



estadio polideportivo

en Filadelfia * EE.UU.

HUGH STUBBINS y asociados arquitectos

152 - 45

sinopsis

Este original estadio, incluso en su forma, exigía la condición de poder adaptar 15.000 asientos adicionales para rugby, que tenían que estar ocultos durante los partidos de beisbol, circunstancia que se aprovechaba para otros fines.

Al proyectar su cubierta se estudiaron, muy a fondo, tres alternativas:

- Cubierta fija;
- Cubierta con una sección interior transportable;
- Cubierta con una sección interior corredera.

Goza de buenas comunicaciones, accesos y todo tipo de instalaciones tanto para jugadores y espectadores como para el personal especializado: prensa, TV, etc.

Su estructura es mixta, siendo de hormigón armado desde los cimientos hasta la tercera planta y de ésta a la cubierta, de acero. Esta fue la solución más económica entre las estudiadas.





REQUISITOS CONDICIONANTES DE LA SOLUCION PROPUESTA

Para la realización del estadio de Filadelfia se exigían las siguientes condiciones:

- 1.º Capacidad de asientos para presenciar el juego de beisbol que no sobrepasase las 50.000 plazas, ni que para el rugby fuese inferior a 65.000; debiendo ser estos 15.000 asientos adicionales de carácter permanente, pero no visibles para los aficionados al beisbol allí presentes.
- 2.º Diseño de una cubierta fija para techar por completo el estadio, con sus consiguientes necesidades de aire acondicionado, acceso a las localidades, césped artificial, etc.
- 3.º Diseño de una cubierta móvil y sus consecuentes necesidades, como en el apartado anterior.
- 4.º Requisitos para la estimación inicial en las siguientes posibilidades:
 - a) Estadio sin cubierta.
 - b) Estadio con cubierta fija.
 - c) Estadio con cubierta móvil.
 - d) Estadio sin cubierta, pero previsto para una cubierta fija futura.
 - e) Estadio sin cubierta, pero previsto para una cubierta móvil futura.
- 5.º Posibilidad de utilizar el estadio para otras finalidades.

- 6.º Conceptos de líneas de visión, buena visibilidad, ángulo visual y proximidad del espectador al terreno de juego.
- 7.º Orientación del terreno deseada por los respectivos equipos.

FORMA

En un diseño circular, el espectador que se encuentra sobre la línea de 45,72 m en rugby y sobre las líneas de primera y tercera bases en beisbol, está a una distancia máxima del terreno de juego. Es obvio, entonces, que una configuración que dispusiese las líneas de asientos paralelas a las líneas mencionadas situaría a los aficionados lo más cerca posible del juego, e implicaría, por tanto, un cuadrado o rectángulo como forma geométrica. Las ventajas de asientos paralelos a las líneas de juego deben ser sopesadas en contraposición con el ángulo de visión. Es muy interesante orientar al espectador en una amplia disposición hacia el centro de la acción, con lo que se consiguen mejores líneas visuales.

Con el fin de lograr tal sistema de asientos y obtener el mejor ángulo visual, las líneas rectas pueden ser ligeramente arqueadas y llevar, con esto, la vista hacia el centro de la acción. De hecho, con mayor número de localidades que cualquier estadio moderno, este diseño sitúa al conjunto de espectadores lo más cerca posible del terreno de juego.

El estadio consta de dos anfiteatros, constituidos por: palcos, asientos reservados, palcos de preferencia y asientos de general.

CONFIGURACION

El campo de beisbol es más amplio y de diferente forma que el de rugby, lo que se aprovechó para retirar 6.000 de los asientos adicionales de la configuración de rugby y almacenarlos bajo las tribunas permanentes. Los 9.000 asientos restantes se ocultan mediante pantallas audiovisuales. Estas desaparecen bajo el borde de la cubierta, al mismo tiempo que se sacan los 6.000 asientos para la configuración de rugby.

El sistema de pantallas audiovisuales sirve no sólo para ocultar los asientos sobrantes, sino para, al mismo tiempo, poder ofrecer otros espectáculos en el estadio.

Dos amplios marcadores de beisbol, que van montados sobre pistones hidráulicos, se alzan por fuera de las tribunas y tapan los asientos inferiores.

Los de las tres filas superiores aparecen ocultos por tres enormes pantallas cinematográficas de 15 x 37,5 metros, de aluminio perforado, reforzadas por una estructura de aluminio ligero, y que se bajan desde su posición de almacenaje en la cubierta. Las cabinas de proyección se sujetan a la cara inferior de la cubierta opuesta a cada pantalla, de las cuales la central puede ser usada para retransmisiones televisivas en directo. Se trata de una de las más amplias instalaciones de tal tipo en el mundo, y de carácter único.

DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

El estadio se encuentra en línea con el estadio John F. Kennedy y el nuevo Arena, en la esquina suroeste de un terreno limitado por cuatro calles.

El aparcamiento, capaz para unos 6.000 coches, se realiza el norte, existiendo al noroeste espacio para 200 ó 300 autobuses.

Sobre la periferia del estadio existe un podio elevado, de 9 m de ancho, que conduce a los espectadores desde las zonas de aparcamiento y desde las calles, hasta la tercera planta de la general principal en el interior del estadio, y desde aquí, a las demás zonas del mismo; bajo dicho podio se encuentra un camino y aparcamiento para los equipos, personalidades, prensa y radio; también se realiza, por debajo de él, el acceso al campo de los vehículos de servicio.

La entrada principal al estadio se halla frente a una de las avenidas y en eje con el Arena. Dispone de otras siete entradas adicionales que conducen directamente a la rampa y al conjunto de escaleras. En total hay 16 series de rampas, 15 escaleras mecánicas, tres ascensores y un montacargas. Las rampas tienen una anchura y disposición tal que permiten a los vehículos motorizados de servicio llegar hasta su nivel respectivo. En el primero, una calzada interna rodea al edificio por completo y facilita, por tanto, a los camiones de reparto su acceso a las principales zonas de servicio.

Cada planta dispone de aseos para caballeros y señoras, de forma fácilmente accesibles desde las localidades y profusamente distribuidos por el estadio.

En la cuarta planta se han dispuesto unas instalaciones muy completas para los medios informativos y, además, se habilitó espacio para el club del estadio y para las oficinas de los equipos. El resto fue adaptado para habitaciones privadas y otras instalaciones.

Los vestuarios, duchas y dependencias para entrenamientos, tanto para los equipos propietarios como para los visitantes, se distribuyen en el primer nivel junto al campo.

ESTRUCTURA BASICA

La cimentación y la parte del edificio, desde el nivel uno hasta el nivel tres, son de hormigón armado. La superestructura, desde el nivel tres hasta la cubierta, es de acero. Los forjados están constituidos a base de placas de hormigón, prefabricadas, con un terminado superficial in situ, mientras que las filas de asientos están formadas por elementos escalonados de hormigón.

Los pilares exteriores son de planchas de acero pintado, sosteniéndose la estructura completa sobre pilares de hormigón y de madera.

POSIBILIDADES PARA LA CUBIERTA

La transición de un estadio normal descubierto a uno que tenga una cubierta fija o móvil, implica que el proyecto refleje un medio ambiente totalmente diferente.

Las diferencias propias del caso se pueden estimar en los siguientes puntos:

- 1.º Calcular la estructura y la cimentación para que resistan el peso y el esfuerzo impuestos por la cubierta.
- 2.º Calcular un sistema de ventilación y aire acondicionado que mantengan un adecuado nivel de confort en cualquier estación del año.
- 3.º Calcular una instalación eléctrica capaz de proporcionar la iluminación y potencia necesarias.
- 4.º Disponer una superficie de terreno de juego prefabricado, para sustituir al césped natural.
- 5.º Procurar un tipo de localidades que ofrezcan un nivel de confort de más alta calidad que el estadio abierto convencional.
- 6.º Conseguir, por medios acústicos, un nivel de ruido de proporciones razonables, en el espacio cubierto.

FINALIDAD Y OBJETIVO

El propósito del estudio preliminar fue examinar la posibilidad práctica y económica de proyectar y construir una estructura de cubierta, de 240 m de luz, que en el momento actual es la más amplia existente en el mundo. Se revisaron diferentes sistemas estructurales y materiales, desde el punto de vista de la posibilidad, seguridad y coste del conjunto. Dicho estudio indicó que las dimensiones consideradas caían dentro del campo de aplicabilidad de las estructuras curvas reticuladas o tipo bóveda. Se determinó que, por extrapolación de los conocimientos y experiencias actuales a las dimensiones propuestas en el estadio de Filadelfia, podría establecerse un proyecto preliminar con un alto grado de seguridad.

