



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Pabellones polideportivos de tamaño medio:
tecnología, construcción y sostenibilidad

Autor/es

Ángel Cardiel Valiente

Director/es

Fernando Kurtz Rodrigo
Belinda López Mesa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2015

Resumen:

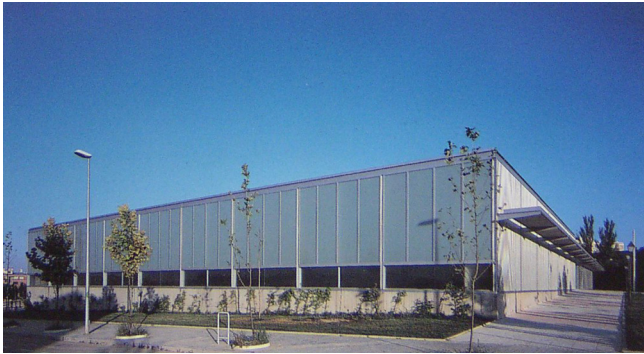
En el presente trabajo se realiza un análisis de los pabellones polideportivos de tamaño medio. Se estudian los aspectos más relevantes en el diseño y construcción de un edificio de esta tipología. Para ello nos centraremos en la descripción de seis pabellones que a continuación enunciaremos, comparando las diferencias entre ellos y sus características comunes. Se limita la búsqueda de estos ejemplos a los últimos 15 años en territorio español, incluyendo algunos edificios anteriores que forman parte de la historia, o algunos otros referentes extranjeros.

La primera parte trata sobre la evolución histórica de algunos edificios deportivos hasta llegar a los primeros pabellones polideportivos a cubierto. A continuación, se analizan los diferentes tipos de pabellones y las características que deben reunir cada uno de ellos. Asimismo se estudian las implantaciones urbanísticas e impacto sociológico, profundizando en las consecuencias que conlleva la implantación en un lugar determinado, como lo transforma y a que usos pueden vincularse.

Se estudian los elementos y métodos constructivos llevados a cabo para diseñar los diferentes pabellones, cobrando especial relevancia la estructura del edificio y la envolvente. Uno de los aspectos importantes en el diseño de este tipo de edificios es el consumo energético, por lo que se realiza un estudio de los diferentes parámetros a tratar. Igualmente, se recojen algunas de las nuevas tecnologías que se podrían implantar para la mejora energética de esta tipología edificatoria.

Para finalizar, se realiza un análisis en profundidad de uno de los pabellones seleccionados (Pabellón de la Universitat Jaume I de Castellón). Se analizan todos los elementos tratados en el trabajo, desarrollando las diferentes opciones tomadas a la hora de diseñarlo, y sus implicaciones.

Este trabajo está confeccionado como un documento base que puede servir a las personas que se planteen desarrollar la construcción de un pabellón polideportivo de tamaño medio. Aglutina los aspectos básicos formales, históricos y constructivos necesarios a la hora de plantearse este diseño.



Centro deportivo Valdemoro

María Fraile y Javier Revilla

1992

Valdemoro (Madrid)



Escuela y polideportivo en Montgat

Moises Gallego / Franc Fernández y Riera, Gutierrez i associats

1997

Montgat (Barcelona)



Polideportivo universidad Jaume I de Castellón

Basilio tobías

1999-2002

Castellón de La Plana

Polideportivo en Guntín

Carlos Quintáns y C. Crespo A. Raya

2001

Guntín (Lugo)



Pabellón de Olí

Jaume Terés Armillas

2003-2009

Olí (Lleida)



Polideportivo en Palafolls

Alcolea + Tàrrago arquitectos

2007

Palafolls (Barcelona)



Índice

1. Introducción

1.1 Evolución histórica	9
1.2 Pabellones en España	12

2. Aspectos generales del proyecto

2.1 Aspectos tipológicos y sociológicos	15
2.2 Programa de usos y necesidades	17
2.3 Relación con otros usos	19

3. Tecnología y construcción

3.1 Pista	25
3.2 Zonas anexas	28
3.3 Graderíos	30
3.4 Elementos auxiliares	32
3.5 Estructura de la cubierta	34
3.6 Envolvente del edificio	37

4. Instalaciones, eficiencia energética y sostenibilidad

4.1 Condiciones ambientales y climatización	43
4.2 Soluciones materiales	45
4.3 Orientación e iluminación	47
4.4 Tratamiento acústico	49
4.5 Medidas de ahorro e innovación material	51

5. Aplicación a un caso concreto

5.1 Aspectos generadores del proyecto	55
5.2 Tecnología y construcción	57
5.3 Tratamiento material y sostenibilidad	60
5.4 Documentación gráfica	62

6. Conclusiones

Bibliografía

1.1 Evolución histórica

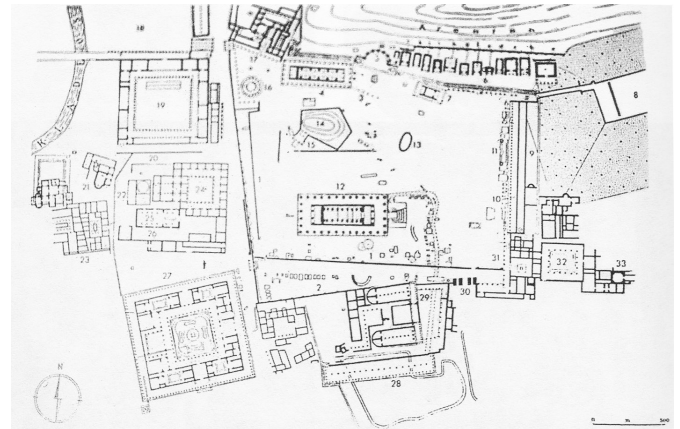
El deporte ha sido una actividad muy importante a lo largo de la historia, y lo sigue siendo a día de hoy, incluso incrementándose este interés en la actualidad. El ser humano siempre se ha sentido atraído por la actividad física, tanto para practicarla, como en su visualización como ocio.

En la primera parte del trabajo se propone realizar una mirada al pasado, para estudiar la evolución que se ha producido en la práctica del deporte, así como en las edificaciones destinadas a ello.

Las primeras informaciones constatadas que han llegado hasta la actualidad datan de la Antigua China, sobre el año 4000 a.C. donde gracias a algunos monumentos de la época dedicados a emperadores podemos suponer que realizaban una importante diversidad de deportes. También existen indicios de la práctica de actividades deportivas en las culturas egipcia y persa.

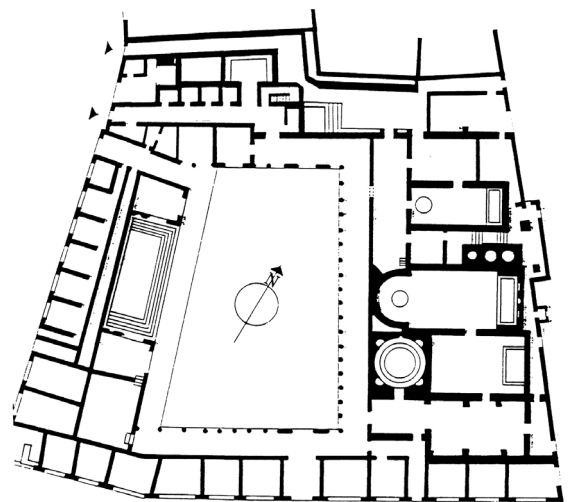
Cabe destacar los juegos de pelota desarrollados en México antes de la llegada de los europeos, y por los jinetes persas y tibetanos que fueron los primeros en jugar al polo. Estos deportes aunque eran practicados hace miles de años, han perdurado hasta nuestros días gracias a la práctica posterior por parte de otras culturas, a la conservación de algunos de estos terrenos de juego y sus características.

La primera gran eclosión en el mundo del deporte surge en la Antigua Grecia, con la aparición de los primeros Juegos Olímpicos en la ciudad de Olimpia en el año 776 a.C. que se desarrollaban cada cuatro años hasta el año 394 d.C. De aquella época encontramos algunos gimnasios y palestras, los primeros espacios deportivos a cubierto., edificios que utilizaban los atletas para ejercitarse durante los meses de invierno. M.L. Vitrubio en los Diez Libros de Arquitectura describe la forma de construir dichos edificios. Estos gimnasios, además de instalaciones deportivas, eran puntos de reunión de grandes filósofos como Platón o Aristóteles.



1_01 Ciudad de olimpia

Este desarrollo de espacios deportivos continúa, aunque no de una forma tan importante, en la Antigua Roma con las Termas, grandes y poderosos espacios arquitectónicos que combinan el mundo del agua, de la cultura y del ejercicio físico. También se construyen grandes anfiteatros para realizar espectáculos que requieren actividad física, aunque no pueden considerarse completamente un deporte, por motivos éticos.



1_02 Termas de Stabies. Pompeya, Siglo II a.C.

Después de un periodo de decadencia, durante las invasiones de los pueblos bárbaros, el deporte vuelve a resurgir en la Edad Media. La mayoría de las actividades físicas se desarrollaban al aire libre, a excepción de la esgrima, la lucha y los juegos de pelota que requerían de un espacio a cubierto.

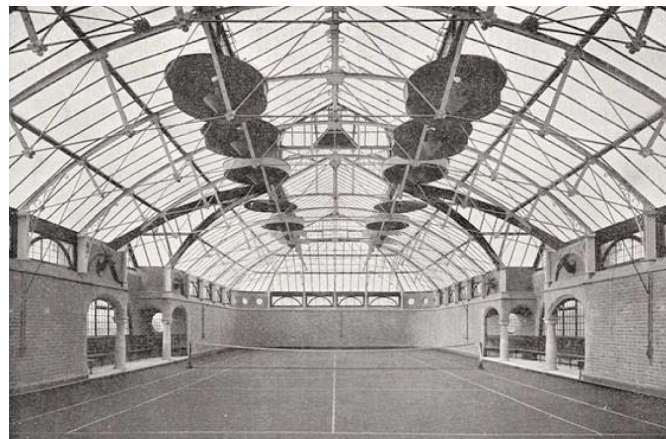
Los espacios que mejor cumplían con los requisitos para estos usos eran las salas polivalentes de los castillos y fortalezas, aunque se llegaron a utilizar incluso los fosos que protegían las ciudades.

Los primeros que intentan poner de relevancia la Educación Física son los Humanistas del Renacimiento, mediante la difusión de las teorías de la gimnasia del mundo clásico. Los palacios de la nobleza tenían en su interior las salas que se usaban para el desarrollo de estos deportes. Se desarrolló un nuevo modelo de enseñanza en el que además de clases científicas, también se impartían clases físicas, obteniendo éstas gran relevancia. El deporte empieza a organizarse, creándose las primeras normativas y reglamentaciones.

Durante El Siglo de las Luces, los espacios deportivos se empezaron a vincular a localizaciones especializadas, donde se practicaban los deportes de modo competitivo, destacando el juego de la palma. Esta nueva reglamentación provocó que grandes arquitectos como Claude Nicolas Ledoux a través de la imaginería arquitectónica o Jean Nicolas Louis Durand en sus libros escriban sobre el método para proyectar estos edificios.

A principios del siglo XIX (sobre el año 1830) se produjo un despertar de la actividad deportiva, apareciendo nuevos deportes (bádminton, baloncesto, voleibol, gimnasia, tenis...) que precisaban de un espacio a cubierto para su correcta práctica durante todo el año. Este incremento se produjo por el dinamismo de la cultura inglesa, promovida sobre todo por parte de la aristocracia y de la burguesía, que iniciaron un proceso de reglamentación de todos estos deportes. Esta gran difusión se fomentó en los colegios y universidades, donde se empezó a dar importancia al mundo del deporte.

En el año 1896 tuvo lugar en Atenas la primera celebración de los Juegos Olímpicos Modernos. Inicialmente, esta actividad deportiva se relacionó con las exposiciones internacionales, construyendo grandes edificios según las pautas de la nueva arquitectura, con técnicas y materiales innovadores, como el acero y el vidrio.



1_03 Campo de tenis con cubierta de cristal, según el sistema Eclipse. Wigtwick (Inglaterra).

La continuidad de la práctica deportiva durante el final del siglo XIX y el principio del siglo XX conlleva la diversidad y especialidad de los distintos espacios destinados a la práctica deportiva.

Podemos clasificar las instalaciones deportivas a cubierto en los siguientes tipos¹:

1. **Gimnasios:** se desarrolla la educación física y un nuevo concepto de higiene y mantenimiento físico.



1_04 Gimnasio del colegio Maravillas, Alejandro de la Sota. Madrid, 1962.

¹ Clasificación realizada por Cándido López González en el libro "El espacio deportivo a cubierto. Espacio y Forma."

2. **Pabellones polideportivos:** dimensionado en función de los deportes que han de practicarse, así como del número de espectadores del mismo.



1_05 Complejo deportivo en Carrer Perril, J. Bach, G. Mora y R. Brufau. Barcelona, 1984.

4. **Equipamientos multideportivos:** espacios deportivos que desempeñan un papel de centro social o de ocio deportivo.



1_07 Palestra Can Dragó, M. Espinet y A. Ubach. Barcelona, 1987-1990

3. **Palacios de deporte:** grandes espacios que, además de la mayor parte de deportes, también pueden acoger espectáculos sociales y manifestaciones culturales.



1_06 Palacio de deportes Badalona, Esteve Bonell y Francesc Rius. Badalona, 1987-1991.

5. **Salas especializadas:** espacios en los cuales se practica una actividad deportiva específica de una manera permanente.



1_08 Fronton recoletos, Secundino Zuazo y Eduardo Torroja. Madrid, 1935.

1.2 Pabellones en España

España no tuvo el mismo interés por el mundo del deporte que las grandes potencias mundiales del momento (Francia, Alemania, Reino Unido o Estados Unidos), pioneras en la construcción de infraestructuras deportivas.

Durante los primeros años del siglo XX se produjo un rápido crecimiento de construcciones deportivas, destacando la aparición de gimnasios en prácticamente todas las grandes ciudades españolas. Estos gimnasios iban frecuentemente ligados a un espacio educativo, como colegios y universidades, donde se empezaron a impartir clases de educación física con asiduidad. Se fomentó el uso de estas instalaciones por parte de los alumnos, pero también por parte del resto de la sociedad en los horarios extraescolares.

Le Corbusier en la década de los años 20 ya expresó su interés por el desarrollo y creación de instalaciones deportivas: "La práctica del deporte debe de ser accesible a todo habitante de la ciudad. El deporte debe de hacerse al mismo pie de la casa"².

Después de la guerra civil española (1936-1939), se produjo un exceso de rigideces y controles en el ámbito deportivo, al igual que en el económico y social. El escaso número de espacios deportivos construidos, unido a la asociación de la organización del deporte al Movimiento, impidieron su desarrollo.



1_09 Pabellón de Garrucha, ELAP Arquitectos. Garrucha (Almería), 2012.

2 Le Corbusier. La ciudad del futuro 2ª edición en castellano. Infinita, 1971, p.122.

Los Planes de Estabilización y Desarrollo de finales de los años 50 y principios de los 60 produjeron un cambio cultural, social y económico, que influyó en el aumento de construcciones de espacios deportivos. Los grandes Palacios de Deporte empezaron a surgir durante los años 50, mientras que los pabellones polideportivos lo hicieron a partir de la década de los 60.

En Aragón, ese boom se produjo posteriormente, concretamente entre los años 1983-1987. Durante esos años se llevaron a cabo la construcción de buena parte de los equipamientos deportivos con los en la actualidad contamos. Fue un tiempo de gran bonanza económica, lo que permitió al gobierno de la comunidad poder financiar la construcción de todos estos edificios. A esto se añadió la idea de que todos los pueblos o barrios de ciudades, por pequeños que fueran, tenían que tener su propio pabellón polideportivo y su propia piscina pública. A todo esto se suma la construcción de pabellones privados.



1_10 Pabellón Príncipe Felipe, Fernando Ruiz de Azúa. Zaragoza, 1990.



1_11 Pabellón siglo XXI, Fernando Ruiz de Azúa. Zaragoza, 2007

2.1 Aspectos tipológicos y sociológicos

Los equipamientos deportivos a cubierto son capaces de alojar la práctica de varias actividades deportivas, algunas de las cuales requieren para su perfecto desarrollo un espacio protegido de las inclemencias del tiempo. Estos espacios también son capaces de acoger puntualmente otros usos como actividades culturales o sociales, poniendo así de relevancia su polivalencia.



2_01 Celebración de una feria en un pabellón.

Estos pabellones destinados al deporte completamente, e incluso en ocasiones han sustituido a los espacios públicos de reunión. Al ser grandes piezas urbanas, que necesitan de unas cualidades urbanas especiales desde el punto de vista de accesibilidad y protagonismo, se convierten en elementos de referencia dentro de la ciudad, en polos de atracción.

Dentro de las reservas urbanísticas de suelo, es una de las partidas más importantes, como defienden Jesús Leal Maldonado y Josefa Rías Ivars: "El equipamiento deportivo tiene un especial interés en el urbanismo ya que se trata de uno de los que más espacio utiliza. El tamaño del suelo reservado al deporte sólo es comparable con el de la enseñanza o las zonas verdes"³.

3 Leal Maldonado, Jesús y Rías Ivars, Josefa. Los espacios colectivos en la ciudad: planificación de usos y servicios públicos. Madrid: MOPU. Centro de publicaciones, 1988, p.161

La necesidad de disponer de una gran extensión de suelo libre para construir los equipamientos deportivos, unido al alto grado de accesibilidad que necesitan, en muchos casos por vía rodada, hace que estos equipamientos tiendan a ser implantados en la periferia de las ciudades. Otro aspecto a estudiar en cuanto a su localización ha de ser la necesidad social en las diferentes zonas de las ciudades.

Desde el punto de vista urbanístico, se debe de adecuar a la trama existente, formada por un grano mucho más fino. Como defiende Elisa Valero Ramos: "El lugar implica muchos condicionantes que lo singularizan, comenzando por la trama urbana, que es el sustrato donde se asienta la arquitectura y que con más fuerza se define"⁴.

Estos edificios se suelen implantar en áreas residenciales incrementándose la calidad de vida, en ocasiones en relación con espacios verdes, complementando la actividad deportiva interior con la exterior en estos espacios naturales. Como transición entre diferentes tejidos urbanos, o en relación con otras actividades complementarias como colegios, universidades...



2_02 Relación con el tejido urbano, Pabellón de Olí.

4 Valero Ramos, Elisa. Ocio peligroso. Introducción al proyecto de arquitectura, p.25

Debido a su gran escala respecto a los espacios contiguos, se les puede considerar en muchos de los casos como hitos, creando nuevas centralidades que sirven como catalizadores de la vida social. Pueden ayudar a resolver problemas urbanísticos como revitalizar espacios en desuso, articular tramas urbanas sin un orden aparente, o reestructurar espacios deportivos ya existentes.

Los pabellones polideportivos tienen un límite bien definido, que sirve para ayudar a organizar las diferentes partes. Se produce una relación muy clara entre interior y exterior que ayuda a cualificar las diferentes zonas, potenciando los espacios anexos al propio edificio.



2_03 Límite, Pabellón de Palafròls.

