



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Estadios de fútbol: tecnología,
construcción y sostenibilidad

Autor

Fernando Lobato García

Directores

Fernando Kurtz Rodrigo
Belinda López Mesa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)
2015

Estadios de fútbol: tecnología, construcción y sostenibilidad

Resumen

Este trabajo analiza el estadio de fútbol como elemento arquitectónico cada vez más importante dentro de la ciudad, desarrollando los aspectos constructivos que lo componen. Para ello se realiza una revisión de la tipología de estadio de fútbol desde su origen hasta la actualidad, analizando su evolución tecnológica para obtener las tendencias a futuro de este tipo de instalaciones.

En primer lugar, mediante un rápido repaso de los diferentes estadios a lo largo de la historia, se entenderá el gran desarrollo que en un corto espacio de tiempo han sufrido este tipo de recintos. Los estadios de fútbol analizados en profundidad corresponderán a la época más actual, pues la mayor parte de los avances estructurales, constructivos y tecnológicos se han concentrado en la última década.

Esta evolución se analiza tanto tipológica como programáticamente, entendiendo la relación urbana que tiene con la ciudad en la que se ubica. Posteriormente se hace un estudio pormenorizado de las diferentes soluciones para cada uno de los elementos constructivos que conforman un estadio de fútbol, incluyendo a su vez los aspectos relacionados con el bienestar y acondicionamiento de estos edificios.

El análisis en profundidad de un estadio de fútbol concreto respaldará los aspectos desarrollados en el trabajo, incluyendo a su vez planos en detalle de la instalación y diferentes fotografías del proceso constructivo.

Debido al elevado consumo energético y gran superficie que ocupan estas instalaciones, todos los aspectos relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia energética tienen una carga importante en la investigación.

Índice.**1. Introducción. El estadio de fútbol.**

1.1. Evolución histórica.....	7
1.2. Los nuevos estadios: los domes.....	10

2. Aspectos generadores del proyecto. El lugar y el programa de necesidades.

2.1. El estadio como identidad propia de la ciudad.....	13
2.2. La topofilia: ¿remodelación o traslado del estadio?.....	15
2.3. Programa de usos y necesidades.....	17
2.3.1. Zona deportiva.....	17
2.3.2. Zona de espectadores.....	20
2.3.3. Zona de prensa.....	24

3. Tecnología y construcción. Elementos propios de un estadio de fútbol.

3.1. El césped.....	27
3.1.1. Sistemas de drenaje.....	31
3.1.2. Sistemas de riego.....	33
3.1.3. Sistemas de calefacción.....	34
3.1.4. Sistemas de ventilación.....	35
3.2. El graderío.....	36
3.3. La cubierta.....	41
3.4. La iluminación.....	43

4. Bienestar e higiene. Instalaciones, eficiencia energética y sostenibilidad.

4.1 Emplazamiento y orientación.....	47
4.2. Contaminación lumínica y acústica.....	49
4.3. Flexibilidad.....	50
4.3.1. Flexibilidad en el graderío.....	51
4.3.2. Flexibilidad en la cubierta.....	52
4.3.3. Flexibilidad en el terreno de juego.....	54
4.3.4. Flexibilidad total: estadios multifuncionales.....	55
4.4. Aprovechamiento de recursos naturales.....	58

5. Aplicación a un caso concreto. Estadio Allianz Arena (Munich, Alemania).

5.1. Aspectos generadores del proyecto.....	67
5.2. Tecnología y construcción.....	71
5.2.1. Estructura principal y secundaria.....	71
5.2.2. Fachada de ETFE.....	74
5.2.3. Instalaciones y sostenibilidad.....	77
5.3. Documentación gráfica.....	78

Conclusiones.....	89
-------------------	----

Referencias bibliográficas.....	90
---------------------------------	----

Referentes estudiados.



Stade de France (París, Francia)

Inauguración: Enero de 1995.

Arquitecto: Macary, Zublena y Regembal.

Capacidad: 81.300 espectadores (fútbol y rugby) / 75.000 espectadores (atletismo).



Amsterdam Arena (Amsterdam, Países Bajos)

Inauguración: Agosto de 1996.

Arquitecto: Rob Schuurman y Sjoerd Soeters.

Capacidad: 52.700 espectadores.



Veltins Arena (Gelsenkirchen, Alemania)

Inauguración: Diciembre de 2000.