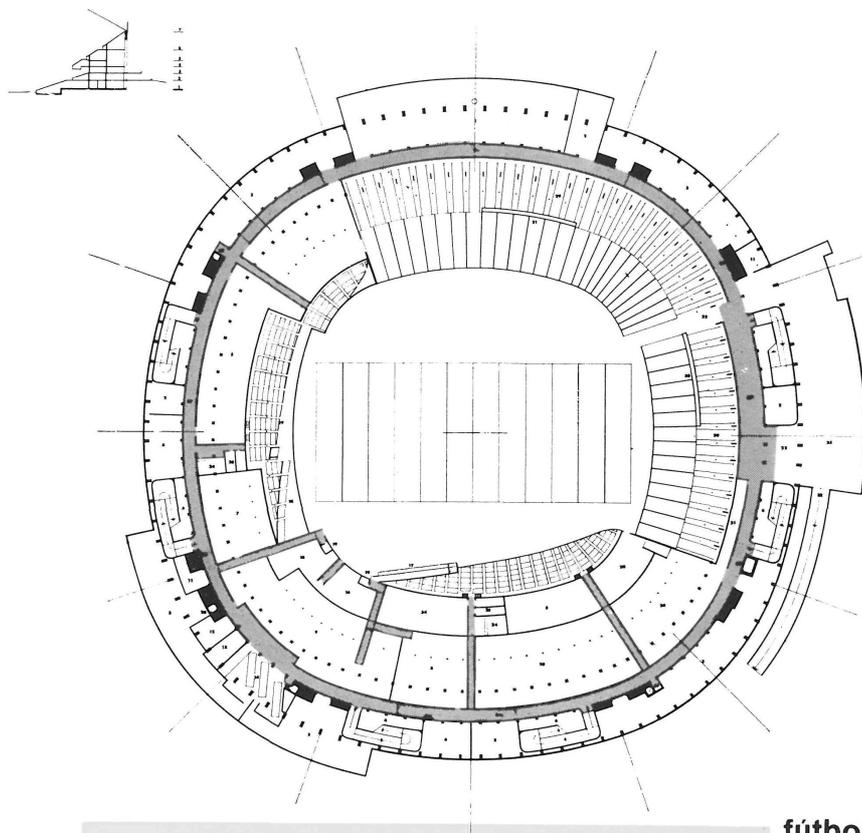
CONFIGURACIONES POSIBLES

Se estudiaron tres tipos básicos de la estructura de la cubierta:

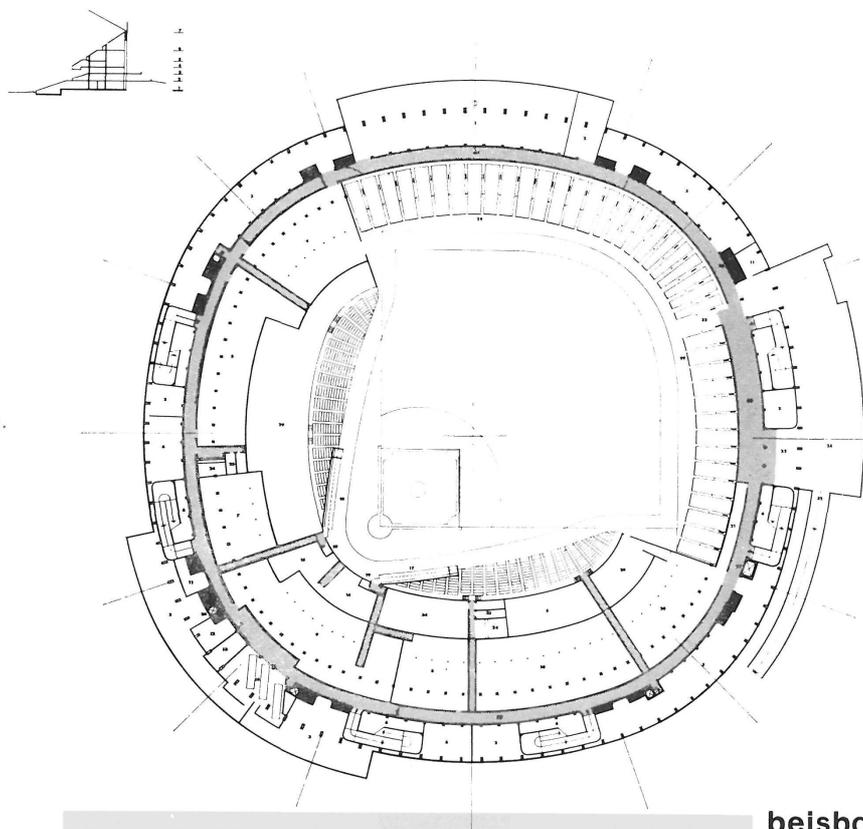
- A) Bóveda fija.
- B) Bóveda fija, con una parte hinchable de 120 m de diámetro.
- C) Bóveda fija, con una parte retráctil de 120 m de diámetro.

