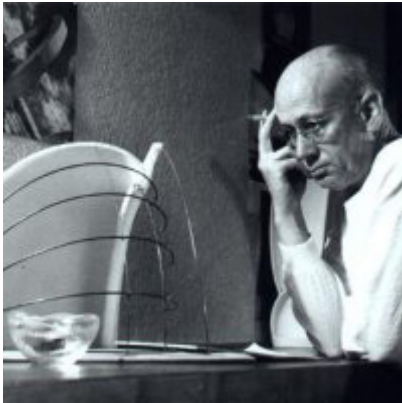


## EDUARDO TORROJA



Hijo del matemático Eduardo Torroja Caballé, fue probablemente el máximo especialista mundial de su tiempo en construcción en hormigón, así como un extraordinario investigador y teórico de la ciencia de la construcción.

La búsqueda de Torroja en el hormigón armado se caracterizó por el empleo de las superficies continuas, lo más ligeras posibles y con un sentido propio de la elasticidad. Según el mismo, *"la obra mejor es la que se sostiene por su forma y no por la resistencia oculta de su material"*.

Algunos de los conceptos que desarrolló fueron continuados por uno de sus alumnos: Félix Candela.

Entre sus obras más significativas encontramos el Acueducto de Tempul (Jerez de la Frontera, 1925), el Mercado de Algeciras (1933), el Hipódromo de la Zarzuela (1935), el Frontón de Recoletos (1935) o la Cuba de Fedala (1956), además de sus numerosos puentes y viaductos.

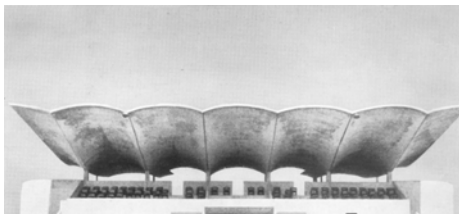
### Hipódromo de la Zarzuela (Madrid, 1935)

Se trata de la primera tribuna volada sin columnas en España, una obra declarada Monumento Histórico Artístico en 1980 y por la que Torroja consiguió el Premio Nacional de Arquitectura.

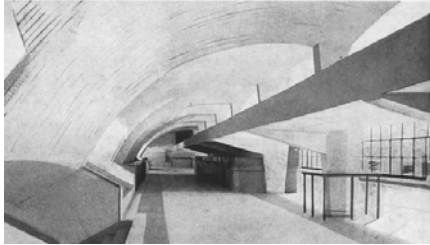
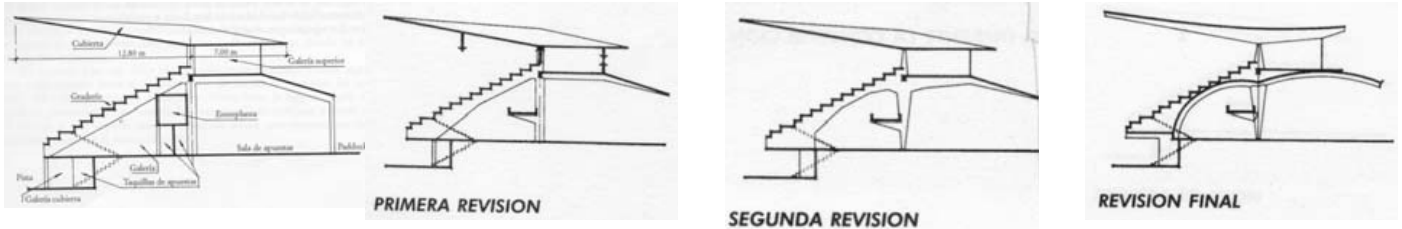


El antiguo Hipódromo Real de Madrid, en el Paseo de la Castellana, quedaba afectado por la ejecución del Plan Zuazo. Para sustituirlo se convocó un concurso en el verano de 1934. La nueva ubicación fue la Zarzuela, en la Quinta del Pardo. El proyecto de Arniches, Domínguez y Torroja ganó el primer premio por ser una propuesta elegante y atrevida.

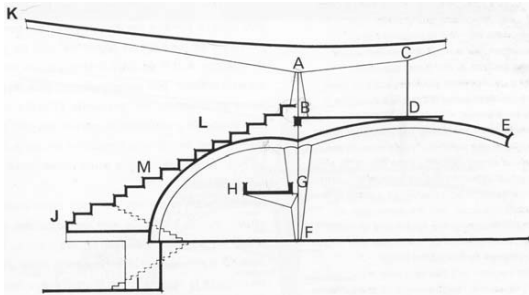
No obstante, la marquesina del Hipódromo de la Zarzuela, terminada el 18 de julio de 1936, no se inauguró hasta 1941, después de haber resistido fuertes impactos de artillería por estar situada en una de las zonas más devastadas por la Guerra Civil.



La cubierta está constituida por una serie de láminas cilíndricas. Al pretender que el canto de estas láminas sea mayor en los apoyos que en sus extremos, como pide un voladizo, la forma de un hiperboloide hiperbólico de eje horizontal aparece como una mejor solución estructural, y más adecuada estéticamente. Tras varias modificaciones, el resultado final no es un hiperboloide, pero es similar estructuralmente. Se trata de una figura auto-estable gracias a que su forma es arqueada.