Arquitecto: Hentrich Petschnigg & Partner.

Capacidad: 54.700 espectadores.

Referentes estudiados.

Sapporo Dome (Sapporo, Japón)

Inauguración: Marzo de 2001.

Arquitecto: Hiroshi Hara.

Capacidad: 42.300 espectadores.



Estadio Mineirão (Belo Horizonte, Brasil)

Inauguración: Abril de 2013.

Arquitecto: BCMF arquitectos.

Capacidad: 58.200 espectadores.



Allianz Arena (Múnich, Alemania)

Inauguración: Mayo de 2005.

Arquitecto: Herzog & de Meuron.

Capacidad: 75.000 espectadores.

Prefacio.

El fútbol es sin ninguna duda el deporte más practicado por las personas. El hecho de que sus reglas sean muy sencillas en comparación con otras disciplinas, que se trata de un deporte en equipo que fomenta la colaboración entre los deportistas y que resulta una práctica cultural que favorece la creación de identidades hicieron que el fútbol experimentara una rápida popularización desde sus comienzos en la década de 1850 hasta convertirse en la actualidad en un fenómeno de masas.

La plasmación del fútbol como espectáculo tiene lugar en el estadio: estas construcciones resultan vacías de sentido y representación hasta que el público las toma y transforma su significado. Estos primeros contenedores de multitudes del siglo XX resultan muy poco eficientes, pues son ocupados de forma muy ocasional y el coste económico-territorial es muy elevado. Por este motivo, se plantea una evolución de estos recintos hacia un modelo multifuncional de "domes" o instalaciones deportivas formadas por monumentales estructuras móviles que facilitan el cambio de dimensiones o capacidad según el evento que se celebre.

Este trabajo trata de analizar los aspectos constructivos y tecnológicos que permitirán dar el paso hacia este nuevo recinto deportivo basado en la flexibilidad absoluta mediante el análisis de recintos ya existentes que permiten la versatilidad de elementos como césped, graderío o cubierta. Una parte importante del estudio se basará a su vez en las posibles estrategias de ahorro energético y sostenibilidad desarrolladas ya en diferentes estadios de fútbol gracias al programa "Green Goal" de la FIFA. Esto es fundamental hoy en

día en cualquier equipamiento deportivo y más aún en el caso de una instalación con una elevada ocupación en planta y expuesta a un gran consumo de energía en un corto espacio de tiempo.

Debemos entender que los estadios de fútbol no sólo son espacios públicos que pertenecen a la ciudad y a los ciudadanos, sino también lugares que forman parte de la memoria histórica de nuestra sociedad con acontecimientos que van más allá del deporte: la victoria del atleta negro Jesse Owens en el Estadio Olímpico de Berlín en 1936, ante la atenta mirada de Adolf Hitler, o el triunfo de la selección sudafricana de rugby en el estadio Ellis Park de Johannesburgo en 1995, que conseguiría unificar el país y superar al fin el apartheid, lo ejemplifican claramente.

Una segunda parte del trabajo incluirá un análisis técnico y constructivo del estadio Allianz Arena de Munich, construido por Herzog & de Meuron en 2005, valorando todos los aspectos tratados en la primera parte. Este recinto ha acogido finales del más alto nivel futbolístico y constituye un buen ejemplo de innovación material, buena acústica y excelentes medidas sostenibles.

“Una vez por semana, el hincha huye de su casa y asiste al estadio. Flamean las banderas, suenan las matracas, los cohetes, los tambores, llueven las serpientes y el papel picado; la ciudad desaparece, la rutina se olvida, sólo existe el templo. En este espacio sagrado, la única religión que no tiene ateos exhibe a sus divinidades. Aunque el hincha puede contemplar el milagro, más cómodamente, en la pantalla de la tele, prefiere emprender la peregrinación hacia este lugar donde puede ver en carne y hueso a sus ángeles, batiéndose a duelo contra los demonios de turno...”

Extracto del libro “El fútbol a sol y sombra” de Eduardo Galeano (1940-2015).

1

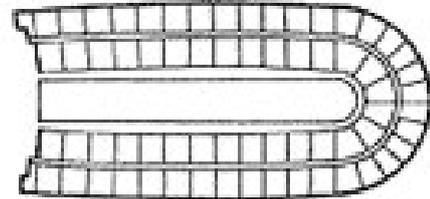
Introducción. El estadio de fútbol.