Posibilidad A): Se define como una bóveda reticulada de acero, construida y soportada permanentemente sobre la subestructura del estadio.

primera planta



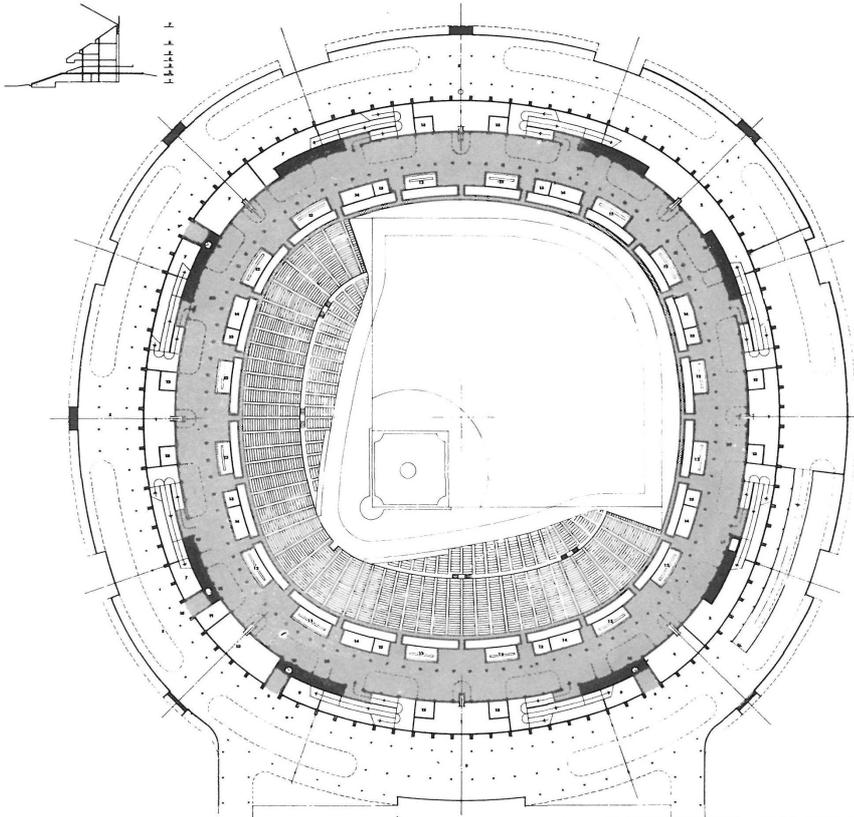
fútbol



beisbol

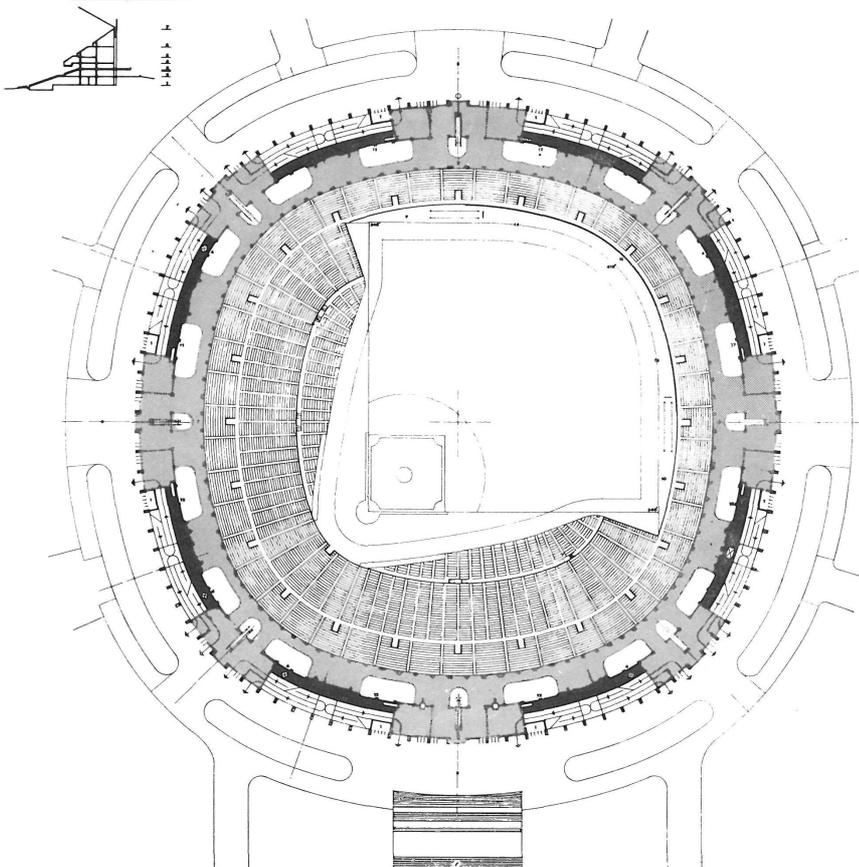
1. Máquinas.
2. Transformador (electricidad).
3. Ventiladores.
4. Tiendas.
5. Uso vario.
6. Almacén.
7. Guardarropa (visitantes baseball).
8. Guardarropa (visitantes fútbol).
9. Guardarropa (phillies).
10. Guardarropa (eagles).
11. Basuras.
12. Primeros auxilios.
13. Estudio TV.
14. Garaje TV.
15. Guardarropa (policia).
16. Vigilantes.
17. Refugio (phillies).
18. Refugio (visitantes baseball).
19. Aseo.
20. Comisaría.
21. Oficinas.
22. Recepción.
23. Muelle de carga.
24. Uso vario.
25. Aseos públicos.
26. Tolva de basuras.
27. Montacargas.
28. Ascensor.
29. Almacén de sillas plegables.
30. Almacén.
31. Almacén.
32. Camiones.
33. Público.
34. Cintas.