El deporte como actividad social ha ido creciendo en importancia en los últimos años, implicando la creación de estos espacios, que como ya se ha comentado, sirven para acoger reuniones. Los equipamientos deportivos, además de la función primaria que se les asigna, han de resolver otras actividades secundarias, así como temas urbanísticos y de imagen.

Como hemos visto previamente, a finales del siglo XIX y principios del XX, se produce una explosión de los deportes, especialmente colectivos, que necesitan un espacio a cubierto para su correcto desarrollo. Se consigue crear un marco espacio-temporal concreto en el que se desarrollan diversos deportes con unas delimitaciones y reglas fijas. Desde entonces, los reglamentos se han ido modificando para mejorarlos, pero manteniendo su esencia intacta. De esta forma, se facilita a los

deportistas su realización, y a los espectadores su asistencia.

Durante los años posteriores, se ha realizado una regularización de las normativas de los deportes practicados en el interior de los pabellones polideportivos, elaborándose unos requisitos básicos a cumplir por todos ellos. Dependiendo de los deportes que se vayan a realizar, el edificio deberá de cumplir con requisitos específicos, lo que supone normas y tamaños concretos.

Los pabellones polideportivos, dependiendo de su área de influencia, deben de satisfacer tres necesidades:

- Educación física y deporte escolar
- Deporte recreativo para toda la población
- Deporte federativo de competición

Como criterio general, se deberá intentar que se puedan compatibilizar todos los usos en el mismo espacio, con la intención de optimizarlo. Estos pabellones, pueden satisfacer los requisitos básicos que se imponen a los diferentes centros escolares, ya que estos deben contar entre sus instalaciones o zonas cercanas con un espacios destinados a la realización de actividades.



2_04 Escuela relacionada con el Pabellón de Montgat.

También la población en general cuenta con unos requisitos básicos de m² de pabellones polideportivos por habitante a cumplir en la normativa, dependiendo esta de la zona

demográfica en la que se encuentre, e incluso del clima. Las zonas que cuentan con una previsión de clima más desfavorable, requieren mayor número de pabellones, para poder realizar ejercicio físico a cubierto cuando la meteorología impide realizarlo al aire libre.

En la ciudad de Zaragoza podemos encontrar un pabellón polideportivo cada 17.750 habitantes, siendo una proporción algo superior a la media española que se encuentra alrededor de los 22.000 habitantes por cada pabellón. Dentro de las grandes ciudades de España, cabe destacar a Murcia con un pabellón cada 11.500 habitantes como ciudad con más edificios de este tipo, y a Alicante, como la ciudad con menos espacios deportivos, con un pabellón cada 83.690 habitantes.

2.2 Programa de usos y necesidades

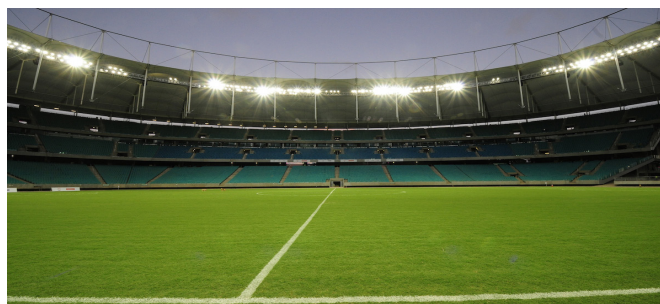
Como ya hemos podido observar en la evolución de los espacios deportivos, se ha ido produciendo una especialización y diversificación de dichos espacios dependiendo de las necesidades de cada uno de ellos.

En las zonas donde no se pueden permitir un espacio para cada uno de los deportes a practicar, se crean espacios capaces de acoger la práctica de varios deportes típicos, seguramente los más practicados en la actualidad.

A continuación vamos a desarrollar los deportes más comunes, con sus respectivas especificaciones técnicas, para ver qué necesidades tiene que satisfacer un pabellón polideportivo en cada deporte.

En la NIDE (Normativa sobre Instalaciones Deportivas y para el Esparcimiento), se recogen las normas a cumplir de los siguientes deportes: bádminton, baloncesto, balonmano, fútbol, fútbol 7, fútbol sala, frontón, pádel, rugby, squash, tenis, voleibol, vóley playa, hockey patines, hockey hierba, atletismo, natación y judo.

De estos deportes, hay algunos que por las dimensiones de su zona de juego es imposible su práctica en un pabellón polideportivo; estos son el hockey hierba, el fútbol y el rugby, que necesitan un campo de césped de unos 100 m de longitud. Tampoco se puede desarrollar el atletismo, ya que las dimensiones de su pista son incluso superiores a las anteriores. Su versión cubierta requiere un espacio más pequeño pero sigue excediendo el tamaño normal de un pabellón.



2_05 Estadio de fútbol.

La natación, por motivos obvios, tampoco se puede realizar en un pabellón polideportivo. Para el desarrollo de la natación se necesita una piscina, ya sea olímpica (50 m de longitud) o semi-olímpica (25 m de longitud). No obstante, algunos pabellones se relacionan con una piscina, para conseguir cumplimentar las actividades, y dar una mayor oferta.



2_06 Piscina, Pabellón Valdemoro.

Otros deportes precisan instalaciones propias por la necesidad de presentar muros fijos en sus límites de dimensiones concretas, lo que impide que en ellos se puedan realizar otras actividades deportivas. Estos deportes son el pádel, el squash, el hockey patines y el frontón.



2_07 Pista de pádel.

2_08 Pista de hockey patines.

La última característica que impide la práctica de algunos de estos deportes en un pabellón es el material de la pista. Concretamente en el judo se usa un tatami como superficie, en el vóley playa se necesita arena que imite la playa, y en el tenis se precisa una superficie que varía entre hierba (como por ejemplo Wimbledon), tierra batida (como por ejemplo Roland Garros) o cemento (como por ejemplo U.S. Open).



2_09 Pista de tierra batida en Roland Garros.

En algunas situaciones, se puede llegar a conseguir modificar el tipo de pista colocando encima el material deseado (por ejemplo cubrir una pista con tierra batida para la celebración de un torneo de tenis). Solo se realiza en situaciones puntuales, puesto que conlleva un gasto económico y de tiempo importante, e impide la práctica del resto de los deportes durante ese tiempo.

Por los motivos mencionados, un pabellón polideportivo estándar puede acoger la práctica de los siguientes deportes:

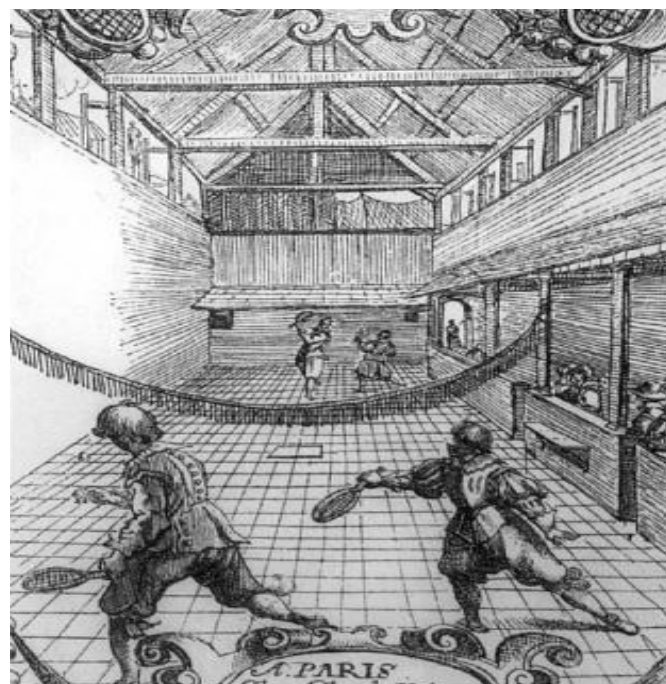
- Fútbol sala
- Balonmano
- Baloncesto
- Bádminton
- Voley

2.3 Relación con otros usos

A pesar de que cada deporte tiene sus necesidades, son similares, lo que permite que un solo pabellón satisfaga los requisitos de numerosas actividades deportivas. Así se consigue una oferta deportiva amplia, aunque, sobre todo en las grandes ciudades, se pueden encontrar espacios dedicados únicamente a un deporte, y completamente adaptados a él.

Como posteriormente veremos, suponemos que la pista es aceptable para todos ellos, si al menos dispone de unas dimensiones suficientes, y el material es perfectamente compatible. Además tiene que tener situadas las líneas que delimitan los diferentes terrenos de juego.

Las zonas anexas son iguales para todos ellos, la entrada, la recepción, los aseos, las gradas, las zonas de circulación... Sin embargo, para planear las dimensiones de los vestuarios se tendrá en cuenta si se trata de deportes individuales o colectivos y cuantos deportistas componen el equipo. Si son diseñados para equipos, pueden ser utilizados por deportistas individualmente.



2_11 Juego de pelota real. París, 1632.

En el siglo XIX se produce un resurgir de la actividad deportiva, debido al impulso dado desde los colegios y universidades. Se implanta la educación física como obligatoria, y se crean pabellones para realizarla.

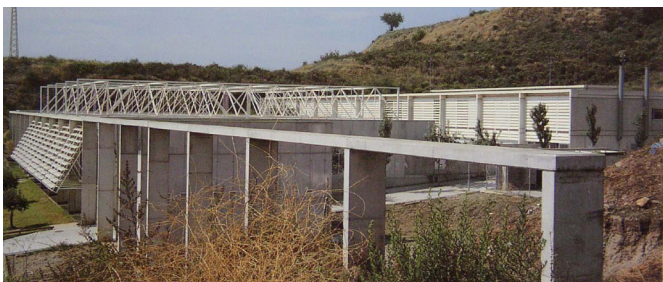
En la actualidad se ha ido diversificando estas relaciones, pudiéndose usar para función docente, como colegios o universidades, otro uso deportivo, como piscinas o campos de fútbol, o ser edificios aislados.

Igual que sucedía en la Inglaterra del siglo XIX, el pabellón de Basilio Tobías en Castellón sirve de espacio complementario para una universidad. Así consigue una mayor calidad en la educación permitiendo nuevas enseñanzas relacionadas con el deporte. El pabellón debe de seguir las normas marcadas por la universidad, estando condicionado incluso el material utilizado para la fachada.



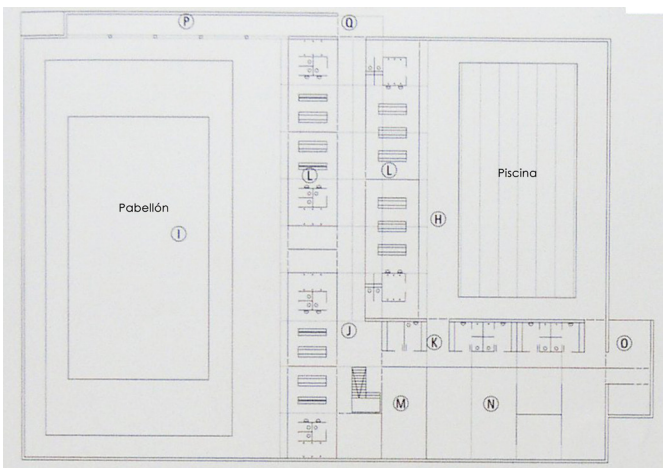
2_10 Vestuarios.

Otro ejemplo de relación con usos académicos es el pabellón en Montgat, aunque en este caso es con una escuela. La relación entre los dos edificios condiciona la construcción del pabellón. Ambos se construyen a la vez pero por despachos de arquitectos diferentes, por lo que tienen que mantener una gran coordinación para que quede un proyecto único.



2_12 Relación entre edificio, Montgat.
(Izquierda: Pabellón, Derecha: Escuela)

Varios pabellones se relacionan con otros espacios deportivos, sin llegar a ser equipamientos multideportivos, que sería otro tipo de edificio según la clasificación previa. Uno de estos ejemplos es el pabellón de Valdemoro, que combina dicho uso con una piscina, ampliando así la oferta deportiva. Para la realización de estos deportes, además del espacio específico, se necesitan una serie de zonas anexas, como por ejemplo vestuarios o gradas que pueden llegar a ser comunes a los dos.



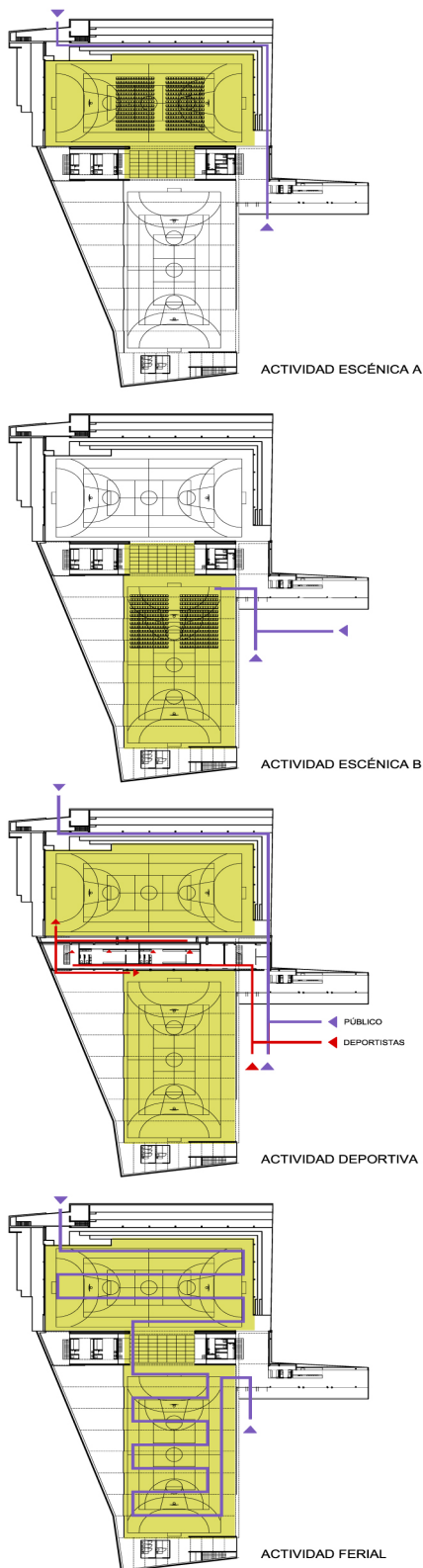
2_13 Planta, Pabellón de Valdemoro.

Otro pabellón que sirve para potenciar un espacio deportivo es el de Pallafolls, en este caso nos encontramos con un edificio que prolonga su cubierta varios metros fuera del propio edificio para llegar a cubrir las gradas de un campo de fútbol con pista de atletismo contigua. Con el simple gesto proyectual de prolongar la cubierta algo más de 8 metros, se consigue una relación entre los diferentes espacios deportivos, y gracias a los materiales utilizados, también estos con el medio ambiente.



2_14 Pabellón Palafolls.

También podemos observar como estos pabellones se relacionan con zonas destinadas a actividades de tipo lúdico o feriales, como es el caso del pabellón de Olí. El proyecto está formado por dos pistas aptas para el uso deportivo, mediante el montaje y desmontaje de diferentes elementos auxiliares como gradas o escenarios, se puede llegar a utilizar el edificio con varios usos diferentes. Estos dos espacios centrales cuentan con varias entradas independientes que se pueden abrir o cerrar en dependencia de la actividad que se vaya a realizar en el recinto. Están comunicados por un elemento que sirve de bisagra entre ambos, pudiendo también quedar completamente aislados.



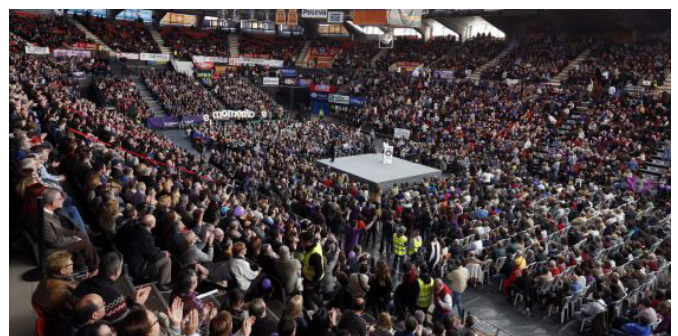
2_15 Diferentes usos y recorridos, Pabellón de Olí.

Un último caso, seguramente el más común, es el de la construcción de un pabellón deportivo aislado, sin conexiones a otros recintos deportivos ni educativos, destinado únicamente a la práctica deportiva. A pesar de no tener ningún edificio con el que plantear una unión concreta, se debe prestar especial atención a su relación con el medio ambiente y su implantación. Entre estos pabellones podemos encontrar el caso de Guntín. Se ubica en una pradera verde con una ligera pendiente, que se consigue solventar poniendo las gradas en la parte superior y construyendo una rampa de unión.



2_16 Pabellón de Guntín.

Los espacios que se crean en los pabellones polideportivos, como su propia definición implica, son polivalentes. Por este motivo, además de relacionar un uso con la función deportiva ya existente, se puede llegar a sustituir el uso intrínseco del edificio por alguno de los antes nombrado, o cualquier otro a los que se pueda adaptar.



2_17 Mitin político en un pabellón.

Estos son los usos relacionados que podemos encontrar en los pabellones polideportivos construidos en los últimos años, pero seguro que hay más ejemplos, y que la evolución de estos irá proponiendo nuevas funciones.

3.1 Pista

Es el elemento más importante, sin el cual sería imposible la práctica deportiva. Su construcción aislada permite la realización de prácticamente cualquier actividad deportiva, como podemos ver en la multitud de pistas deportivas, sobre todo en los pueblos pequeños y zonas donde no pueden costear un pabellón.

Revisando las últimas décadas, podemos observar cómo ha ido evolucionando este elemento esencial. Empezando en los juegos más primitivos, donde se desarrollaban sobre cualquier superficie (campos de cultivo, calles de los pueblos...). Con el paso del tiempo se fue perfeccionando, creando superficies lisas y planas donde jugar.



3_01 Joc de pilota, de Chusep Bru i Albinyana, 1881.

Cuando se empezaron a desarrollar espacios cubiertos para practicar deporte, se tenía que crear también específicamente la pista, por esto se empezaron a homogeneizar las características como el material o el tamaño. Con el paso de los años ha ido evolucionando, creándose nuevos materiales.

La orientación de la pista dentro de los pabellones polideportivos no está regulada. Podemos darle importancia a la orientación desde el punto de vista de la eficiencia térmica y lumínica, como posteriormente hablaremos. En cambio, si la pista estuviese al aire libre, tendría que tener el eje longitudinal del campo una orientación N-S para evitar deslumbramientos por parte del sol.

Este motivo se justifica para evitar deslumbramientos por parte del sol a los jugadores. La posición más común por parte de los usuarios es la de mirar al final de la pista, ya sea en deportes colectivos o individuales, a una altura que suele variar desde el suelo a pocos metros de altura. El sol, tanto cuando está situado en el Este como en el Oeste, irradia a la tierra con un ángulo muy bajo, pudiéndose situar en las zonas donde normalmente los jugadores están mirando.