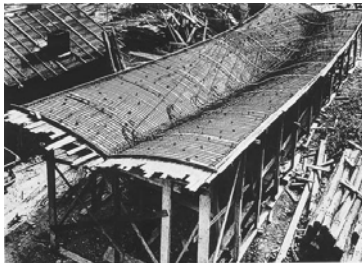


Toda la edificación se basa en el elemento que sirve como soporte a las gradas de la tribuna y su cubierta. Bajo esas gradas se alojan las taquillas, los servicios y dependencias auxiliares. Detrás de ellas, en la planta superior, se desarrolla una galería abierta al otro lado de la pista. El forjado del suelo de esta galería tiene un cometido estructural importante puesto que hace de contrapeso al voladizo de la gran marquesina; un tirante los une a modo de pilar. El intradós de este forjado es la bóveda de la sala de apuestas que se dispone longitudinalmente al mismo nivel que el acceso.

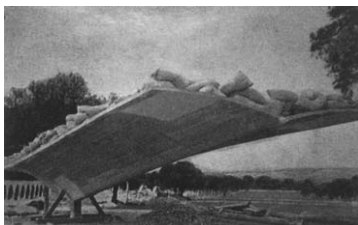


*“El elemento de cubierta, C K, con su gran voladizo sobre el gradería de la tribuna, apoya en el soporte principal, A B sobre el que está articulado, quedando impedido el vuelco por el tirante C D, compensando con ello el peso de la galería DB, y el resto de la cubierta, D E de la sala de apuestas inferior, que queda en parte volada por fuera del tirante [...]”*

Descripción de la sección por Eduardo Torroja

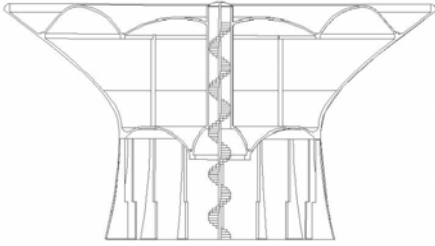


Este planeamiento en el que las diferentes partes del edificio se equilibran entre sí reduce considerablemente los grosores de toda la estructura debido a que utiliza las fuerzas de tracción soportadas por cables para contrarrestar el peso del voladizo.



El modelo sirvió para ensayar el sistema de montaje del encofrado.

**Depósito elevado de Fedala** (Fedala, actualmente Mohamedia, 1957)



Este depósito de 3 500 000m<sup>3</sup> de capacidad está formado por un hiperboloide hiperbólico de 40m de diámetro en su parte más alta y 19 en su garganta.

Eduardo Torroja había elegido esta solución a los efectos de minimizar la posibilidad de perdidas de agua, tanto en la pared lateral como en el fondo del depósito. El interés por estudiar este tipo de láminas se debe a que con hiperboloides de una hoja no sólo se pueden construir depósitos de agua, sino también torres de enfriamiento de grandes dimensiones y cubiertas.

Una construcción de tales características requería un pretensado que garantizara la impermeabilidad: habitualmente se colocaban tendones de pretensado según los paralelos de la superficie, y nervios exteriores para anclar dichos tendones. Torroja podría haber empleado este sistema clásico y sencillo, pero sin embargo, para no romper con la pureza formal de la superficie hiperbólica, prefirió emplear un esquema estructural no muy intuitivo, disponiendo los tendones de pretensado según las generatrices rectas del hiperboloide, permitiendo así sacar sus anclajes por la parte superior, ocultos a la vista. El resultado es una pieza compacta, de máxima simplicidad formal y estructural.

La silueta campaniforme de la cuba viene determinada por dos hiperboloides de una hoja de ejes superpuestos y con su circunferencia de garganta común. Esta geometría convierte al depósito en una estructura hiperbólica con ciertas propiedades inherentes al cilindro vertical, creando una forma compacta capaz de soportar los fuertes empujes generados por el agua.

La solera del depósito está compuesta por una bóveda tórica de hormigón armado que descansa en dos anillos, siendo el exterior la circunferencia de garganta de los hiperboloides.

**El Frontón de Recoletos** (Madrid, 1935)



El Frontón de Recoletos es una de sus obras clave, junto al Hipódromo de la Zarzuela, que por desgracia fue destruida durante la Guerra Civil española.

La construcción finalizó en 1935, pero la cubierta fue rehecha en 1939, llegando a ser la mayor del mundo en su categoría.

*“Un espacio cerrado y diáfano destinado al juego de pelota vasca exige unas condiciones funcionales muy estrictas. En primer lugar, la planta rectangular de la cancha de juego de longitud sensiblemente superior a su anchura, espacio limitado por dos muros paralelos de cierre en los extremos del rectángulo: el frontal, donde golpea la pelota que puede alcanzar unos doscientos kilómetros por hora, y el muro de rebote, opuesto al anterior. A todo ello se une la necesidad de un gran galibo así como iluminación natural”.*

Torroja podía haber resuelto la cubierta del frontón con una bóveda cilíndrica única, sin embargo se decide por un perfil doblemente cilíndrico y asimétrico (al que denomina perfil “en gaviota”), teniendo en cuenta razones funcionales de iluminación y distribución de los espacios. Una de las innovaciones estructurales más importante es la ausencia de viga de descarga en la intersección de los dos cilindros, con lo cual la estabilidad se consigue por la forma en que se disponen los mismos. La cubierta tiene 8 cm de espesor y una luz de 32,5m.

Uno de los problemas que conllevaba esta estructura es la complejidad de abrir grandes huecos para la iluminación, pues se trata de una lámina de 8cm de espesor formada por dos cilindros de 12,2 y 6,4m de radio. Torroja resuelve la situación con dos lucernarios longitudinales con un entramado de triángulos equiláteros de 1,4m de lado.

Victoria Daglio estudiante de la ETS de Arquitectura