plantas



1. Vendedores.
2. Guardarropa (porteros).
3. Guardarropa (empleados).
4. Billetes (eagles).
5. Estacionamiento (personalidades).
6. Entrada (eagles).
7. Uso vario.
8. Entrada (phillies).
9. Espera (esposas de jugadores).
10. Billetes (phillies).
11. Policía.
12. Uso vario.
13. Aseo (señoras).
14. Aseo (caballeros).
15. Entrada para la prensa.
16. Entrada.
17. Montacargas.
18. Ascensor.
19. Tolva de basuras.
20. Público.

segunda



1. Billetes.
2. Venta anticipada de billetes.
3. Uso vario.
4. Ascensor.
5. Montacargas.
6. Tolva de basuras.
7. Público.
8. Paseo.
9. Jugadores (phillies).
10. Entrenadores.
11. Jugadores.
12. Almacén.
13. Defensa.

tercera

Posibilidad B): Es una estructura similar a la anterior, con una abertura circular interior de 120 m de diámetro, en la que se inserta una cubierta hinchable. A ésta se la denomina «móvil» para significar que puede ser movida y almacenada, a fin de extenderla en ciertos períodos de tiempo.

Posibilidad C): Es un concepto similar al anterior, excepto que la sección abierta consta de una estructura retráctil de acero, capaz de realizar rápidas y frecuentes aperturas o cerramientos por medios mecánicos o hidráulicos.

Además de las tres posibilidades anteriores, se estudiaron ciertas consideraciones para prever en el futuro:

- 1) Previsión para hacer construir la subestructura del estadio y erigir la posibilidad A) en una fecha posterior.
- 2) Previsión para hacer construir la posibilidad B) y transformarla más tarde en la posibilidad A).



GEOMETRIA Y DIMENSIONES

La planta de la cubierta consta de cuatro cuadrantes idénticos, cada uno formado por dos arcos circulares. La bóveda tiene un diámetro máximo de 240 m, y el mínimo es de 227 m. La altura de la misma es de 30,5 m y su espesor de 1,5 m. El área total cubierta por la bóveda es de 42.730 m², mientras que la superficie de la cubierta se aproxima a los 45.640 m².

La planta de la cubierta presenta importantes implicaciones sobre el análisis y proyecto de la estructura, así como sobre la elaboración y ejecución de sus elementos. Dado que el sistema estructural consta de elementos radiales y circulares, existe implícita en su geometría una variación de los elementos radiales adyacentes, que no ocurriría si toda la superficie de la bóveda fuera la de un casquete esférico. Los elementos radiales son parabólicos en su plano vertical, y ortogonalmente a ellos están situados los elementos circulares equidistantes. Otro importante condicionante geométrico al proyecto, es el comportamiento complejo del anillo de tensiones no circular de la base de la bóveda.

La estructura se calculó teniendo en cuenta las sobrecargas, el peso propio, la acción del viento y las variaciones de la temperatura.



SISTEMA DE ARMADURA EN LA POSIBILIDAD A)

El sistema de armadura seleccionado se conoce con el nombre de Cúpula Schwedler y consiste, en este caso, en elementos radiales y circulares atirantados de 1,5 m de espesor. Bajo sobrecarga y peso propio uniformes, el sistema permanece en equilibrio sin elementos adicionales. El empuje horizontal en los soportes es resistido por un doble anillo de tensión atirantado, que resuelve además el problema de su forma no circular. Este anillo está soportado sobre planchas lubricadas a fin de absorber los desplazamientos horizontales.

SISTEMA DE ARMADURA EN LA POSIBILIDAD B)

Este sistema es similar al anterior, así como los métodos de análisis y diseño. Su geometría difiere en el hecho de tener una abertura circular, de 120 m de diámetro en el centro, en la cual se inserta la estructura hinchable; el cerramiento de la abertura contiene un anillo de compresión para resistir la acción de aquélla. El proyecto prevé una estructura permanente de acero sobre la abertura central.

La cubierta hinchable consiste en una lona de fiberglass o nylon, de forma circular, contenida en un envase, hecho de cables reforzados, que está, por sí mismo, bajo presión constante. La estructura se hincha por aire a muy baja presión —corresponde a 2,5 cm de agua—, la cual es suficiente para proporcionar la necesaria rigidez en las condiciones extremas de lluvia y viento, aunque es necesario insuflar aire caliente a fin de evitar la acumulación de nieve en la cubierta. Para mantener la sobrepresión están previstos ventiladores dobles conectados por conductos a la envuelta sobrepresionada.