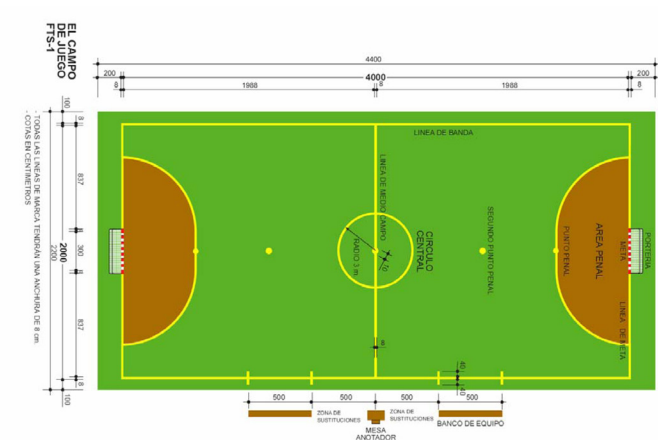
Respecto a los materiales de fabricación, existe una gran gama, de mejor y peor calidad y precio, siendo diferentes si van a ser destinados al interior o al exterior. En las pistas exteriores se priorizaran materiales que no se desgasten, sobre todo con el calor y el sol, materiales que puedan dar un agarre en condiciones de humedad, destacando así sobre todo los cementos. Mientras que los materiales de las pistas interiores no tienen estos requisitos, y potencian sobre todo el agarre, la uniformidad y el no desgaste al uso.

Sin embargo, los pabellones destinados al deporte de alto nivel nacional o internacional, según la NIDE, deben cumplir unas estrictas normas:

Absorción impactos (Reducción de fuerza)	RF \geq 35% RF \geq 20%	Competiciones ámbito internacional y nacional Ámbito regional, local, recreativo, escolar
Deformación	S _v ≤3mm S _v ≤5mm	Sintético Madera
Fricción	0,4≤μ≤0,8	
Planeidad	Diferencias de nivel inferiores a 3 mm medidos con regla de 3 m (1/1000)	
Bote de balón	≥90% respecto a la altura de bote en suelo rígido	
Resistencia a impactos	Sin fisuras, grietas o deformaciones mayores de 0,5 mm para impactos de 8 Nm	
Resistencia a huella	Sin fisuras, grietas o deformaciones mayores de 0,5 mm a las 24 h. de realizar el ensayo	
Cargas rodantes	Sin fisuras, grietas o deformaciones mayores de 0,5 mm para cargas de 1500 N (madera) o para carga de 1000 N (sintético)	
Resistencia a abrasión	Máxima pérdida de peso: 3 g por 1000 revoluciones (sintético)	
Espesores	Verificación del espesor o espesores de las capas, ofrecidos por el fabricante o instalador, de acuerdo con la norma UNE EN 1969	
Resistencia al fuego	M3 (UNE 23727)	

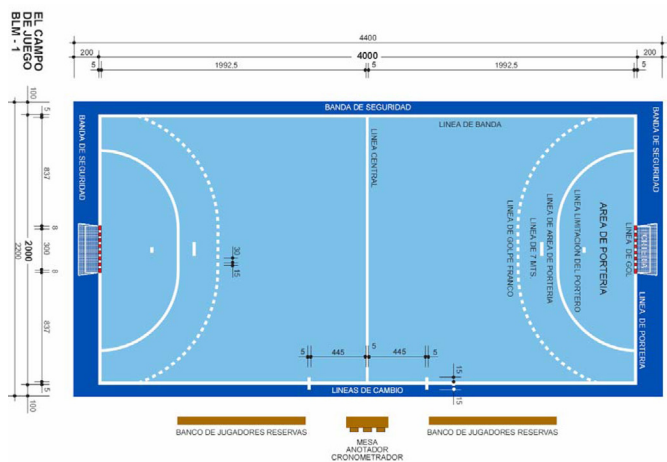
3_02 Características de la pista según la NIDE

Fútbol sala:



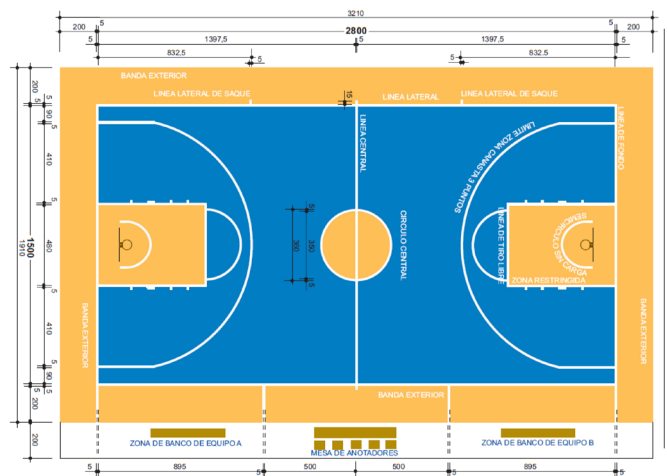
3_03 Dimensiones pista fútbol sala. (40x20 m)

Balónmano:



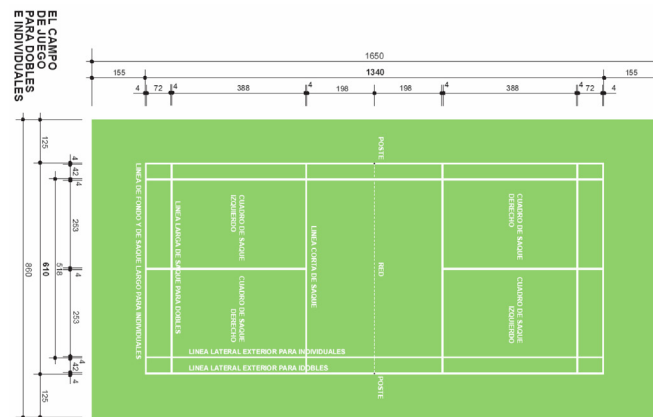
3_04 Dimensiones pista balónmano. (40x20 m)

Baloncesto:



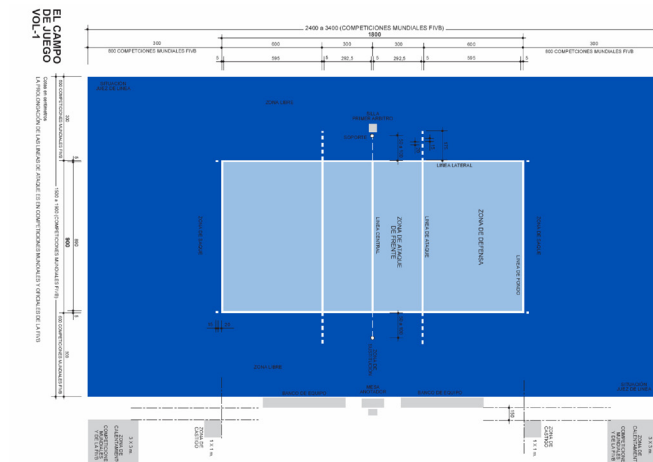
3_05 Dimensiones pista baloncesto. (28x15 m)

Bádminton:



3_06 Dimensiones pista bádminton. (13,40x6,10 m)

Voleibol:



3_07 Dimensiones pista voley. (18x9 m)



3_08 Superposición de líneas en un pabellón.

La función más importante de la pista, además de servir de pavimento uniforme, es la delimitación de los diferentes terrenos de juego. Al estar compuestos por diferentes líneas y dimensiones, se pueden superponer unas encima de otras, con las líneas de cada deporte en un color diferente para una fácil identificación.

Las líneas de los varios deportes se pueden superponer en la misma pista, con diferentes colores para su diferenciación.

Lo más novedoso respecto al tema es la superficie conocida con el nombre de ASB Glassfloor, propia de películas como TRON, la cual consiste en una capa de vidrio reforzado colocado en estructuras de aluminio que albergan tiras de LED. Permite dibujar una variedad de campos en el mismo pavimento. Además, puede mostrar anuncios publicitarios, marcadores del partido e incluso videos.

La superficie de vidrio de la cancha ha sido fabricada para simular lo más fielmente posible las superficies utilizadas en un pabellón polideportivo, y aunque desde la empresa aseguran que cumple con todos los requisitos, no sería aceptable según la NIDE.



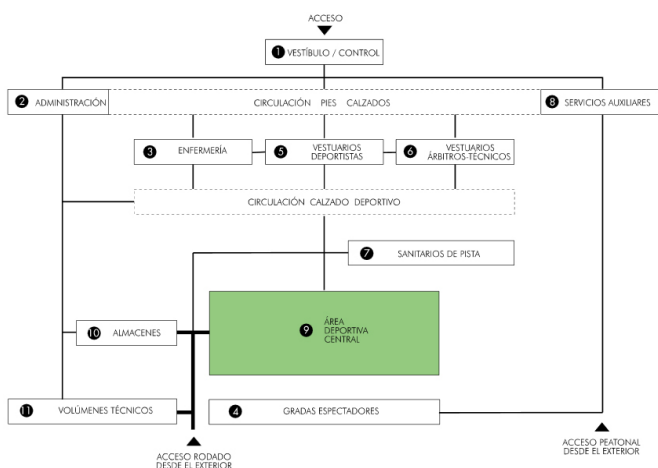
3_09 Construcción de la pista.

3_09, 3_10 y 3_11 Pista iluminada por leds.

3.2 Zonas anexas

Además de la pista, donde se realizan todos los deportes para la que está diseñada, se necesitan una serie de espacios complementarios que sirven para satisfacer todas las necesidades que se tienen durante la práctica deportiva. Partiendo de un espacio centralizado, en el que la pista es el elemento donde se practican los deportes, los demás se sitúan en conexión con este.

Se tienen que organizar una concatenación de espacios servidos y servidores, necesitando diferentes circulaciones entre las zonas. El número y tamaño de éstos dependen de las necesidades de cada pabellón, podemos ver un ejemplo un organigrama:



3_12 Organigrama tipo

El primer espacio importante es el aparcamiento, una zona de gran importancia debido a que son edificios que pueden tener una alta afluencia. Como hemos visto anteriormente, estos edificios se suelen situar en las afueras de las ciudades, debido a la gran superficie de terreno que requieren, por lo que gran parte de los usuarios llegan mediante vehículos que necesitan aparcarse cerca del edificio.

Según el CTE DB-SUA⁵:

-En uso comercial, Pública concurrencia o Aparcamiento de uso público, una plaza accesible por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción.

La entrada al edificio es un punto importante, tiene que ser fácilmente reconocible desde el exterior, porque normalmente un gran porcentaje de los asistentes no está familiarizado con el edificio. Otro de los aspectos importantes es que tiene que ser un espacio amplio, que pueda dar cabida a un gran número de asistentes al mismo tiempo. La entrada tiene que tener un punto de acceso en el que se pueda dar información o restringir el paso a personas ajenas, desde donde se tiene que poder controlar el acceso a la pista y los vestuarios solo por las personas acreditadas para ello.

En el Pabellón de Olí se reduce la altura de la entrada, creando un espacio muy horizontal que te conduce hacia la pista. Se produce un cambio de escala entre estas dos zonas, que evoca una cierta intención de grandeza al llegar a la sala polivalente.



3_13 Entrada, Pabellón de Olí.

5 Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad. Código Técnico de la Edificación. Sección SUA 9 Accesibilidad.

Otra zona importante son los aseos y vestuarios, diferente al resto de espacios al requerir un a importante necesidad de instalaciones. Estos espacios requieren un grado de privacidad y un tratamiento diferente, sobre todo material, por la humedad que se puede producir en ellos.

Los aseos los podemos diferenciar, al menos, en dos zonas, una destinados para el público y otra para los usuarios. Para el público asistente pueden estar situados en la zona de entrada, en las comunicaciones o en relación con las gradas. Mientras que los aseos destinados para los jugadores deben estar dentro del vestuario o en relación con estos.

Los vestuarios deben de estar ligados con la pista, pues son los espacios que usan los deportistas para cambiarse de ropa y ducharse después de la práctica del ejercicio. Por este motivo han de disponer, al menos, de bancos para sentarse, armarios o taquillas para guardar los objetos personales, y una zona de duchas con sus respectivas protecciones y desagües.



3_14 Espacio de relación entre los vestuarios y la pista, Pabellón de Guntín.

Al enfocar el tema sobre pabellones polideportivos de tamaño medio, las gradas tienen una importancia relativa, debido a que son de tamaño reducido, para poca afluencia de personas. En cambio, si se hubiesen tratado los pabellones de gran tamaño, con gran afluencia de asistentes, sí tendría gran importancia su tratamiento.

Podrías haber varias zonas anexas más, dependiendo del tamaño del pabellón y de los requisitos en cada caso. Algunos de estos espacios son: enfermería, botiquín, cafetería, salas auxiliares, etc

Por último, hay que tener en cuenta los espacios de circulación entre todos estos recintos. Deben de ser comunicaciones accesibles para personas con capacidad reducida, cumpliendo con la normativa de accesibilidad en todos los casos. Otro punto a tratar es la diferenciación de recorridos; uno para deportistas, priorizando el acceso a la pista y a los vestuarios, y otro para los asistentes, que además de potenciar el acceso a las gradas, debe de restringir el acceso a los vestuarios de los jugadores y a la pista.



3_15 Comunicación entre diferentes espacios Pabellón de Valdemoro.

3.3 Graderíos

El trabajo está enfocado a los pabellones polideportivos de tamaño medio, esto implica que son edificios con una pequeña cantidad de gradas, ya que no es su función principal la de acoger grandes competiciones con miles de espectadores.



3_16 Gradas, Pabellón de Guntin

Para esa función tendríamos, según la clasificación previa que hemos comentado, los grandes palacios de deportes, donde el graderío es uno de los espacios más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar el edificio. En estos edificios es muy importante tener en cuenta la accesibilidad y posible evacuación en caso de incendio, necesitando un número elevado de salidas de emergencia.



3_17 Carrier Dome, Syracuse, Nueva York. La cancha cubierta más grande del mundo.

La cantidad de gradas depende de varios condicionantes; en primer lugar está el uso al que está desinado. Los pabellones cuyo uso está relacionado con el uso docente, dispondrán de menor número de gradas, porque están más enfocados a la práctica habitual de ejercicio pero no a la competición. En cambio, los pabellones que tengan un uso más relacionado con la competición, o estén integrados en un barrio donde se puedan desarrollar competiciones, aunque sea a bajo nivel, tendrán un mayor número de asientos en la grada.

Otro de los puntos a tener en cuenta a la hora de dimensionar las gradas es el tamaño del pabellón; en el ejemplo de Basilio Tobías en Castellón podemos observar cómo sitúa dos pistas conjuntas, lo que implica el doble de gradas que si fuera una única pista, para la misma relación de espectadores por partido.

Podemos diferenciar dos tipos de gradas, las fijas, que son las más comunes, y las retráctiles. En la mayoría de los pabellones encontramos gradas fijas, fabricadas con materiales estructurales como hormigón o ladrillo y acabadas con una butaca de plástico para sentarse.



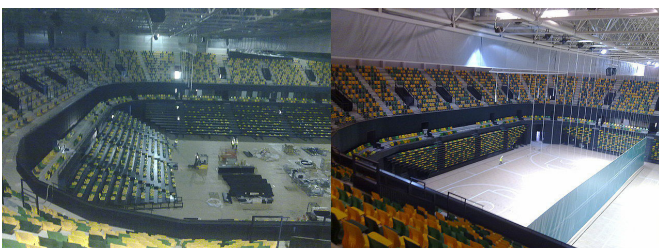
3_18 Gradas fijas.

El otro tipo de grada son las retráctiles, fabricadas con perfiles metálicos, que tienen la posibilidad de plegarse, ocupando mucho menor espacio si no están en uso. El acabo sería el mismo que las gradas fijas, butacas de plástico. El beneficio principal de este tipo de gradas es poder liberar una mayor parte del espacio si el graderío no está en uso, pudiendo ser destinado a otro fin.



3_19 Gradas telescópicas.

Una de las principales virtudes de este tipo de grada, usada en alguno de los pabellones, es mediante una combinación de los dos tipos, permitir la práctica de fútbol sala (40 x 20 m de pista) cuando las gradas retráctiles están recogidas, y poderlas desplegar en el caso de que se practiquen deportes que necesitan menor superficie, como por ejemplo el baloncesto (15 x 28 m de pista).



3_20 Mismo pabellón con gradas telescópicas desplegadas y recogidas.

Las gradas tienen que estar situadas en un sitio específico del pabellón, ya que es el espacio destinado a los espectadores que vayan para ver algún evento deportivo. Deben estar situadas contiguas a la pista, con visión directa, pero sin acceso directo, lo que se resuelve situándolas a diferente altura de la pista.

Desde ellas se requiere tener visión de todos los puntos de la pista, lo que justifica su forma escalonada y distribuida a lo largo del lateral de la pista. Esto supone que la estructura de la cubierta no puede colocarse entre la pista y las gradas, porque dificulta la visión, y hace que tenga que aumentar la luz a salvar por esta.

Otro punto importante a tener en cuenta es la accesibilidad. Se deben regir por el CTE y aplicar sus normas. Sobre todo en los temas relacionados con la evacuación de las personas en caso de incendio, y de accesibilidad para las personas con movilidad reducida. Otro documento a cumplir es el Reglamento General de la Policía, que regula qué dimensiones deben cumplir estos elementos, como a continuación veremos.

Es complicado que las personas discapacitadas puedan acceder por sus propios medios a todas las localidades de la grada, porque suelen estar de forma escalonada y las filas separadas por escaleras. Se deben reservar unos asientos, cuyo número depende del número de asientos total, para estas personas.



3_21 Zona reservada para personas con movilidad reducida.

Según el Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas⁶:

-Las graderías dispondrán de amplias salidas con escaleras suaves o rampas de 1,20 m de ancho por cada 200 espectadores o fracción.

-Las escaleras para los pisos altos tendrán como mínimo 1,80 m de anchura.

-Las localidades serán fijas y numeradas las destinadas a asientos, debiendo ser las filas de 0,85m de fondo, de los cuales se destinarán 0,40 m al asiento y 0,45 m al paso, con un ancho de 0,50 m cada asiento, como mínimo.

-Los pasos centrales o intermedios serán, al menos, de 1,20 m de ancho.

-Las galerías o corredores de circulación serán de 1,80 m por cada 300 espectadores, con un aumento de 0,60 m por cada 250 más o fracción.

-Entre dos pasos, el número de asientos de cada fila no podrá ser mayor de 18 y por cada 12 filas deberá existir un paso con el ancho señalado en el párrafo anterior.

-Se dispondrán las localidades con la pendiente y requisitos necesarios de modo que desde cualquiera de ellas, cuando el lleno sea completo, pueda verse la cancha.

-Las de terraza, donde el público pueda permanecer de pie, serán aforadas a razón de una persona por cada 0,50 m cuadrados, en el frente que da al terreno de juego.

-En la primera fila, y cada 6, se dispondrán fuertes barandillas para contención del público. También se dispondrán en lo alto de las graderías y en los pasos de éstas, cuando ofrezcan peligro.

-Cada 14 asientos de gradería habrá un paso de un metro que no podrá ocuparse durante el espectáculo.

-Las localidades deberán de estar separadas de la cancha con una barandilla o cerramiento, debiendo estar esta separación a una distancia mínima de 2,50 m.

