una primera parte dedicada a los datos generales para el cálculo (propiedades de los materiales, datos relativos al pretensado, tolerancias); en segundo lugar se presentan las reglas de proyecto estructural (acciones, solicitaciones, estados límites últimos y de utilización, reglas de detalle para el armado); y, por último, ejecución, mantenimiento y control de calidad.

También incluye reglas para estructuras con elementos prefabricados y estructuras de hormigón con áridos ligeros. Los Anejos del Código se refieren a: terminología, proyecto mediante la experimentación, resistencia al fuego, tecnología del hormigón, comportamiento en el tiempo del hormigón y fatiga.

Un volumen encuadernado en cartóné, de 21 x 30 cm, compuesto de 340 páginas, Madrid, mayo 1982.

Precios: España 2.500 ptas. Extranjero 36 \$ USA.