La cubierta se puede deshinchar y ocultarla bajo la estructura de la parte fija; esta operación puede ser realizada aproximadamente en 24 horas.

El sistema de cubierta hinchable ofrece ventajas: poco peso, simplicidad de estructura e iluminación natural, por ser translúcida. Como desventajas se pueden citar: largo período de tiempo necesario para abrirla o cerrarla y la necesidad de reemplazarla periódicamente cada 5 años.

SISTEMA DE ARMADURA EN LA POSIBILIDAD C)

Consiste en una cubierta con geometría similar a la anterior, que incorpora la previsión de una estructura de acero, retráctil, sobre la abertura del centro. La estructura móvil de acero es soportada sobre las partes

fijas de la cúpula y consiste en una serie de segmentos volados, de 61 m, que pueden ser enrollados en dirección radial.

Los estudios llevados a cabo sobre este sistema indican que el peso de la cubierta es aproximadamente el doble que el de la posibilidad A).

CONCLUSIONES

- 1.º El diseño preliminar y evaluación indicaron que era factible construir una cúpula fija de 240 m de diámetro. Las estimaciones indicaron que su peso era consecuente con sus dimensiones y comparables a similares estructuras de cúpulas de grandes luces.
- 2.º La investigación de la configuración alternada, con una abertura circular central de 120 m de diámetro, indicó que la cantidad de material estructural necesario, por unidad de superficie de cubierta, era ligeramente superior que en el caso anterior, pero las propiedades aerodinámicas de esta configuración no son suficientemente conocidas todavía y, como consecuencia, requeriría variados estudios analíticos y experimentos en túneles de viento.
- 3.º La abertura central de la configuración descrita anteriormente puede ser cubierta con una envuelta sobrepresionada, removible, a base de cables reforzados. Aunque ciertos elementos en la fabricación de este tipo de cubiertas no han sido todavía suficientemente estudiados, podría desarrollarse el sistema basándose en las estructuras existentes parecidas.
- 4.º Una estructura retráctil volada, de acero, aunque técnicamente factible, queda en principio eliminada económicamente, en razón de su peso propio, ya que es casi el doble que el de la primera posibilidad. Podría ser aconsejable, no obstante, en el caso de una muy frecuente utilización del estadio.

AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCION

CUBIERTA FIJA

La intención del sistema propuesto de aire acondicionado es enfriar el espacio en verano cuando haya 55.000 espectadores y calentarlo en invierno para los 65.000. Para poder cumplir esta finalidad deben ser considerados los siguientes requisitos: la estratificación, particularmente en invierno; la eliminación del humo del tabaco; el control de la temperatura; sistemas de distribución del aire; el ruido debe ser mantenido dentro de límites aceptables; el sistema de distribución del aire debe lograr un movimiento del mismo que proporcione la mejor ventilación y confort posibles; y sistemas automatizados en lo posible.

CUBIERTA RETRACTIL ABIERTA

La refrigeración no será satisfactoria, a causa de: la condensación en los orificios de salida del aire; las condiciones de humedad; y que la temperatura no puede ser mantenida satisfactoriamente.

La calefacción puede ser aceptable, aunque un poco insuficiente.

Con ventilación mecánica se pueden proveer condiciones satisfactorias, con objeto de conseguir la humedad relativa deseadas. La ventilación natural, sin embargo, sería insatisfactoria y con problemas para la eliminación del humo.

CUBIERTA RETRACTIL CERRADA

En todas las estaciones se puede conseguir un acondicionamiento satisfactorio, si se dispone de un tiempo razonable para la estabilización de las condiciones de temperatura y humedad, después que la cubierta ha sido cerrada.