6 Artículo 27 capítulo II, artículo 28 capítulo II y artículo 29 capítulo II del Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas.

3.4 Elementos auxiliares

Para la realización de los deportes a los que están dedicados estos edificios, se necesitan una serie de elementos auxiliares, ya sean fijos o móviles. Dichos elementos no se pueden contar como parte del edificio propiamente dicho, pero hay que tenerlos en cuenta a la hora de proyectarlo.

La mayoría de estos elementos son objetos móviles, que sirven para la reglamentación y señalización de las zonas de juego. Se pueden colocar o utilizar en el momento en el que se practica el deporte en cuestión, y se retiran al final de este. Otros en cambio, se suelen dejar colocados en su posición, y deben de permitir la práctica del resto de deportes sin molestar.

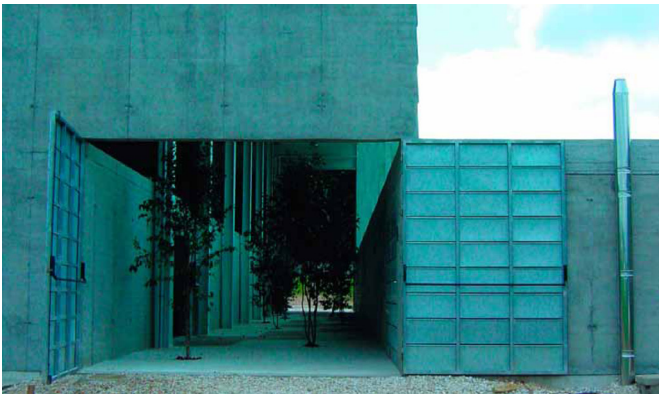
Todos ellos son completamente necesarios para la práctica del deporte, sin ellos sería imposible. Esto implica que en la totalidad de los pabellones polideportivos se tienen que tener en cuenta.



3_22 Mobiliario deportivo.

Además de planear y calcular su colocación dentro del terreno de juego, se debe de tener en cuenta que la mayoría de ellos han de poder ser retirados y guardados en un lugar destinado para ello. Esto implica que se han de construir almacenes, accesibles fácilmente desde la pista, y también desde el exterior, que han de tener una dimensión adecuada para guardarlos, destacando algunos por su gran tamaño.

Puede ser que se requiera el acceso de vehículos, por lo que se diseñará una entrada rodada tanto a la pista como a los almacenes, teniendo así en cuenta la dimensión de las puertas para su acceso.



3_23 Puerta de acceso de gran tamaño.

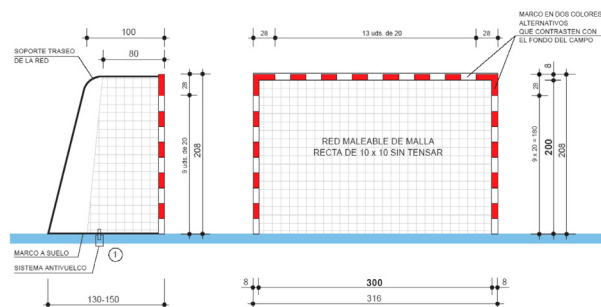
Los elementos que son desmontables van sujetos a la pista mediante unas uniones atornilladas, encajados en pequeños agujeros dispuestos en la posición correcta, o mediante la simple colocación encima de la pista. Cualquiera de estas formas debe permitir retirar completamente todos los elementos, y no suponer ningún riesgo para el usuario, ni cuándo están colocados, ni cuándo se han retirado.

Los elementos necesarios para cada deporte son:

Fútbol sala y balonmano:

-Porterías

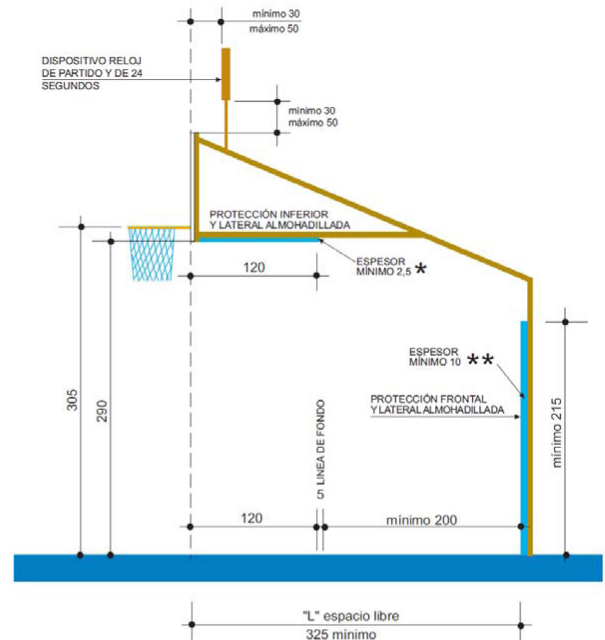
LA PORTERIA DEBE ESTAR SOLIDAMENTE FIJADA AL SUELO



3_24 Porterías.

Baloncesto:

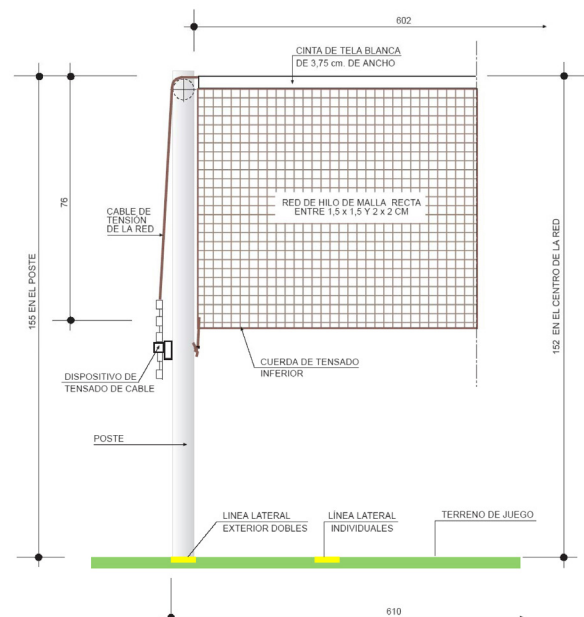
-Canastas



3_25 Canasta.

Bádminton:

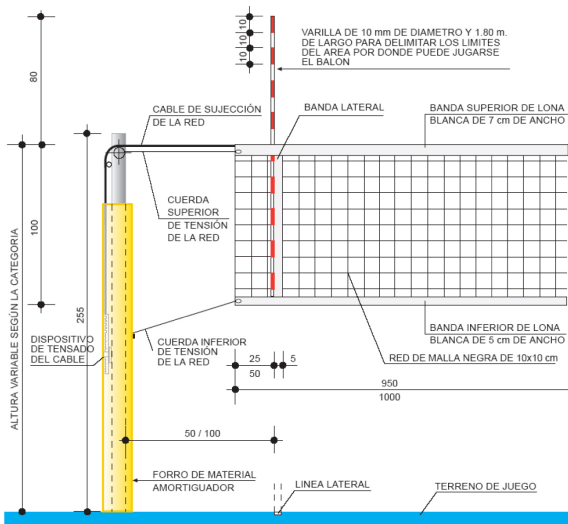
-Postes con red



3_26 Red de bádminton.

Vóley:

-Postes con red (diferente a la usada en bádmiton)



3_27 Red de voley.

Además de estos elementos, hay otros que no se tienen que guardar necesariamente en el edificio, y que son los usuarios los que los han de aportar, ya que son personales y perfectamente transportables, como por ejemplo: balones, raquetas...



3_28 Raqueta de bádmiton. 3_29 Balón de futbol.



3_30 Pabellón de Olí.

3.5 Estructura de la cubierta

Se puede decir que es una de las partidas más costosas en la construcción de los pabellones polideportivos, y se debe tener muy en cuenta sobre todo en los pabellones con presupuestos muy ajustados. Como veremos a continuación, existen varias posibilidades para realizarla, cada una de ellas con sus requerimientos y ventajas frente a las demás.

El principal condicionante de estas estructuras es que deben construir un espacio completamente diáfano de unas dimensiones que como mínimo deben tener 23 x 44 metros. Estas dimensiones vienen dadas por la normativa de las pista de juego que indica que deben medir 20 x 40 metros más las distancias de seguridad correspondientes a los laterales (2 m detrás de las porterías, 1 m a cada lado de las bandas, además de por lo menos otro metro para la situación de los banquillos en una banda). En la totalidad de los casos, esta estructura se pone de forma transversal a la pista.

Para salvar luces de este tamaño, lo más utilizado, y que mejor funciona estructuralmente hablando, son las cerchas. Así se consiguen vigas de un canto muy elevado, llegando a varios metros, con gran ligereza y utilizando poco material, economizando tanto desde el punto de vista económico como energético.

En el ejemplo de Basilio Tobías en Castellón, donde se necesitan unir dos pistas, se disponen éstas de forma longitudinal, para que la luz que tenga que salvar esta estructura sea la misma que si solo hubiese una única pista. De otra forma, sería muy complicado, costoso y poco estético tener que salvar luces de más de 50 metros.

En el caso del pabellón de Guntín, debido a lo ajustado del presupuesto de construcción, y que posee el tamaño mínimo reglamentario, la estructura se realiza mediante unas vigas IPE en vez de cerchas, optimizándolas mediante una serie de vuelos y tirantes para conseguir el menor canto posible.



3_31, 3_32 Estructura, Pabellón de Guntín.

Estas cerchas suelen estar en el interior del edificio, visibles, respetando el condón inferior la altura libre mínima para la permitir la práctica de los diferentes deportes. Sin embargo, en algunos ejemplos esta estructura puede estar oculta, o incluso en el exterior del edificio, véase el ejemplo de Montgat. Aunque es este caso, se debe tener muy en cuenta todas las uniones y elementos singulares, porque son puntos conflictivos desde el punto de vista de la impermeabilización.



3_33 Estructura exterior, Pabellón de Montgat.

Al realizar la estructura portante de la cubierta por el exterior, se consigue que el espacio interior quede mucho más limpio y con una geometría perfecta. Se aprovecha esta situación para hacer un falso techo recubierto de paneles acústicos de madera, que además ayudan a mejorar la calidad de los sonidos.



3_34 Interior, Pabellón de Montgat.

Se realiza una estructura porticada, permitiendo en el otro sentido luces bastante inferiores, entre los 6 m y los 8 m, donde se colocan perfiles metálicos de dimensión mucho más pequeña, que sirven de correas para soportar el peso de la cubierta. Estas correas tienen una separación entre 2 m y 3 m, dimensión salvable ya por la cubierta. Se suelen utilizar cubiertas ligeras, estilo Deck o similar, para que la dimensión de estas correas sea la menor posible.



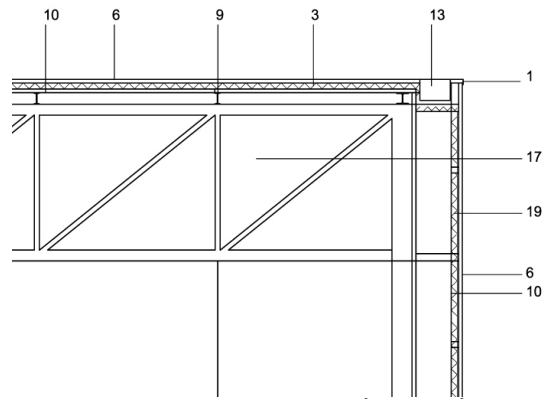
3_35 Cubierta ligera.

Una de las ventajas de utilizar cerchas para la estructura de cubierta, es que puede permitir la entrada de luz cenital a la pista deportiva. Esta luz es en muchos casos, y siempre que su entrada no sea directa, la ideal para practicar la mayoría de los deportes. Este tipo de luz permite una iluminación uniforme en toda la superficie de juego, evita deslumbramientos y mirar a "contraluz", lo que reduciría o perjudicaría la percepción visual.



3_36 Entrada de luz cenital.

Un problema de las cubiertas planas de gran dimensión, que cubren espacios completamente diáfanos, es la evacuación de agua. Se debe dar una pendiente a ésta que suele rondar entre el 1% y el 2%, normalmente a dos aguas para reducir la cantidad de agua que se ha de recoger. Se puede colocar un perfil tipo Z en el perímetro de la cubierta, y además de recoger el agua, puede servir de arriostamiento de los pilares o muros de la estructura.



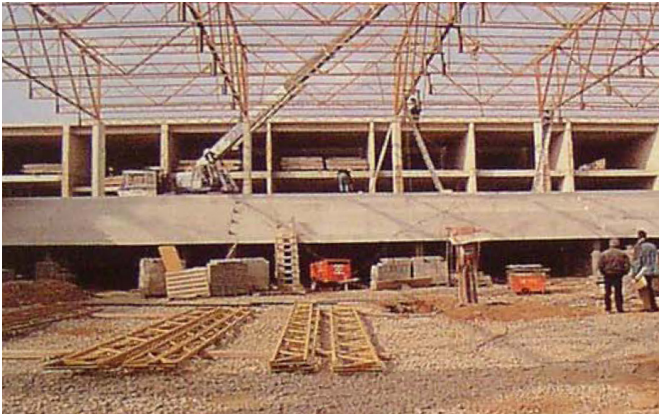
3_37 Detalle estructura Pabellón de Oli.

El agua recogida tiene que ser evacuada por la parte inferior del edificio. Se utilizan los espacios entre los pilares que sujetan las cerchas y el cerramiento exterior de las fachadas para introducir los tubos que sirven para bajar el agua de lluvia desde la cubierta y luego evacuarla.



3_38 Pilares, Pabellón Oli.

Proceso de construcción de la estructura de diferentes pabellones.



3_39 Construcción estructura, Pabellón Montgat.



3_40 Construcción estructura, Pabellón Oli.



3_41 Construcción estructura, Pabellón Palafolls.

3.6 Envoltente del edificio

Una de las partes importantes, y lo que hace diferenciar básicamente una pista al aire libre y un pabellón polideportivo, es el cerramiento exterior, tanto las cuatro fachadas del edificio (normalmente tiene forma de paralelogramo), como la cubierta.

La función principal de la envoltente es cerrar el espacio y protegerlo de las diferentes inclemencias del tiempo, permitiendo así la práctica deportiva durante todo el tiempo en unas buenas condiciones. Alguno de los deportes que se practican (como por ejemplo el bádminton) son incompatibles con adversidades climáticas (el viento se llevaría el volante). Otros en cambio, se podrían desarrollar, pero así se mejoran las condiciones.

Podemos diferenciar las diferentes elementos de envoltente en: cubierta, dos fachadas longitudinales y dos fachadas transversales. Suelen tener un tratamiento diferente. Aunque en los pabellones que tienen un gran tamaño pueden tener las cuatro fachadas tratadas de manera uniforme.

Las dos fachadas testeras suelen ser ciegas y sin grandes aberturas. Esto se debe, en primer lugar, a que es la zona donde se suelen recibir la mayor cantidad de golpes producido por balones, y también porque los usuarios suelen mirar durante la práctica del deporte hacia esa zona, y se producirían deslumbramientos.



3_42 Fachadas ciegas.

Estructuralmente, estos muros son independientes del resto de la estructura, porque los pórticos de la estructura están colocados en la otra dirección.

Por otro lado, las dos fachadas longitudinales suelen ser diferentes entre sí; una de ellas, al menos, suele estar condicionada por la presencia de las gradas. Por ellas se produce la mayor entrada de la luz, aunque como comentaremos posteriormente, no es lo más eficiente climáticamente.



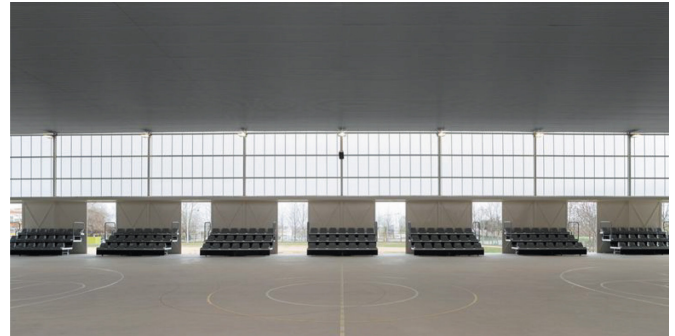
3_43 Fachada.

Estos muros, a diferencia de los anteriores, van muy ligados con la estructura de la cubierta. En ellos se sitúan los pilares de la estructura que sujeta la cubierta.

La cubierta suele ser un plano horizontal a cierta distancia del suelo, permitiendo que se pueda jugar debajo, dejando al menos la distancia mínima reglamentaria. Esta cubierta está soportada por una estructura metálica, otra de las partes fundamentales del edificio.

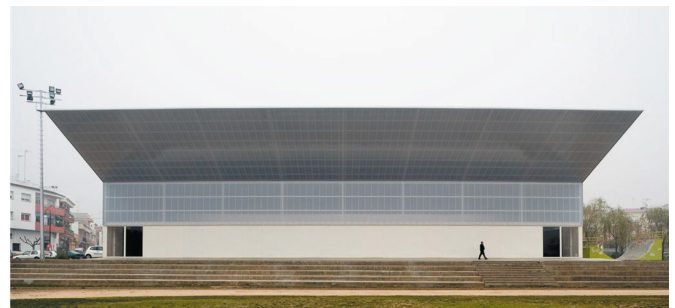
Existen varias posibilidades para resolver la cubierta plana, pero no hay grandes diferencias respecto al resto de tipos de edificios, puede ser normal o invertida, siendo más normal el segundo estilo. Es una parte del edificio no accesible, a excepción de si se coloca algún tipo de instalación y que precise acceso para su mantenimiento.

Esta envolvente se debe perforar en uno o varios puntos, para permitir la entrada al edificio, ya que suele haber varias. También para permitir la iluminación del edificio, pero, por lo demás, las fachadas son continuas en su gran parte.



3_44 Aberturas en la fachada.

Los muros en su parte baja, y en menor medida en su parte alta, deben tener la capacidad de recibir golpes. Deben soportar impactos tanto de balones como de jugadores o algún objeto. Por este motivo, en varios ejemplos podemos observar una zona de muro bajo continuo coronado con una zona de vidrio para que pueda entrar la luz donde ya no llegan las personas.



3_45 Protección parte baja del muro.

Otra de las modificaciones que se realiza para mejorar la resistencia frente a golpes es la colocación de metacrilatos y policarbonatos transparentes o translúcidos en vez de vidrios. Los materiales plásticos no son más resistentes frente a impactos, pero en caso de una posible rotura, los trozos desprendidos no son peligrosos.