La necesidad de construir un recinto donde albergar un espectáculo de grandes masas se remonta varios siglos atrás. Estos escenarios perviven aún en la actualidad y se hallan inmersos en un fuerte proceso de reinterpretación, adoptando nuevos usos con el objetivo de atraer a un público más variado.

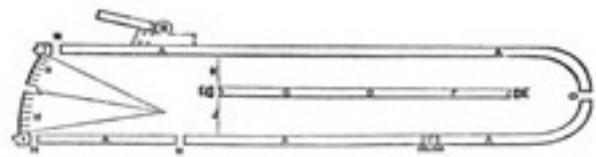
1.1. Evolución histórica.

Los primeros estadios se construyeron en la Antigua Grecia y tenían como deporte principal al atletismo. Estos estadios, cuyo término proviene del griego "stadion", poseían una forma en "U" y constaban de dos tribunas paralelas y una curva. El cuarto lado permanecía abierto y proyectaba tanto a atletas como a espectadores hacia el paisaje circundante. El hipódromo griego era el estadio dedicado a las carreras de caballos. La forma básica era similar pero la "U" se cerraba por sus cuatro lados, el espacio central era más amplio y en ambos extremos del recinto se colocaban dos columnas en torno a las cuales giraban los carros y los caballos.

El gran éxito que tuvieron los acontecimientos deportivos en Grecia contribuyó a que se continuara construyendo este tipo de instalaciones en el mundo romano. El circo estaba destinado a carreras de caballos, espectáculos y representaciones que conmemoraban los acontecimientos del Imperio. Su tipología constructiva era similar a la del hipódromo griego: una planta longitudinal cuyos lados mayores eran rectos, un lateral rematado en semicírculo y el otro con forma de curva poco pronunciada. El espacio central estaba dividido por una spina o eje longitudinal que separaba la "arena" en dos partes y en torno a la cual los carruajes giraban dando vueltas para disputar las carreras.



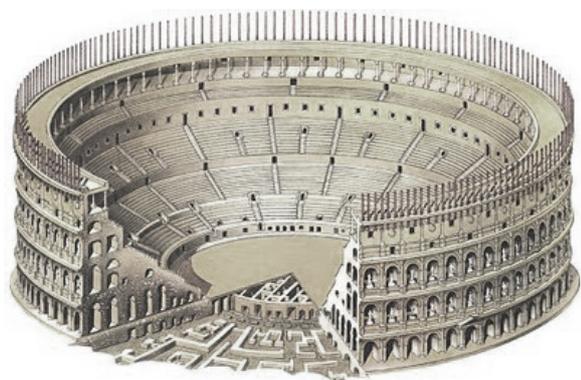
[1.01] Planta del estadio griego. Olimpia, s.I a.C.



[1.02] Planta del Circo Máximo. Roma, s.I a.C.

La creación de un edificio destinado específicamente a las luchas entre gladiadores y las naumaquias dio lugar a un nuevo recinto: el anfiteatro. El Coliseo Romano, construido en el siglo I, fue sin duda el más importante de la época. Las filas de gradas estaban divididas según la clase social y podía acoger hasta 50.000 espectadores. Su construcción fue un hito tecnológico y en él se utilizaron las más variadas técnicas de construcción: pilastras y arcos colocados sin argamasa, sillares sujetos con grapas metálicas y bóvedas que se realizaron vertiendo el cemento directamente sobre las cimbras de madera.

El edificio se ubicó sobre una laguna, lo que obligó a excavar hasta 14 metros de limos inservibles y a realizar una cimentación de casi 13 metros de hiladas de piedras y argamasa de cal. Todo el subsuelo de la arena era un complejo de túneles y calabozos donde se alojaban los gladiadores y los animales, cuya salida a la superficie se realizaba mediante montacargas que se utilizaban durante el espectáculo. El Coliseo contaba con una cubierta de tela desplegable accionada mediante poleas configurando así uno de los estadios más importantes de la antigüedad.



[1.03] Esquema del Coliseo. Roma, s.I d.C.