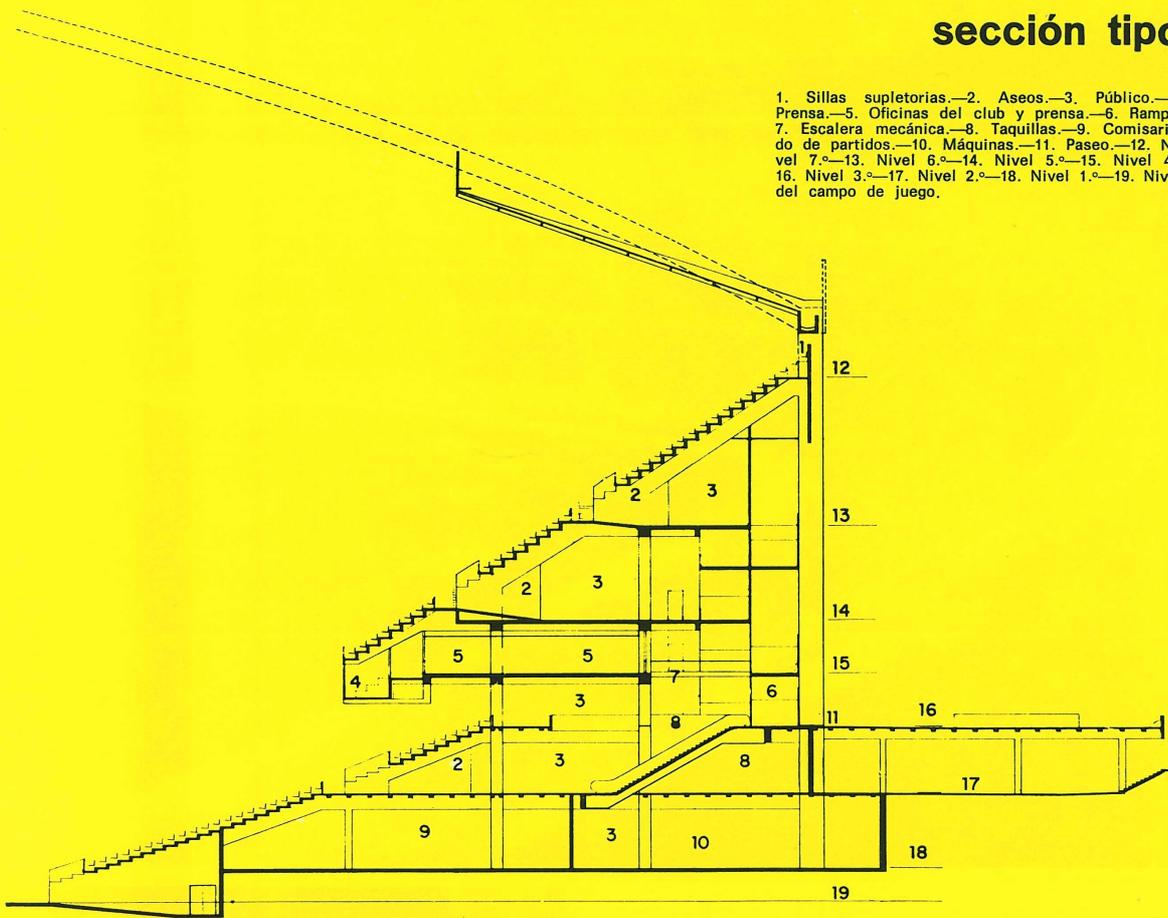
CONCLUSION

Con la cubierta en la posición abierta, la refrigeración no se considera posible, la calefacción sería inferior a la satisfactoria, y la ventilación sólo sería aceptable unos pocos días al año.

Con la disposición cerrada no habría dificultades, después del tiempo necesario para estabilizar las temperaturas; este tiempo depende de varios factores, pero puede ser fijado en unas 24 horas, más o menos.

sección tipo

1. Sillas supletorias.—2. Aseos.—3. Público.—4. Prensa.—5. Oficinas del club y prensa.—6. Rampa.—7. Escalera mecánica.—8. Taquillas.—9. Comisariado de partidos.—10. Máquinas.—11. Paseo.—12. Nivel 7.º—13. Nivel 6.º—14. Nivel 5.º—15. Nivel 4.º—16. Nivel 3.º—17. Nivel 2.º—18. Nivel 1.º—19. Nivel del campo de juego.