Documentos gráficos:

3_01 – Sitio web: <http://marinapereznieto.blogspot.com.es/2015/06/historia-de-la-pilota-valenciana.html>

3_02 – NIDE P.54

3_03 – NIDE P.52

3_04 – NIDE P.28

3_05 – NIDE P.8

3_06 – NIDE P.20

3_07 – NIDE P.93

3_08 – Sitio web: <http://www.sintrainstalacionesdeportivas.com/page/3/>

3_09 – Sitio web: <http://iluminaciononline.over-blog.es/article-pabellon-deportivo-con-iluminacion-led-en-alemania-114667757.html>

3_10 – Sitio web: <http://iluminaciononline.over-blog.es/article-pabellon-deportivo-con-iluminacion-led-en-alemania-114667757.html>

3_11 – Sitio web: <http://iluminaciononline.over-blog.es/article-pabellon-deportivo-con-iluminacion-led-en-alemania-114667757.html>

3_12 – Organigrama http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/ctcd-docs/normativa/781_fichas_tecnicas_de_instalaciones_deportivas_pbl_v_09_01_15.pdf P.16

3_13 – Fotografía de Jaume Terrés y Oriol Rosell. Sitio web: <http://tectonicablog.com/docs/Oli.pdf> P.9

3_14 – Fotografía de Leopoldo Alonso Lambertí. Sitio web: <http://tectonicablog.com/docs/Guntin.pdf> P.13

3_15 – Fotografía de Eduardo Sanchez y Ángel Luis Baltanás. Revista Tectónica N°9 Acero (I). P.48

3_16 – Fotografía de Leopoldo Alonso Lambertí. Sitio web: <http://tectonicablog.com/docs/Guntin.pdf> P.15

3_17 – Sitio web: <http://blogs.20minutos.es/quefuede/2013/07/03/santuarios-del-deporte-carrier-dome-syracuse-nueva-york-la-cancha-cubierta-mas-grande-del-mundo/>

3_18 – Sitio web: <http://www.agrupacionguerrero.es/noticia/Nuevas-gradas-en-el-Pabellon-de-Santa-Olalla-Toledo-/>

3_19 – Sitio web: <http://www.bronson.cl/images/gallery/tribunaind.jpg>

3_20 – Sitio web: <http://foros.acb.com/viewtopic.php?t=412229&start=20>

3_21 – Sitio web: http://www.diariodenavarra.es/noticias/navarra/tierra_estella_valdizarbe/estella/el_polideportivo_acerca_los_discapacitados_pista_68544_1376.html

3_22 – Sitio web: http://www.juansola.com/catalogo/familias/MATERIAL_DEPORTIVO/EQUIPAMIENTO_DEPORTIVO

3_23 – Fotografía de Leopoldo Alonso Lambertí. Sitio web: <http://tectonicablog.com/docs/Guntin.pdf> P.16

3_24 – NIDE P.33

3_25 – NIDE P.16

3_26 – NIDE P.24

3_27 – NIDE P.96

3_28 – Sitio web: <http://www.suministrosdeportivos.es/6/material-deportivo-raquetas-badminton/raqueta-de-badminton-b1000-sr.aspx>

3_29 – Sitio web: http://catedu.es/matematicas_mundo/DEPORTES/deportes_balon.htm

1. Introducción

2. Aspectos generales del proyecto

3. Tecnología y construcción

4. Instalaciones, eficiencia energética y sostenibilidad

4.1 Condiciones ambientales y climatización

4.2 Soluciones materiales

4.3 Orientación e iluminación

4.4 Tratamiento acústico

4.5 Medidas de ahorro e innovación material

5. Aplicación a un caso concreto

6. Conclusiones

4.1 Condiciones ambientales y climatización

En este apartado, se van a tratar los temas relacionados con la eficiencia energética en los pabellones. Para ello, se va a tratar los condicionantes climáticos y cuáles de ellos se tratan en estos edificios, y de qué forma. También tendremos en cuenta qué instalaciones se necesitan en cada parte del edificio y cómo se han de tratar dichos recintos.

Los principales elementos climáticos a tener en cuenta en un edificio de estas características son la temperatura, la humedad, y las renovaciones de aire. Siendo todas ellas importantes, podríamos destacar la temperatura un poco por encima de las demás.

La carga térmica de un edificio puede provenir de varias fuentes diferentes:

- La temperatura exterior: a través de los cerramientos del edificio, la cantidad dependerá de la diferencia de temperatura entre exterior e interior, y del aislamiento, grosor y forma de construir de los materiales.

- La radiación solar: accede al edificio por las zonas acristaladas y produce el efecto invernadero. También puede provocar un calentamiento de la hoja exterior del cerramiento, y aumentando el salto térmico entre interior y exterior.

- La ocupación: Cada persona genera entre 80 y 150 W de carga térmica, según la actividad que estén haciendo.

- Otros elementos como la iluminación, aparatos electrónicos, ordenadores...



4_01 Entrada de radiación solar.

Las máquinas de ventilación requieren un gran consumo energético, además de ocupar abundante espacio dentro del edificio y requerir unas exigentes condiciones tanto de ventilación como de aislamiento acústico. Reducir las exigencias climáticas que tenemos que aportar al edificio, nos ayudará a reducir la potencia y tamaño de estos equipamientos.



4_02 Maquinas de climatización.

Se pueden clasificar, según el fluido caloportado, en 4 sistemas diferentes:

- Sistemas con refrigerante: Llega el fluido mediante tuberías a los evaporadores.

- Sistemas todo aire: llega el aire después de ser tratado UTA (Unidad de Tratamiento del Aire) por medio de conductos e impulsado a través de difusores. Se implantan sistemas de mezcla de aire con el aire exterior mediante el climatizador.

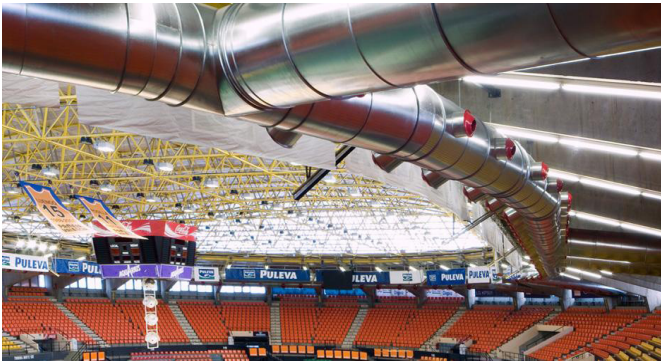
- Sistemas agua-aire: Llega el aire estrictamente necesario para la ventilación, tratado en un climatizador, a lo que se le añade terminales alimentados por agua (ventiloconvectores, inductores). El aire no recircula.

- Sistemas todo agua: Únicamente llega agua a radiadores (calor), refrigeración (frío) o ventiloconvectores (calor y frío).

Los pabellones polideportivos son espacios muy amplios, con un gran volumen de aire que se ha de calentar en invierno, o poder enfriar en verano. Tienen un uso esporádico, lo que implica que necesitan un método de calefacción rápido, y

potente. Se utiliza una climatización a base de aire sólo o aire y agua, el método más rápido y que sirve para llegar a todos los sitios.

El sistema de climatización por aire permite conseguir las renovaciones por hora mínimas exigidas en el CTE, además de ayudar calóricamente. Si un sistema sólo aire no fuera suficiente para conseguir las condiciones climáticas necesarias, se introducirían elementos de agua (radiadores, suelo radiante...).



4_03 Climatización por aire.

Uno de los puntos donde se deben de tener unas condiciones especiales son los vestuarios. Hasta ellos han de llegar las instalaciones de agua fría y caliente para las duchas, además de tener que alcanzar una temperatura adecuada a su uso. Estos espacios requieren un tratamiento material especial debido a la humedad que se produce.

Una de las principales formas de ahorro de un edificio es, además de su consumo diario en las diferentes instalaciones, pensar en construirlo con una orientación eficiente. Al requerir una buena iluminación, se tiene que complementar la iluminación natural con la artificial, lo que implica que cuanto mayor tiempo este iluminado naturalmente, menor gasto implicará la iluminación artificial.



4_04 Entrada de luz, Pabellón de Valdemoro.

La radiación solar también ayuda al aumento de temperatura del interior del edificio, un hecho que es beneficioso en los meses de invierno, pero puede llegar a ser perjudicial durante el verano. A continuación veremos las mejores formas de tratarlo, y formas novedosas que se están proponiendo.



4_05 Iluminación artificial.

4.2 Soluciones materiales

La arquitectura debe pensar, sobre todo a la hora de diseñar y construir, en causar el menor impacto en el medio ambiente, y en utilizar los recursos en su justa medida. Este proceso adquiere más importancia si cabe, porque condiciona en gran parte los recursos, especialmente agua y energía, gastados durante su vida útil.

Según dijo el premio Pritzker Souto de Moura; “La arquitectura, para ser buena, lleva implícito el ser sostenible”⁷.

El primer punto a tener en cuenta es el emplazamiento del edificio, que al necesitar crear un espacio plano de grandes dimensiones, suele ser muy invasivo respecto a la topografía original. La modificación del solar existente y la adecuación al proyecto conlleva un gran coste energético.

En el ejemplo de Guntín, el pabellón se implanta en una pradera verde con una ligera pendiente. No existe más remedio que escavar en ella para conseguir que la pista sea un plano horizontal, pero el resto de la pradera se conserva en su estado original. Para salvar ese desnivel que se produce, en uno de los laterales se construye una rampa que sirve de acceso a las gradas, de este modo se salva la diferencia de cota entre las dos alturas.



4_06 Rampa.



4_07 Pradera junto al Pabellón de Guntín.

La sostenibilidad de un edificio depende en una parte importante en los materiales empleados en la construcción de éste. Vamos a ver las principales características que debe tener un material para ser lo más sostenible posible:

- Materias primas de origen renovable; es complicado porque existen muy pocos materiales que tengan este origen, pero reduce en gran medida el coste de ellos, podríamos clasificar dentro de este apartado a aquellas cuyo consumo parezca ilimitado, o su reproducción sea mayor a su consumo.

- Materiales con baja energía incorporada; todos los materiales tienen un gasto energético en su extracción, transformación y transporte. Aquí destacarían los metales por su alto coste.

- Uso de materiales locales; los materiales necesitan ser trasladados desde su origen a la planta de producción y manipulación, y desde aquí hasta la obra. Todo este movimiento conlleva un gasto energético que puede reducirse usando materiales locales. Este proceso es especialmente costoso cuando se utilizan algunas piedras o maderas, que puede ser necesario traerlas desde otros continentes.

- Baja conductividad térmica; es la capacidad de mantener o ceder calor de un material. Este punto será de vital importancia para el consumo de energía a lo largo de la vida útil de un pabellón, pues colabora en mantener la temperatura adecuada dentro del edificio con un coste menor.

7 Entrevista El País, 30 de junio de 2007

-Máxima durabilidad con un mínimo mantenimiento; un material puede considerarse durable cuando su vida útil es, al menos, igual que la de la estructura. En caso contrario, conllevará la necesidad de unos trabajos de mantenimiento, con su correspondiente gasto.

-Salubridad a lo largo de su vida útil; también en su proceso de extracción y producción. Esta característica influirá a los materiales que generen, en alguno de sus procesos, algún tipo de residuo, excluyendo los materiales electromagnéticos o radiactivos por su peligrosidad.

-Mínimos residuos y correcta gestión de los mismos; todos los materiales de construcción, tanto en su fabricación, en su traslado, como en su montaje, generan residuos. Éstos hay que tratarlos adecuadamente y generan un coste energético, por lo que son mejor energéticamente los materiales que producen menos residuos.

-Uso de materiales reciclados y capacidad de reciclaje; algunos de los materiales de construcción pueden ser reciclados cuando dejan de ser útiles, este proceso tiene un coste energético mucho menor que producir el material desde cero.

-Materiales innovadores, que ayudan a las estrategias de desarrollo sostenible. Se están creando nuevos materiales que funcionan mejor, y generan nuevas formas de trabajar más eficientes que los ya existentes y comúnmente usados (este punto lo desarrollaremos más a fondo en el apartado 4.5 del trabajo).



4_08 Grandes superficies vidriadas, Pabellón de Oli.

Otro de los apartados de los que depende la sostenibilidad de un pabellón son los sistemas constructivos usados. Este aspecto está directamente relacionado con los materiales con los que se pretende construir el edificio.

Todos los sistemas constructivos precisan de un mantenimiento, y en caso de deterioro, habrá que sustituir las partes dañadas. Este trabajo se facilita mediante la estandarización de las diferentes partes, siendo más fácil encontrar otros ejemplares que si son manufacturados individualmente. También influye la accesibilidad a todas las zonas del sistema y la durabilidad de los materiales.

También se debe pensar en que el edificio puede llegar al final de su vida útil, y en que las necesidades de la sociedad en algún momento pueden conllevar la eliminación de dicho edificio. Por este motivo es importante prever y facilitar la posibilidad de los materiales, para su posible utilización en otro edificio. Por ejemplo es mejor una unión atornillada que soldada.



4_09 Unión atornillada, estructura del Pabellón de Guntfín.

La simplicidad del sistema ayuda reduciendo la posibilidad de error en el montaje y favoreciendo la reducción de residuos en obra. Permite una construcción más limpia y eficaz, además de favorecer el mantenimiento.

Estos sistemas constructivos también deben ser adecuados al lugar donde se construye el edificio. Debemos mirar la arquitectura tradicional, que se ha ido adaptando al clima de cada lugar de la mejor manera posible, construyéndose con materiales cercanos e integrándose con los edificios ya existentes.

Como podemos observar, la arquitectura ha evolucionado anteponiendo la mano de obra barata y la producción industrial frente a los recursos naturales y cercanos. Se ha preocupado más por los temas económicos que por los temas energéticos. Ninguno de los pabellones analizados utiliza prefabricados en gran medida, únicamente para pequeñas zonas, esto ahorraría en la construcción.



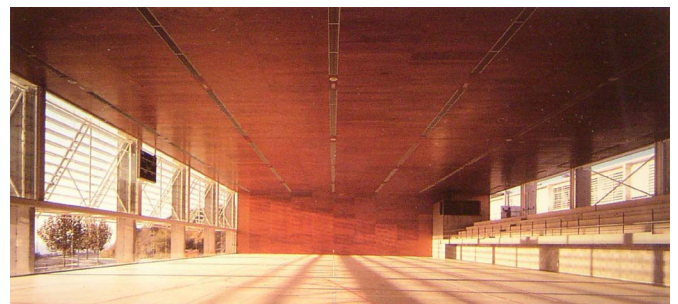
4_10 Construcción con prefabricados, Pabellón de Montgat.

4.3 Orientación e iluminación

Además de la forma de construir y los materiales empleados, otra forma de conseguir un gran ahorro en un edificio es orientarlo correctamente.

En muchos de los casos, la implantación del edificio viene relacionada o directamente impuesta por el plan urbanístico al que se tenga que adaptar. Al tratarse de edificios con una dirección muy marcada, puede ser que el solar delimitado en el plan determine su orientación.

Entendemos por orientación correcta de un edificio aquella que consigue la entrada de mayor iluminación natural, evitando así tener que recurrir a la iluminación artificial. También lo es aquella que consigue calentar mediante radiación solar durante el invierno, sin hacerlo durante el buen tiempo para no tener que recurrir a sistemas de refrigeración.



4_11 Iluminación natural, Pabellón de Montgat.

La mejor orientación de un pabellón polideportivo es con el eje longitudinal E-O, con una fachada longitudinal al sur. Estas fachadas suelen ser las de mayor tamaño y las más transparentes, por lo que permiten una mayor entrada de luz y calor al interior.

En los pabellones se permite por normativa cualquier orientación posible, a diferencia de las pistas al aire libre, que como ya hemos visto, solo se permite la orientación N-S, que sería poco recomendable en este tipo de edificio.

Lo ideal para un pabellón polideportivo, es tener una de las fachadas longitudinales hacia el sur, orientación por la que proviene la luz solar en España, para conseguir una gran iluminación y calentar el edificio durante el invierno. Aunque se tiene que disponer algún sistema que regule esta entrada de luz, para que no se produzcan deslumbramientos y no se caliente el edificio en verano.



4_12 Parasol del Pabellón de Montgat.

En el pabellón de Palafolls, se continúa la estructura de la cubierta algo más de ocho metros creando un gran voladizo que, además de servir para cubrir las gradas de la pista de atletismo ya existentes, sirve para que en invierno cuando el sol está más bajo consiga entrar en el pabellón, pero en cambio, en verano al estar más elevado, el voladizo consiga crear sombra.



4_13 Voladizo del Pabellón de Palafolls.

Desde el interior del pabellón podemos observar cómo la orientación norte y sur son tratadas de la misma forma, una situación que climáticamente no es la más eficiente, pero necesaria para conseguir una iluminación uniforme a lo largo de todo el pabellón.



4_14 Iluminación Pabellón de Palafolls.

El mejor tipo de iluminación natural es la cenital, que da luz de forma uniforme a todo el terreno de juego. No en todos los pabellones se puede conseguir, por lo que muchas veces se tienen que abrir huecos en las fachadas para iluminar. Las mejores fachadas para abrir huecos y dejar entrar la luz son las dos longitudinales, pues tienen mayor tamaño y necesitan menor fondo de luz.



4_15 Entrada de luz cenital.

4.4 Tratamiento acústico

No siempre la mayor cantidad de luz implica que el edificio esté mejor iluminado, porque uno de los problemas es que se pueden producir deslumbramientos. Por este motivo es mejor la luz cenital que la luz lateral, puesto que los jugadores suelen tener la vista en un ángulo pequeño respecto al suelo, y en pocas situaciones directamente hacia el techo.

Para permitir el uso del edificio cuando la luz natural no es suficiente, tiene que haber una iluminación artificial. Colocada a lo largo del techo, es preciso que sea potente al estar situada a varios metros de altura y esté bien distribuida para crear una luz uniforme sin producir deslumbramientos ni claroscuros.



4_16 Iluminación artificial.

La NIDE marca los siguientes valores:

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (interior)	Iluminancia horizontal E med (lux)	Uniformidad E min/E med
Competiciones internacionales y nacionales	750	0,7
Competiciones regionales, entrenamiento alto nivel	500	0,7
Competiciones locales, entrenamiento, uso escolar y recreativo	300	0,5

4_17 NIDE.

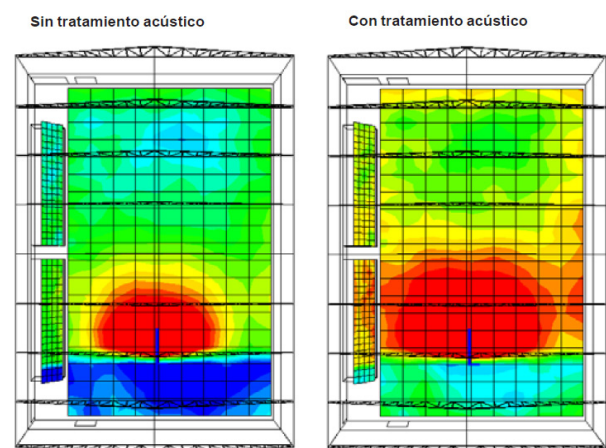
Y si se ha de retransmitir por televisión, el requerimiento será de 800 lux.

Uno de los puntos a tratar a la hora de acondicionar un pabellón es el tratamiento acústico. Como cualquier edificio que tenga un uso destinado a la congregación de personas. No sería muy importante la calidad del sonido, como lo puede ser en un auditorio, pero no debería ser molesto.

En la arquitectura actual se tiende a perfeccionar el diseño de los espacios, en los que se tiene mucho cuidado en la estética, con la iluminación, con los acabados de revestimiento, sin embargo, a menudo se olvida un elemento básico de confort: la acústica.