Los espectáculos deportivos no se prolongaron en el tiempo ya que, después de que el culto cristiano fuera legitimado por Constantino en el siglo IV, quedaron prohibidos por ser considerados paganos. Este hecho motivó la suspensión de los Juegos Olímpicos y que la atención se centrara en la construcción de iglesias y catedrales a lo largo de la época medieval. Los recintos deportivos griegos y romanos fueron abandonados progresivamente y algunos se convirtieron en mercados o plazas mientras que otros se demolieron para reutilizar sus materiales de construcción.

Pocos acontecimientos deportivos tuvieron lugar durante casi quince siglos hasta que a finales del siglo XIX se volvieron a disputar los Juegos Olímpicos en 1896. Las olimpiadas modernas renovaron así la atención y la expectativa mundial del deporte, generando eventos internacionales de gran trascendencia. El primer estadio que acogió a los primeros Juegos de la modernidad fue el reconstruido estadio Panathinaiko en Atenas, con una planta compuesta de dos lados paralelos y otros dos curvos. Esta forma constituye una herencia de los primeros estadios de la Antigua Grecia y, en la actualidad, se continúa empleando como planta tipo en las pistas de atletismo.

El incremento que el deporte tuvo en las primeras décadas del siglo XX se tradujo en la construcción de instalaciones para la práctica de diferentes disciplinas. El fútbol fue la que más adeptos iba ganando y pronto se convirtió en un espectáculo, lo que tuvo como consecuencia inmediata la creación del primer recinto de gran capacidad en las ciudades: el estadio de fútbol.

La primera generación de estadios se dio entre 1900 y 1950 cuando el fútbol se consolidó como un deporte de masas. Tenía único fin de albergar una gran cantidad de espectadores en una época donde no existía la televisión y las actividades sólo se podían ver en el propio estadio. Las instalaciones eran incómodas, austeras y los servicios básicos. Los asientos eran de hormigón e incluso, en muchos estadios, los espectadores estaban de pie.

La funcionalidad y la capacidad fueron los principales conceptos utilizados en estos primeros recintos. Como resultado se obtenían estadios sencillos y prácticos que cumplían con la función pero que tenían servicios pobres, ya que el confort del espectador no era tenido en cuenta como criterio básico.

Los estadios de esta primera generación tomaron varias formas hasta finales de los años 80 cuando tuvieron que enfrentarse a una reducción repentina en el número de espectadores debido, principalmente, a la cobertura televisiva de los eventos deportivos más importantes. Para volver a ganar adeptos, los estadios comenzaron a equiparse con rigurosos criterios de **confort** para mejorar la experiencia del aficionado en el campo: una mejor visualización de la cancha, con tribunas techadas y un mayor número de servicios sanitarios, incluyendo también zonas de restauración, vías de salidas más cortas,

mayor número de puertas de acceso y más espacio para cada espectador. Los estadios se equiparon también con zonas dedicadas a los sistemas de radio y televisión, así como con instalaciones de iluminación artificial que possibilitaban los partidos nocturnos, brindando nuevas experiencias al espectador.

Por otro lado, la **seguridad** en el interior del estadio era inexistente, lo que motivó un elevado número de tragedias que se llevaron la vida de multitud de espectadores debido a avalanchas, peleas y desplomes de graderíos. Por ello, la FIFA determinó un protocolo en donde se establecían una serie de condiciones mínimas de seguridad. Dentro de los estadios del fútbol profesional siempre se debía incluir una sala de control de seguridad con vista al interior del estadio y diferentes salas de primeros auxilios para atender a los espectadores que requieran asistencia médica. Se extendió, a su vez, el uso de instalaciones de comunicación con el público, sistemas de vigilancia de circuito cerrado y el uso de señalizaciones en puertas, pasillos, escaleras y vías de evacuación. La prohibición de graderíos de gente a pie ayudó a reducir la capacidad de las recintos y controlar las evacuaciones de los mismos.



[1.04] Tragedia de Valley Parade. Bradford, 1985.

Fallecieron 56 personas calcinadas al causarse un incendio y formarse un taponamiento en las salidas del estadio.