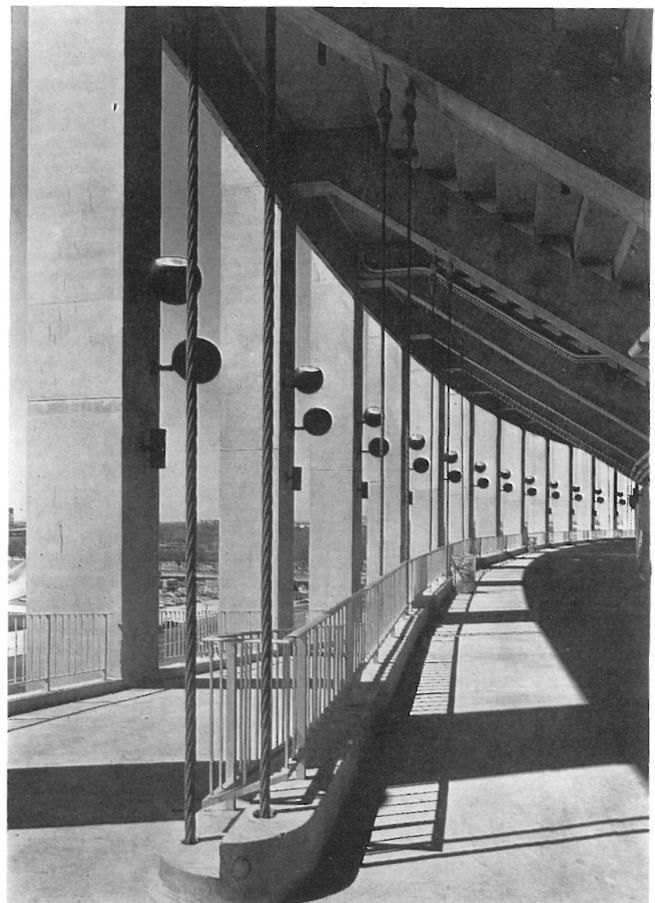


CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LAS POSIBILIDADES DE LA CUPULA

Los estudios llevados a cabo dieron como resultado:

- 1.º Una cúpula fija del tamaño requerido era factible y su coste razonable, con clima adecuado, tanto en invierno como en verano.
- 2.º Una cúpula con una abertura central de 120 m de diámetro, con un sistema de elementos retráctiles volados, de acero, no parecía, en principio, económica y no era fácil de acondicionar en los meses de calor.
- 3.º Una estructura removible, inflable, parecía posible de realización y económica. Sus cualidades de durabilidad son dudosas. Los problemas del aire acondicionado son los mismos que en el caso anterior.

Fotos: JONATHAN GREEN y LAWRENCE S. WILLIAMS INC.



EXPRESION ARQUITECTONICA

El exterior del estadio está formado por un conjunto simple de vigorosos pilares que rodean su perímetro y que soportan una gran cornisa, sobre la que arranca la cúpula, ascendiendo hasta unos 30,50 m por encima de aquélla.

En el borde de la cubierta, las columnas se rematan con voladizos sobre las tribunas, a fin de soportar la cubierta fija y el anillo de iluminación.

El sistema estructural adoptado, como solución correcta y estéticamente satisfactoria, expresa perfectamente su fin cívico.

résumé

Stade polysportif à Philadelphie - Etats-Unis

Architectes associés Hugh Stubbins

Ce stade original, même dans sa forme, exigeait la condition de pouvoir adapter, lors des matchs de rugby, 15.000 sièges supplémentaires, qui devaient être cachés durant les matchs de base-ball, circonstance dont on profitait pour d'autres fins.

Pour la conception de la couverture, les auteurs ont étudié bien à fond trois alternatives:

- couverture fixe;
- couverture avec une section intérieure transportable;
- couverture avec une section intérieure coulissante.

Il a de bonnes communications, des accès et tout type d'installations tant pour les joueurs et spectateurs que pour le personnel de la presse, de la télévision, etc.

Son ossature est mixte: en béton armé des fondations au troisième niveau, et en acier du troisième niveau à la couverture. Ceci étant la solution la plus économique parmi celles qui ont été étudiées.

summary

Sports Stadium in Philadelphia U.S.A.

Architects Associates Hugh Stubbins

This original stadium, including its shape, required the condition of being able to adapt 15,000 additional seats for football, which had to be hidden during the baseball games, such circumstance being taken advantage of for other purposes.

When making the project for the roof, three alternatives were studied thoroughly:

- Fixed roof;
- Roof with a transportable inside section;
- Roof with a sliding inside section.

It has good communications, accesses and all kinds of installations, both for players and spectators as well as for specialized personnel: press, TV, etc.

Its structure is mixed, with reinforced concrete from the foundations to the third floor, and from this point to the roof, in steel. This was the most economical of the solutions studied.

zusammenfassung

Mehrzwecksporstadion in Philadelphia - U.S.A.

Architekten Mitarbeiter Hugh Stubbins

Dieses selbst in seiner Form originelle Stadion hatte die Bedingung zu erfüllen, 15.000 zusätzliche Plätze für Rugby-Veranstaltungen zu schaffen, die während der Baseballspiele unsichtbar bleiben sollten. Dieser Umstand wurde für andere Zwecke genutzt.

Bei der Planung des Daches wurden drei Alternativen sehr gründlich untersucht:

- ein festes Dach;
- ein Dach mit transportablem Zwischenstück;
- ein Dach mit Schiebeinsatz.

Es sind gute Verbindungen und Zufahrten vorhanden und jegliche Art von Einrichtungen sowohl für die Sportler und die Zuschauer als auch für das spezialisierte Personal: Presse, Fernsehen, usw.

Es handelt sich um eine Mischbauweise. Von den Gründungen bis zum dritten Geschoss besteht das Gebäude aus Stahlbeton und vom dritten Geschoss bis zur Decke aus Stahl. Diese war die wirtschaftlichste der in Erwägung gezogenen Lösungen.