Se tratan acústicamente los edificios para mejorarlos desde dos puntos de vista diferentes; aislar y aclimatar. El aislamiento del pabellón se produce para que los sonidos que se producen en el interior, ya sea producido por personas u objetos como bocinas, no molesten a las personas que están fuera de él, como las viviendas cercanas. En cambio, el acondicionamiento acústico se realiza para que mejore la calidad del sonido que se produce en el interior.

Uno de los problemas de los grandes edificios es adecuarlo acústicamente. Al ser espacios diáfanos se producen los efectos de eco y reverberación. Este efecto puede ser molesto y hacer que se produzca una mala comunicación entre las personas. Puede llegar a no ser un espacio adecuado para el tipo de actividad que se va a desarrollar si es excesivo.

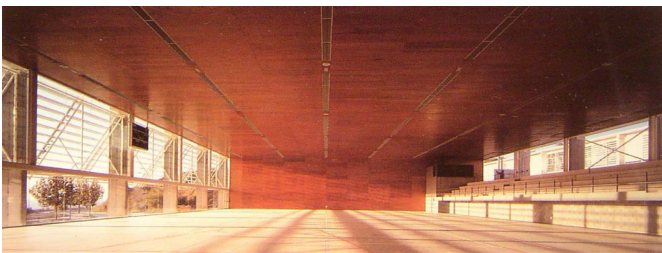


4_18 Estudio de tratamiento acústico.

También es recomendable aislar el edificio para que los ruidos fuertes que se puedan producir en el interior no molesten a los vecinos que residan en las cercanías del edificio. Este ruido puede ser producido por los usuarios, o por los asistentes a los partidos, llegando incluso a utilizar pitos o bocinas. Se puede transmitir este ruido como onda por el aire o mediante vibraciones por los elementos estructurales.

En ninguno de los pabellones tratados en este trabajo se ha realizado un estudio a fondo del aislamiento acústico del edificio, sobre todo en el volumen central de la pista, donde mayor es el tiempo de reverberación y se puede producir el efecto del "eco".

En el pabellón de Montgat se dispone la estructura que sujeta la cubierta por el exterior del edificio, como hemos visto anteriormente, esto permite crear un falso techo uniforme que se recubre de un panel perforado de madera de 7mm de espesor. Con este sistema se consigue que el sonido de disipe al rebotar contra esta superficie y no haya reverberación.



4_19 Falso techo de panel perforado.

En otros pabellones de España, pero sobre todo a lo largo de Europa y otros países del mundo, sí que podemos encontrar pabellones polideportivos que han sido especialmente tratados desde el punto de vista acústico.

La solución más frecuentemente usada es la implantación de paneles acústicos, de madera perforada o similar, lanas de vidrio y de roca, en las paredes del edificio que no tienen huecos de entrada de luz. Estos puntos suelen corresponder con las fachadas situadas detrás de las porterías y la parte interior de la cubierta. En las zonas al alcance de los usuarios es preferible no hacer tratamientos acústicos y optar por materiales lisos.

Hay que tener en cuenta a la hora de ubicar estos materiales, que algunos de ellos no son resistentes a impactos, algo muy común en un pabellón, y pueden llegar a romperse. Según el CTE, la parte que más ayuda acústicamente es el techo, más que las paredes.

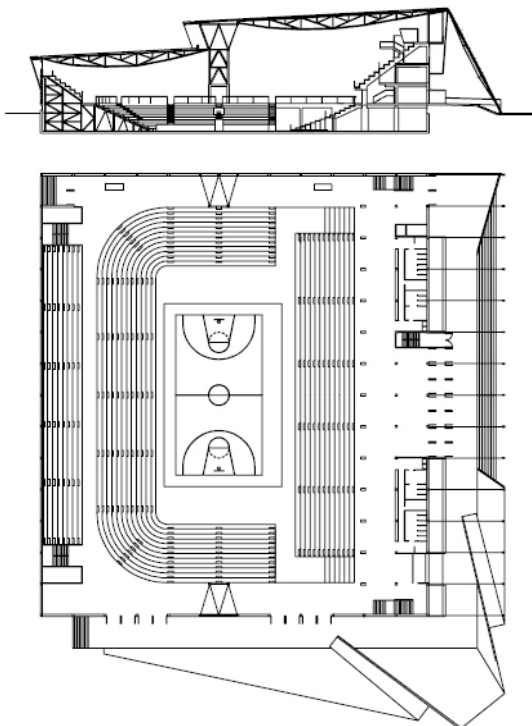


4_20 Pabellón con paneles acústicos en las paredes.

Para evitar anomalías derivadas de la geometría del espacio, es recomendable huir de las superficies cóncavas y cúpulas. Éstas producen el fenómeno de la focalización, concentrando las reflexiones en un punto. Los techos convexos favorecen el reparto equitativo del sonido.

4.5 Medidas de ahorro e innovación material

El pabellón Barris Nord, en Lleida es un ejemplo de pabellón tratado acústicamente. Los paramentos verticales se han revestido con materiales fonoabsorbentes, en la cubierta se ha puesto un falso techo que atenúa la reverberación. La cercha de la cubierta tiene forma convexa, lo que favorece la distribución uniforme del sonido por todo el espacio.



4_21, 4_22 Pabellón Barris Nord.

En el desarrollo y construcción de un edificio se han de tratar infinidad de temas especialmente relacionados con el ahorro energético, además de su correcta utilización posteriormente por parte del usuario.

Como ya hemos visto, la orientación del edificio es un método de ahorro muy importante, ya que esto ayuda a permitir una perfecta iluminación y climatización con un uso energético pequeño.

Se necesitan equipos de climatización de una potencia considerable, y se puede actuar en ellos, por ejemplo, poniendo recuperadores de calor. También se podrían utilizar otros sistemas de recuperación de energía, como cogeneración o geotermia.

La cubierta es un plano horizontal que podría servir perfectamente para la colocación de placas solares para calentar agua, o fotovoltaicas para la producción de electricidad. Esto aumentaría un poco el peso de la cubierta, pero se solventaría reforzando la estructura que la soporta. Otro de los sitios para poder colocar estas placas serían las grandes superficies de aparcamiento que se necesitan.



4_23 Placas solares colocadas en un aparcamiento.

Otro de los puntos importantes es el tratamiento material del edificio. Como hemos visto previamente, el coste de un edificio a lo largo de su vida útil depende en gran medida de los materiales empleados en su construcción, y de los métodos constructivos que se empleen.

Y en este punto es uno de los que vemos un gran margen de mejora, porque ninguno de los pabellones estudiados ha realizado un estudio del coste energético de los materiales empleados. Normalmente, se piensan sistemas que pueden funcionar bien climáticamente, como por ejemplo fachadas ventiladas, pero no en el edificio en conjunto.



4_24 Doble piel en el Pabellón de Garrucha.

Otro de los puntos donde se puede producir mayor mejora en los próximos años es en la innovación material. Se están creando nuevos materiales de construcción con propiedades novedosas y se podrían utilizar sus características para mejorar la eficiencia energética.

Uno de los materiales en los que más innovaciones se han producido en los últimos años son los vidrios. Un material necesario en la construcción de un pabellón polideportivo, por el requerimiento de iluminación natural dentro del edificio. Se pueden utilizar vidrios o materiales similares como policarbonatos o metacrilatos.

La mejor forma de tratar el asoleo de un edificio es poder controlar la cantidad de luz que entra por los huecos. Hasta ahora se podía hacer mediante la colocación de elementos opacos como lamas. En la actualidad se están estudiando unos vidrios que son capaces por sí solos, o con ayuda, de cambiar de color y oscurecerse, permitiendo variar la cantidad de radiación solar que entra al edificio.

Estos vidrios pueden oscurecerse por diferentes motivos; los vidrios electrocrómicos al paso de la electricidad, en este caso sí que se necesitaría la acción humana para que se produzca el cambio. Los vidrios fotocromáticos modifican su tonalidad

dependiendo la intensidad de la luz que les llega y los vidrios termocrómicos, que producen su variación dependiendo de la temperatura.

Con estos tipos de vidrio se podría conseguir que durante el invierno, cuando menor radiación solar y temperatura hay permitieran el paso de la luz, y en cambio, para el verano que la temperatura es mayor y hay más luz solar modificaran su color oscureciéndose e impidiendo en parte la entrada del sol al edificio, mejorando su temperatura.

Otro tipo de vidrio que en la actualidad estaría en pruebas sería el fotovoltaico. Este material sería capaz de dejar pasar la luz pero a su vez producir electricidad. Los pabellones polideportivos son un edificio con una gran superficie vidriada, o que los haría perfecto para la colocación de este tipo de materiales.

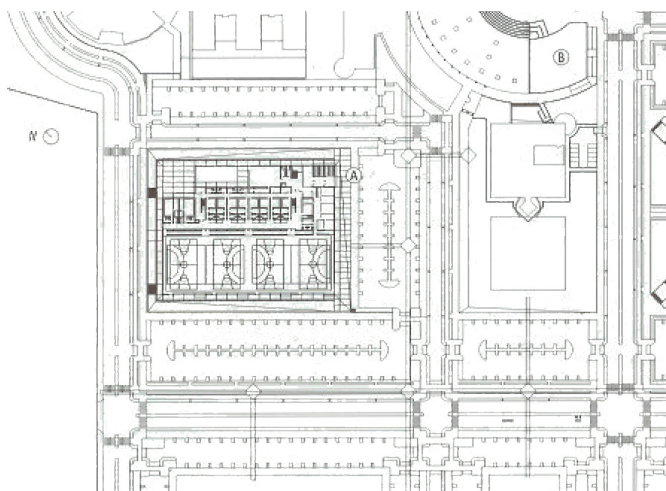


4_25 Vidrios electrocrómicos.

5.1 Aspectos generadores del proyecto

Basilio Tobías realiza el pabellón polideportivo para la Universidad Jaume I de Castellón. Es la primera obra de este arquitecto fuera de su ciudad de origen, Zaragoza.

En un entorno que puede llegar a ser considerado como “no-lugar”⁸, el arquitecto orienta su voluntad hacia la transformación. Propone la intervención del propio lugar, confiando a la pieza de arquitectura la capacidad de creación. Se propone una manipulación de la parcela, provocando un ligero hundimiento, sobre el que se posa el edificio.



5_01 Emplazamiento.

Debemos recordar las palabras con las que Mies definía la arquitectura de finales de los años 20; “ya no era únicamente una cuestión de satisfacer los fines y manipular los materiales, sino que solo puede concebirse realmente como acto vital, es decir, como la expresión de cómo se afirma el hombre frente a su entorno y cómo sabe dominarlo”⁹.

Se intenta una disolución de los límites entre espacio interior y espacio exterior, para transformar la marginalidad y agresividad del medio, dominado por diversas playas de aparcamientos, en una ocasión de proyecto.

8 Término acuñado por Marc Augé.

9 Ludwig Mies van der Rohe. Extraído de la revista Tectónica Nº15 (Cerámica), P.78. Artículo redactado por Carlos Labarta Aizpún.



5_2 Vista desde los aparcamientos.

Algunas de las decisiones del proyecto vienen dadas por la necesidad de integrar el edificio dentro del campus universitario ya existente. Una de las más importantes es la decisión del material de fachada, que la normativa de la universidad marca que sea cerámico.

Ante esta premisa, Basilio decide continuar con una investigación que le llevará a realizar la fachada mediante piezas cerámicas de 1,27 x 0,30 m fijadas a una subestructura metálica. De este modo consigue una fachada con buen comportamiento acústico y térmico, además de conseguir una correcta implantación respecto a los edificios que le rodean, contruidos de ladrillo.

Otro elemento que debe de “construir” es el programa proponiendo un sistema de orden y una articulación de espacios servidores y servidos. Satisface las demandas desde un análisis de las necesidades. Proponiendo así un recorrido desde la necesidad hacia la belleza, y no a la inversa.



5_03 Vista exterior.

El edificio se organiza en tres franjas longitudinales con diferentes alturas. La zona de más tamaño corresponde a la sala polivalente, que cuenta con unas dimensiones de 88,50 m de longitud, 12,60 m de ancho y 12,60 de altura libre. Dispone de una franja central con tres alturas y otra franja lateral con una o dos plantas dependiendo la zona.

En la sala polivalente se disponen dos pistas de balonmano o fútbol sala longitudinalmente, o cuatro pistas de baloncesto colocadas transversalmente. La franja intermedia cuenta en planta baja con almacenes, los vestuarios, y una amplia zona de administración. En primera planta se sitúan las salas destinadas a aeróbic, tatami, taekwondo y sala de musculación. Finalmente en la segunda planta las salas de instalaciones.

Carlos Labarta recoge las siguientes palabras de Mies: "Nos interesa mucho más liberar la práctica de la construcción del dominio de los especialistas en estética, para volver a convertir la construcción en aquello que siempre ha sido: construir"¹⁰.

La fachada del edificio, como ya hemos dicho, debe ser cerámica como el resto del campus. Pero en vez de usar el ladrillo, Basilio decide utilizar una pieza cerámica de 1,27 m x 0,30 m fijadas a una subestructura metálica. Esto supone la combinación de un material tradicional, como lo es la arcilla, con una construcción y montaje mediante una tecnología precisa, depurada e innovadora.



5_4 Disolución del límite en la entrada.

10 Ludwig Mies van der Rohe, 1923. Extraído de la revista Tectónica Nº15 (Cerámica), P.76. Artículo redactado por Carlos Labarta Aizpún.



5_05 Piezas cerámicas.

La arquitectura se llena de episodios donde la construcción se pone al servicio de intereses visuales. Esto se puede comprobar en los puntos donde se varía el sólido mediante unos pozos de U-glas desmaterializando una esquina para que aparezca un patio, o rasgando un frente de vidrio para que aparezca la sala de esgrima. También se consigue diluir la membrana entre interior y exterior para que fluya el espacio extendiendo los límites.

En este edificio, como en la buena arquitectura, se explicita la belleza en los estadios intermedios de la construcción.

5.2 Tecnología y construcción

Basilio Tobías es un arquitecto que en todas sus obras presta especial cuidado en la construcción de las mismas. Y en este caso, no iba a ser menos. Vamos a ver cómo todas sus decisiones vienen completamente justificadas desde el punto de vista tecnológico, climático o legislativo.

En primer lugar vamos a tratar la pista, que ha de tener el doble de la dimensión de un pabellón habitual, ya que tiene que albergar dos pistas de fútbol sala para que se pueda jugar simultáneamente en ambas (o cuatro de baloncesto dispuestas transversalmente). Dispone las pistas longitudinalmente una a continuación de la otra, para que no aumente la luz a salvar por las celosías de la estructura de cubierta, dispuestas transversalmente.

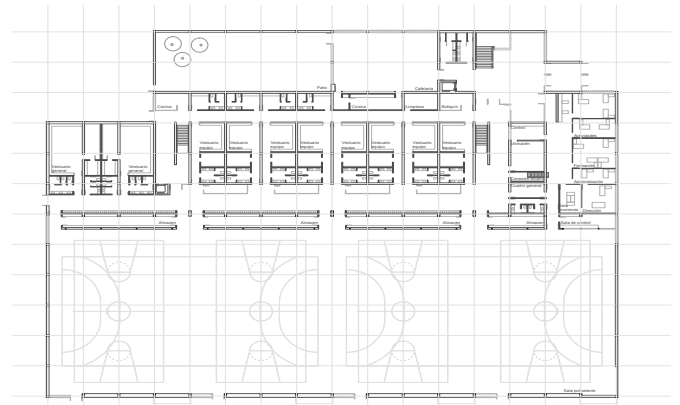


5_06 Pista.

Para que se puedan disputar varios partidos de forma simultánea, se disponen tres cortinas móviles que permiten separar las pistas. Se pueden recoger electrónicamente y permitir que sea un espacio único.

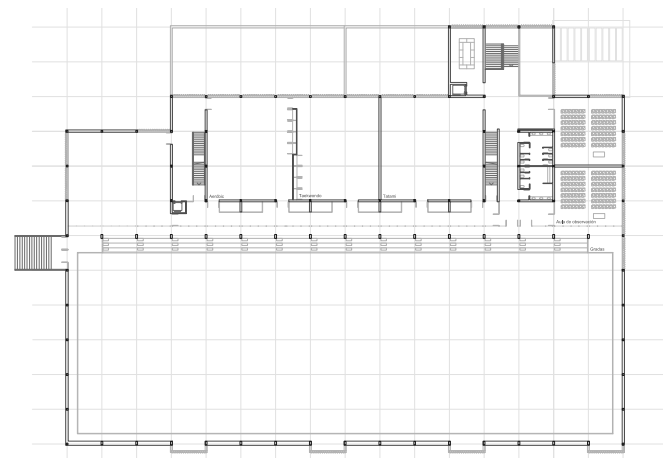
Respecto a los espacios anexos, podemos encontrar una gran variedad de espacios y usos que sirven para completar la oferta ofrecida por el pabellón polideportivo. Algunos de estos usos, como por ejemplo las aulas, vienen impuestos por la relación de dicho pabellón con una universidad.

El edificio se organiza en tres franjas longitudinales de diferente altura, en las que se va desarrollando el programa. La franja de mayor tamaño, y mayor importancia a su vez, sería la pista, con unas dimensiones de 88,50 m x 30 m y 12,60 de altura libre. Correspondería a la fachada suroeste del edificio.



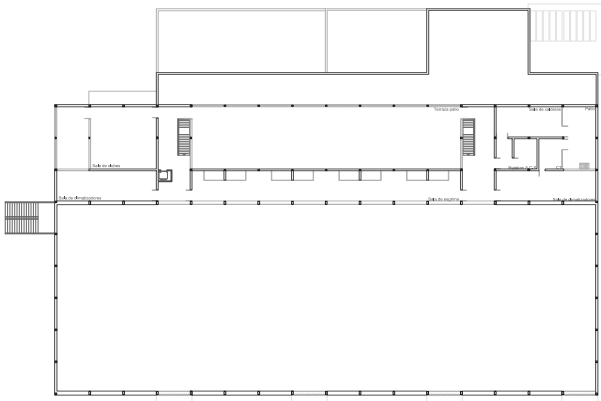
5_07 Planta baja.

En la franja central del edificio, que cuenta con tres alturas, podemos encontrar en planta baja delimitando la pista una serie de almacenes, seguidos de los vestuarios (8 con capacidad para un equipo de unas 10/12 personas cada uno) y la zona de administración. En planta primera se sitúan las diferentes salas destinadas a aeróbic, tatami, taekwondo y sala de musculación, además de dos aulas conectadas con una sala polivalente.



5_08 Planta primera.

En los extremos de la última planta encontramos espacio para la colocación de la mayoría de las instalaciones del edificio, teniendo fácil ventilación. Entre ellos hay una zona exterior que puede ser utilizada para practicar deporte.



5_09 Planta segunda.

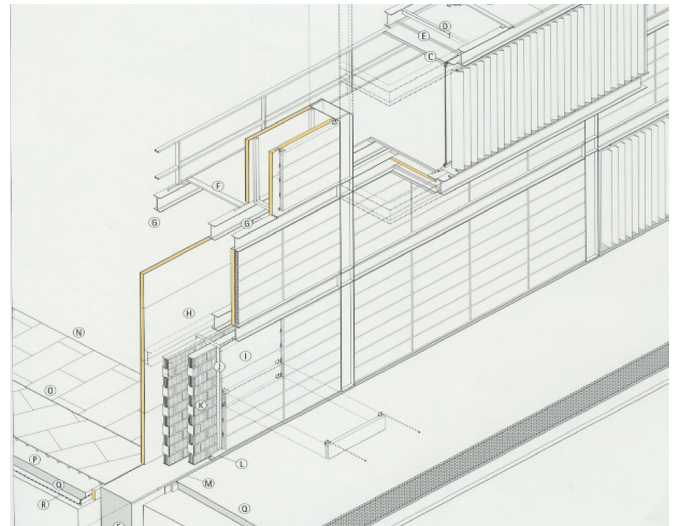
En la tercera franja, situada en la fachada noroeste, se encuentra el acceso al edificio, la cafetería y un patio. Esta parte del edificio varía entre una y dos alturas.

Las gradas se disponen en tres filas a lo largo de toda la pista, justo encima de los almacenes, para capacidad de 378 personas. Conectadas con una pasarela que rodea el perímetro de la sala a 4,50 m de altura.



5_10 Gradas.

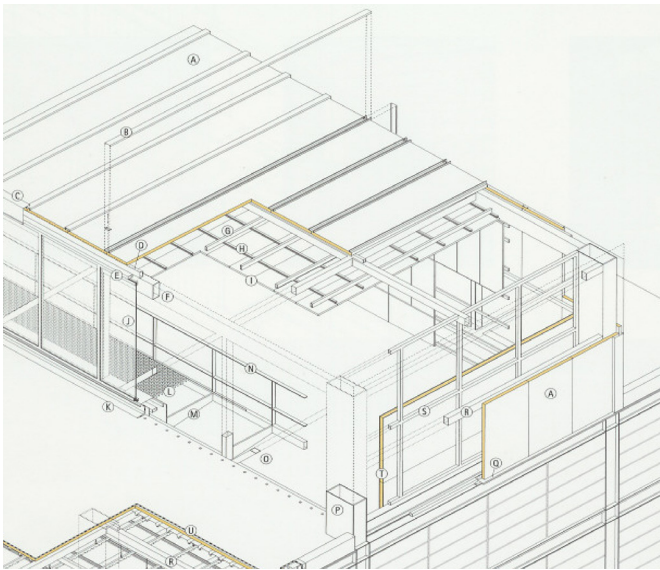
La práctica totalidad de las fachadas están resueltas, en su hoja exterior, mediante placas cerámicas de 1,27 m x 0,30 m sujetadas a una subestructura metálica mediante fijaciones de acero inoxidable. Sobre unos bastidores de tubo hueco de acero que van de viga a viga, se colocan unas bandejas de chapa lisa de acero galvanizado, a razón de cuatro a seis por módulo estructural. Sobre la cara interior de la chapa se proyecta poliuretano para asegurar la estanqueidad. Inferiormente se remata la fachada con una chapa de acero galvanizado que realiza la entrega al muro de hormigón perimetral.



5_11 Detalle constructivo fachada.

La hoja interior de la fachada varía dependiendo de la sala a tratar. En la parte inferior, se realizan uno o dos muros de bloque cerámico para enrasar superficies, colocando un trasdosado de cartón-yeso al interior. En las zonas altas se usan paneles formados por una hoja exterior de tablero de celulosa-cemento, una chapa central de poliéster extruido y una hoja interior de contrachapado de madera con acabado en abedul.

La tabiquería interior es de bloque de arcilla aligerada trasdosada con paneles de cartón-yeso o bien con guarnecidos y enlucidos con pasta de yeso. En la zona de administración se colocan mamparas de aluminio. Los falsos techos se realizan de tableros de yeso con perforaciones colgados mediante suspensiones metálicas y perfilaría, a excepción de la sala polivalente, que es un techo absorbente de virutas de madera y magnesita.

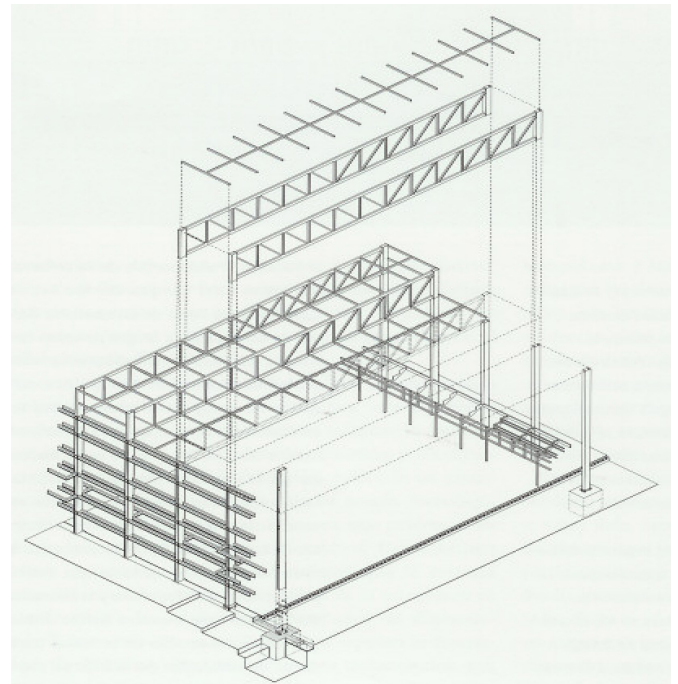


5_12 Detalle constructivo cubierta.

En las cubiertas planas se emplea hormigón ligero para la formación de la pendiente, conteniéndolo en una estructura metálica de tubos huecos agarrada a la capa de compresión. Posteriormente se vierte una capa de mortero para corregir irregularidades y encima una lámina impermeabilizante autoprottegida de polipropileno flexible.

En los lucernarios hay dos tipos de cubierta; por un lado, una cubierta deck situada a la cota alta del edificio, y por otro lado, una cubierta resuelta con paneles sándwich de chapa de acero galvanizado con acabado prelacado y núcleo de poliuretano. Estos paneles se doblan al llegar a la esquina a noventa grados, pasando a formar parte de la fachada.

El proyecto presenta dos soluciones estructurales adecuadas a las necesidades de los espacios: grandes cerchas de acero para salvar las luces exigidas en la sala polideportiva y una estructura mixta de acero-hormigón para resolver el resto de volúmenes.



5_13 Detalle constructivo de la estructura de los lucernarios.

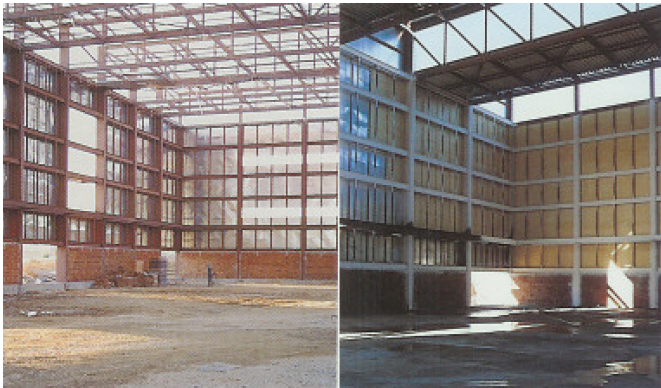
La estructura es porticada con perfiles conformados y tubos estructurales de acero anclados a la cimentación con placas de anclaje. Los forjados son losas prefabricadas pretensadas de hormigón, apoyadas en las vigas de acero a través de una junta de neopreno. Se añade a las losas una capa de compresión.

La estructura sigue una cuadrícula muy definida, que únicamente se ve alterada por las aulas de mayor tamaño en las que, para que no aparezcan pilares, se cambia la dirección de las losas. En los casos en los que es necesario se protege la estructura metálica con un proyectado de mortero ignífugo.



5_14 Vista exterior de la estructura.

La estructura metálica también compone la imagen exterior del edificio, creando el módulo que se reproduce a lo largo de todo el edificio. Esto sirve para enmarcar tanto el cerramiento cerámico como las zonas acristaladas y sus protecciones solares.



5_15 Construcción.



5_16 Construcción de la estructura.



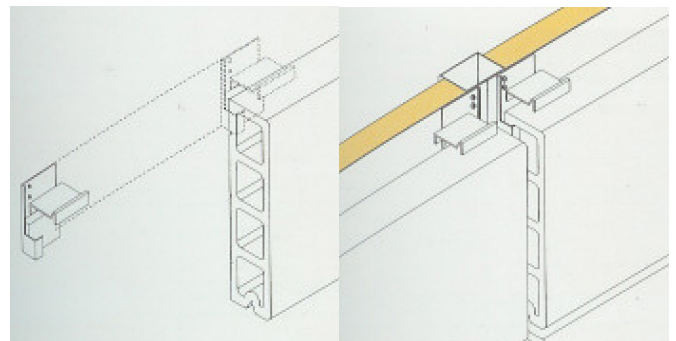
5_17 Estructura.

5.3 Tratamiento material y sostenibilidad

En el plan urbanístico de la universidad está contemplado que el tratamiento material de las fachadas del edificio ha de ser cerámico. Por este motivo, Basilio utiliza unas piezas cerámicas, que se diferencian del resto de edificios del campus, que son de ladrillo.

La utilización de estas piezas prefabricadas, le ayuda en primer lugar, a construir una fachada trans-ventilada, que trabaja mucho mejor tanto acústicamente, como térmicamente que si no lo fuera. Este material tiene una parte buena, que es de un origen renovable como el la arcilla, disponible en el planeta en grandes cantidades, y una parte negativa que es el elevado coste de producción que conlleva.

Estas piezas, al ser prefabricadas y de fácil montaje y desmontaje, ayudan a reducir el coste energético durante la construcción y el mantenimiento del edificio a lo largo de su vida útil, pues, ya que es fácil la sustitución de una de ellas en caso de rotura.



5_18 Detalle pieza cerámica.

La estructura metálica también ayuda a que se produzca una sencilla construcción del edificio, reduciendo así los costes. Criterios de rapidez en la ejecución y de la optimización del sistema constructivo expresan su lógica constructiva.

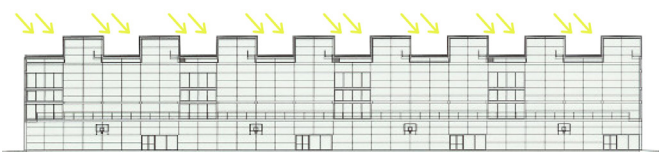
El acero del que está fabricada la estructura es un material con un grandísimo coste de producción, por las elevadas temperaturas que tienen que alcanzarse, pero tiene una vida útil muy larga, y un alto grado de aprovechamiento cuando se recicla el material.

Los huecos están protegidos por lamas verticales metálicas, orientables eléctricamente, lo que permite un control del asoleo en el interior del edificio. Desde el punto de vista estético, estos elementos se integran dentro de la retícula estructural, que adquiere un aspecto cambiante y diafragmático del mismo.



5_19 Vista del hueco.

En la zona de la pista central, se sitúan una serie de lucernarios en la cubierta, colocados transversalmente a la fachada. Permiten una entrada de luz dispersa y uniforme a lo largo de toda la pista, buena para la práctica deportiva evitando deslumbramientos. También se abren unos huecos en fachada, que son controlados electrónicamente para controlar su asoleo.



5_20 Entrada de luz por los lucernarios, sección longitudinal.

El edificio es tratado acústicamente solo en la sala polivalente, mediante la colocación de un falso techo absorbente de virutas de madera y magnesita atornillado sobre una subestructura metálica. El resto de las salas disponen de un falso techo de cantón-yeso perforado colgado mediante suspensiones metálicas.

Todos los edificios del campus están comunicados por unas galerías subterráneas por las que se llevan las instalaciones. De esta forma se consigue un fácil acceso a las acometidas y permite la comunicación de las instalaciones a través de ellas. Se han colocado varios elementos de medición de los diferentes elementos climáticos, que sirven para conocer el gasto energético del edificio, y proponer posibles mejoras.



5_21 Galerías.

Se concede una gran importancia a los dos patios interiores del edificio hacia los que vuelcan determinados espacios de relación y comunicación del edificio. El de planta baja relacionado con la cafetería, se plantea como patio ajardinado, mientras que el de planta segunda, adopta la

condición de patio-terraza protegido por una celosía metálica.



5_22 Patio superior.jpg

Estos patios crean unas adecuadas condiciones climáticas por medios naturales, además de producirse unas sugerentes continuidades espaciales entre el exterior y el interior.



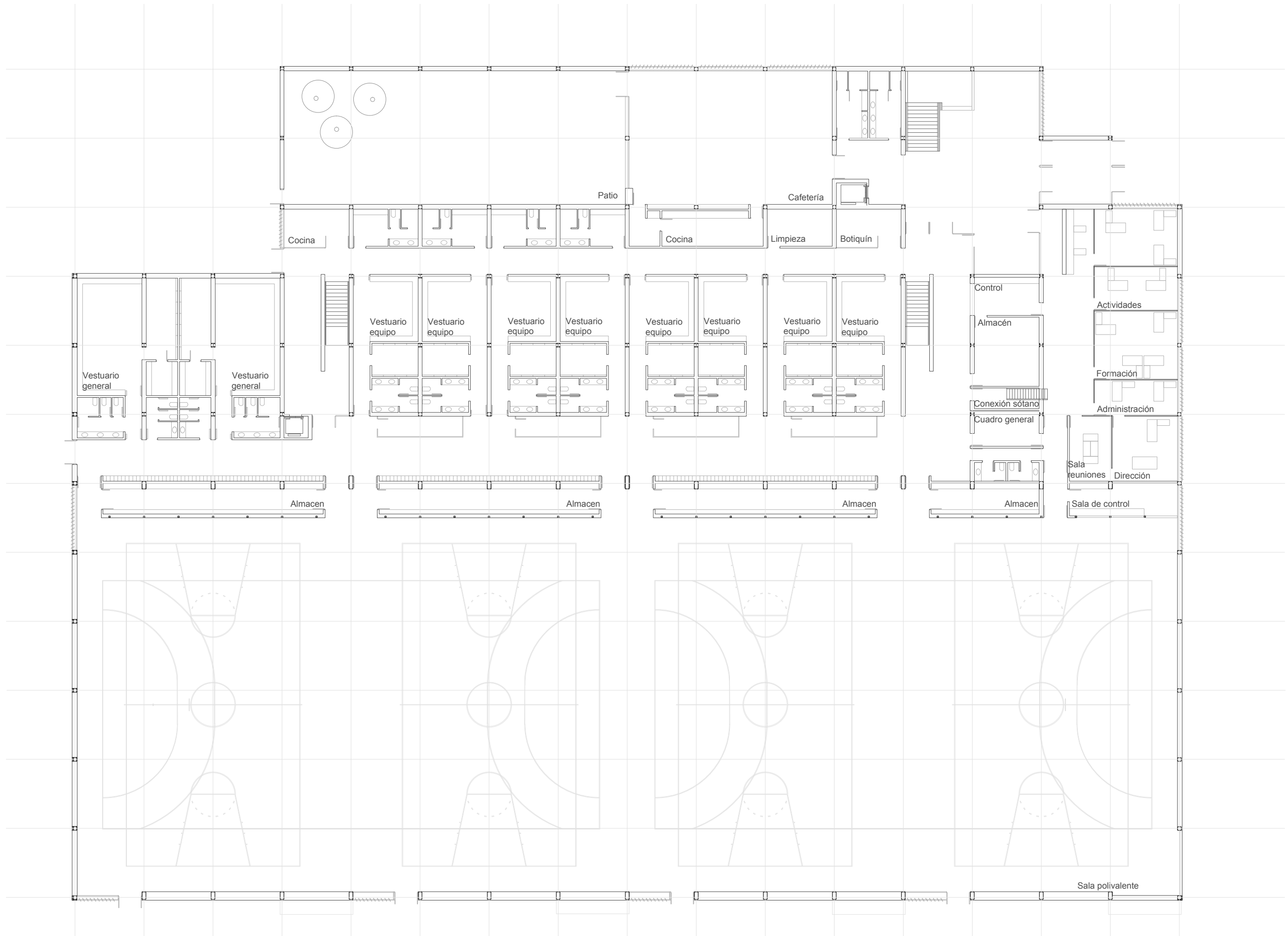
5_23 Vista del patio desde la cafetería.

5.4 Documentación gráfica

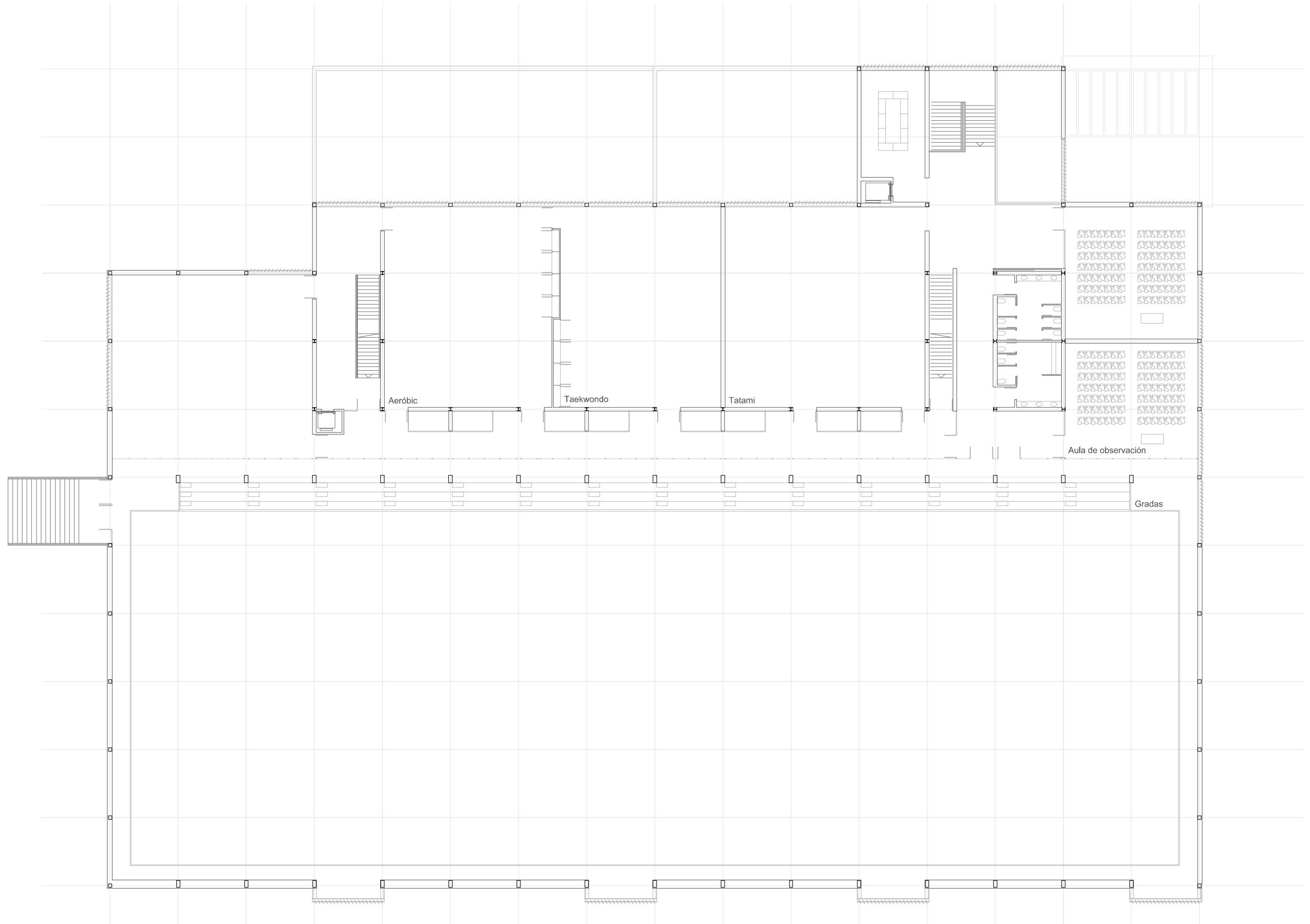
Como último apartado de este trabajo, se incluye la documentación gráfica del proyecto estudiado. En ella se intenta plasmar los temas tratados a lo largo del trabajo en un caso concreto.

En esta documentación se incluyen las 3 plantas del edificio, además de la planta de cubiertas, y los 4 alzados.

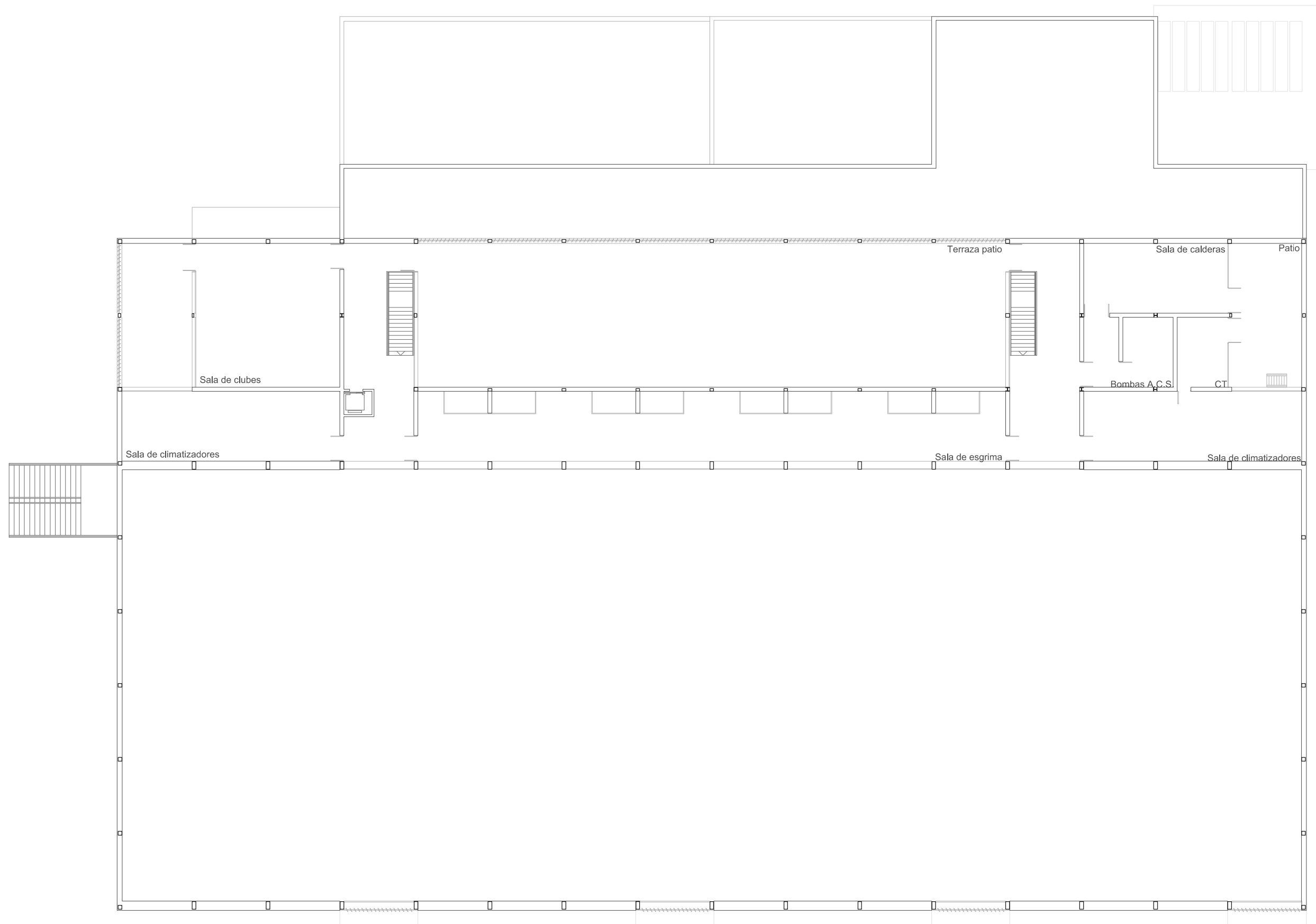
Estos planos han sido elaborados partiendo de unos planos básicos facilitados por el arquitecto Basilio Tobías Pintre.



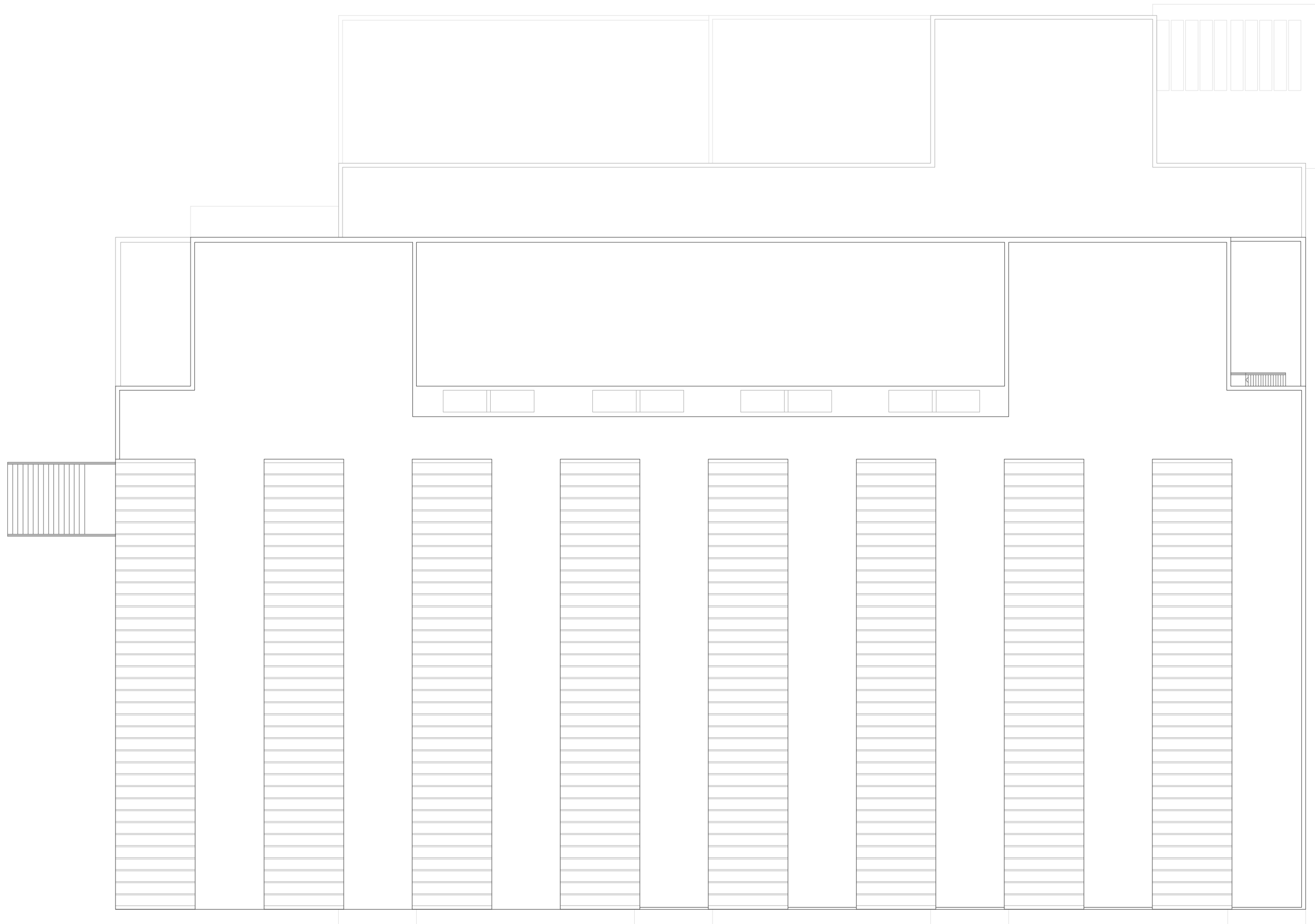
Planta baja (escala 1:300)



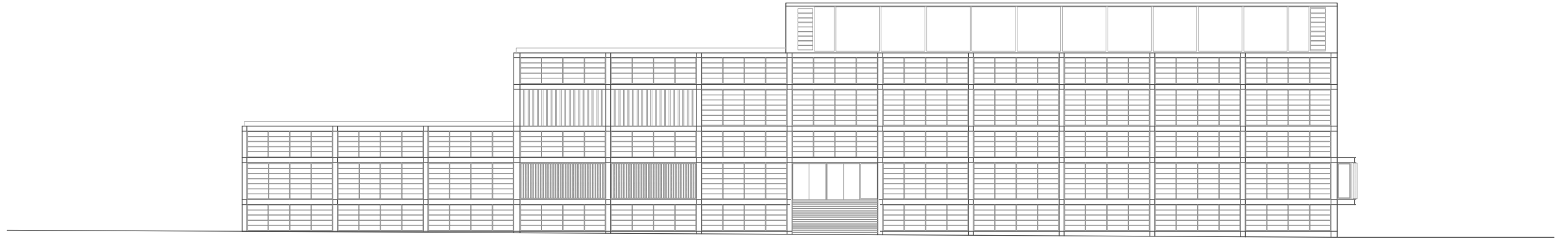
Primera planta (escala 1:300)



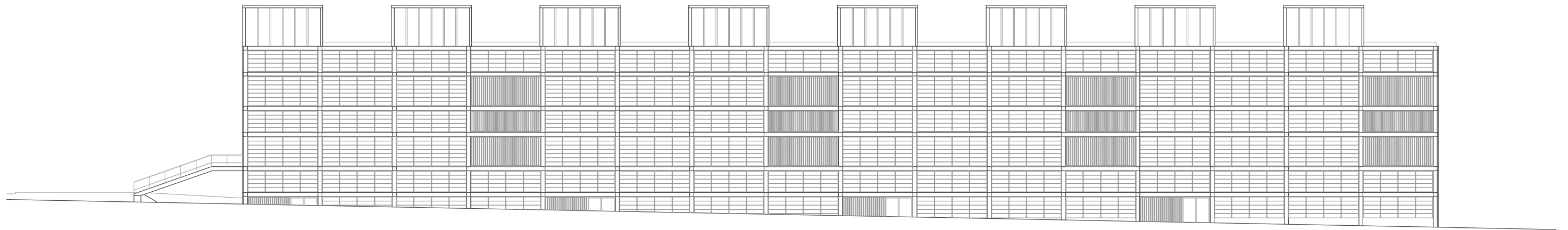
Segunda planta (escala 1:300)



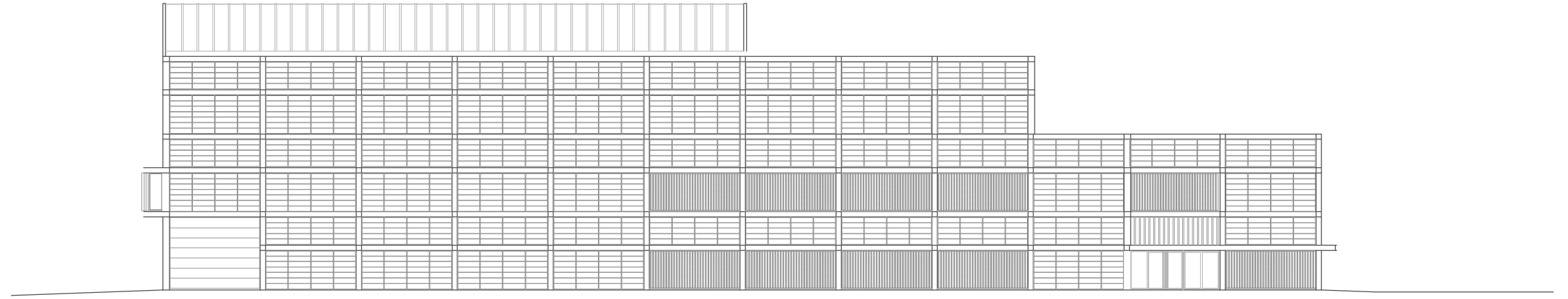
Planta de cubiertas (escala 1:300)



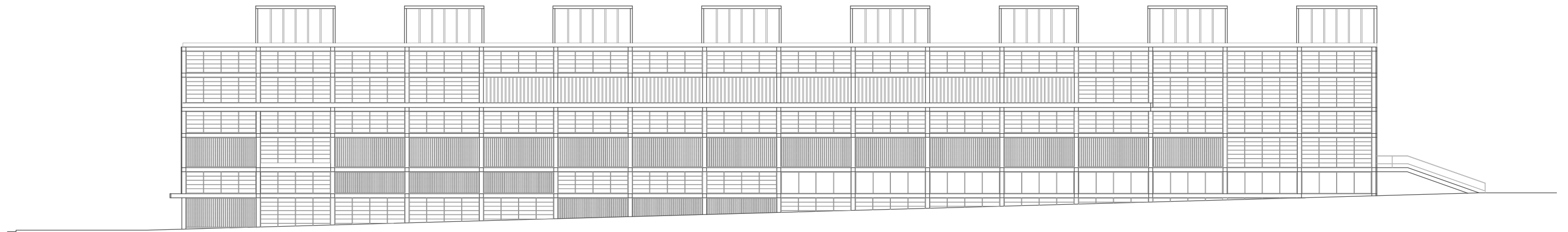
Alzado noroeste (escala 1:300)



Alzado suroeste (escala 1:300)



Alzado sureste (escala 1:300)



Alzado noreste (escala 1:300)

Conclusiones:

Los pabellones polideportivos son una tipología edificatoria que cumple con los requisitos básicos para acoger los llamados "deportes de interior". Se ha producido una evolución de los edificios deportivos, desde la antigüedad, hasta llegar a los modelos actuales, y hay que seguir investigando para cumplir con las necesidades que nos exijan en un futuro.

Tras haber estudiado los seis ejemplos de pabellones polideportivos, hemos podido comprobar la flexibilidad de estos edificios. Todos ellos son capaces de dar cabida a la actividad deportiva a la que están especialmente destinados, pero además, son capaces de acoger actividades culturales y actos sociales de gran variedad. En muchos casos, estos espacios están asociados a otros edificios con diferente uso y se complementan mutuamente.

Estos edificios ocupan una gran superficie de terreno en planta, tanto construido, como zona destinada a aparcamiento. Hay una orientación más favorable desde el punto de vista de eficiencia energética, aunque en algunos casos, debido a la implantación urbanística dada previamente, no es posible su colocación. Los pabellones normalmente son edificios de uso público. Son grandes espacios vacíos en la ciudad, que en momentos puntuales son focos de actividad dentro del barrio.

En la mayoría de ellos no se han tenido en cuenta medidas de ahorro a la hora de diseñarlos, lo cual añadido a las grandes dimensiones, puede suponer un elevado gasto en las arcas públicas. Esto se podría paliar en cierta medida utilizando medidas de ahorro pasivas, especialmente teniendo en cuenta el material usado y la forma de construirlo. Se están desarrollando nuevos materiales y técnicas que van enfocadas en este camino del ahorro energético. Los materiales prefabricados ayudan a reducir el coste energético del edificio en su construcción, y durante su mantenimiento, facilitando la sustitución de las piezas ante posibles imperfecciones.

En los pabellones polideportivos hay un espacio común a todos ellos que es la pista, de unas dimensiones reglamentadas. Estas son las medidas que condicionan el diseño del resto de los espacios. También importante es la estructura, que debe salvar grandes luces para permitir dejar el espacio de juego completamente diáfano. El cerramiento permite mantener las condiciones climáticas necesarias para la práctica del deporte en el interior. Los demás elementos pueden variar dependiendo de las necesidades de cada pabellón.

Algunas de las partes del edificio se han de diseñar teniendo en cuenta el uso específico que tiene, priorizando los materiales resistentes al desgaste y a los impactos. Requieren bastante porcentaje de superficie transparente, ya sean vidrios o similares, para cumplir con los requerimientos de iluminación que se exigen en su interior.

Este trabajo se ha concebido para confeccionar, junto con el TFG de otros compañeros, una publicación que trate los aspectos más importantes que debe afrontar el arquitecto a la hora de diseñar un edificio deportivo. Un libro que contenga todos los aspectos necesarios para empezar su diseño, pudiéndose completar con documentos más técnicos conforme se avance en su definición.

Páginas web:

<http://tectonicablog.com/docs/Oli.pdf>

<http://tectonicablog.com/docs/Guntin.pdf>

<http://tectonicablog.com/?p=12272>

http://fundacion.arquia.es/files/public/media/6grz5I1tlwtvy50R10BpjO7iwJw/MzY3OTA/MA/pdf_concurso.pdf?profile=

<http://www.csd.gob.es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/actuaciones-en-el-ambito-tecnico/1normasNIDE/02nide1/03NormProyCamPq/salas-y-pabellones/5-condiciones-de-planificacion-de-necesidades>

<http://www.csd.gob.es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/actuaciones-en-el-ambito-tecnico/1normasNIDE/02nide1/03NormProyCamPq/salas-y-pabellones/6-condiciones-de-diseno-tipologias-de-salas-y-pabellones/>

<http://www.csd.gob.es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/actuaciones-en-el-ambito-tecnico/1normasNIDE/02nide1/03NormProyCamPq/salas-y-pabellones/7-condiciones-de-diseno-caracteristicas-y-funcionalidad-de-salas-y-pabellones>

http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/ctcd-docs/normativa/781_fichas_tecnicas_de_instalaciones_deportivas_pbl_v_09_01_15.pdf

http://esports.gencat.cat/web/.content/home/arees_dactuacio/equipaments_esportius/full_tecnic_deequipaments_esportius/full_tecnic_2001-2005/fullte36c.pdf

<http://panelesacusticos.blogspot.com.es/p/colegios.html>

<http://www.terra.org/categorias/articulos/los-prefabricados-en-la-construccion-ecologica>

Título: Pabellones polideportivos de tamaño medio; tecnología, construcción y sostenibilidad

Autor: Ángel Cardiel Valiente

Directores: Fernando Kurtz Rodrigo y Belinda López Mesa

Departamento de construcción arquitectónica



Universidad Zaragoza