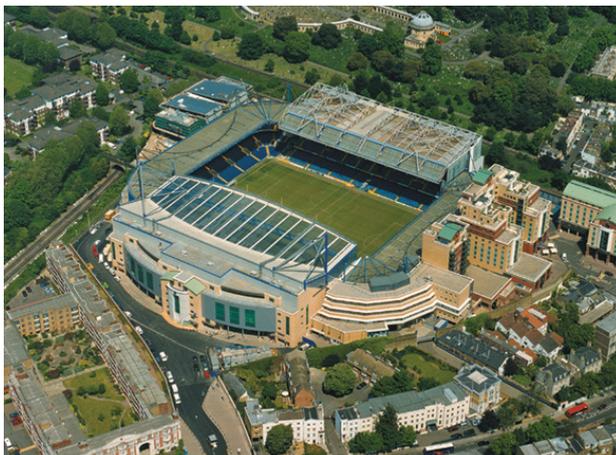
El fútbol pasó a ser un bien más consumido por la sociedad. La publicidad y el **marketing** no estuvieron ajenas al deporte y se incluyeron distintas actividades comerciales dentro de los estadios: museos, salas de conferencias, zonas de recepción, salas para los patrocinadores y empresas, palcos privados, visitas guiadas, tiendas y restaurantes se volvieron populares en los estadios junto con áreas recreacionales. Se genera un nuevo concepto de estadio asociado no sólo con actividades deportivas durante los fines de semana sino, además, con diferentes usos terciarios en los días laborables.

Los estadios de fútbol se han convertido en los recintos de mayor capacidad dentro de las ciudades. Este hecho plantea la posibilidad de que estos lugares se flexibilicen y exista una **multiplicidad de usos**, sea deportiva o no, transformando su configuración inicial con infinidad de innovaciones tecnológicas: techos retráctiles, césped móvil o sistemas de sonido de alta calidad. Para satisfacer todas las exigencias del público, los estadios se hicieron flexibles con múltiples usos capaces de ofrecer una configuración óptima para el desarrollo de espectáculos. El estadio flexible atrae público durante todo el año y se convierte en una nueva centralidad urbana.

Esta realidad multifuncional no es ajena a los recintos ya construidos, ya que muchos de ellos se encuentran en áreas privilegiadas dentro de nuestras ciudades y han asumido diferentes usos para que los clubes obtengan otras fuentes de financiación. Un ejemplo de esta evolución histórica de los estadios puede verse en Stamford Bridge (Londres), que en la actualidad cuenta con un alto grado de confort para el aficionado y diferentes usos terciarios anexos. Esta nueva inyección económica ha convertido al equipo local, el Chelsea, en uno de los clubes más importantes del mundo.



[1.05] Estadio Stamford Bridge. Londres, 1877.



[1.06] Estadio Stamford Bridge. Londres, 2013.

1.2. Los nuevos estadios: los domes.

Los estadios actuales, a diferencia de los realizados en gran parte del siglo pasado, no tienen una forma preestablecida. La implementación de las más avanzadas innovaciones tecnológicas los convierten en los precursores de los más profundos cambios, tanto constructivos como estructurales, de la arquitectura contemporánea. Estos recintos asumen el papel de nuevos iconos urbanos y se sitúan en el centro del proceso evolutivo de las ciudades, ya que tienden a crear nuevos vectores de crecimiento.

Siguiendo los modelos actuales de estadios de fútbol, éstos se construyen respondiendo a un concepto de instalación deportiva cada vez más globalizado: un **edificio multifuncional** que no sólo ofrece usos deportivos sino también comerciales y hosteleros. Tiendas, gimnasios, restaurantes y hoteles aumentan el volumen de espacio arrendable, lo cual se traduce en una mayor sostenibilidad y viabilidad del proyecto en su conjunto. De este modo, mientras la superficie de césped es la misma desde hace más de un siglo, el perímetro construido adopta cada vez mayor espesor, convirtiendo al estadio en la pieza arquitectónica de mayor escala dentro de nuestras ciudades.

De este modelo consumista parte la premisa por la que tanto clubes como administraciones apuestan por construcciones cada vez más **flexibles**, capaces de adaptarse a diferentes eventos de modo que su uso deje de ser ocasional y exclusivo para el fútbol. Los superestadios o "domes" comenzaron a construirse ya en EEUU en la década de 1960, en diferentes recintos destinados al fútbol americano, béisbol y baloncesto. En Europa, sólo los principales clubes de fútbol apuestan por este modelo y su consolidación resulta mucho más lenta, debido al gran peso que tienen las tradiciones en un deporte con tantos años de antigüedad.

Los estadios constituyen los recintos de mayor aforo dentro de nuestras ciudades. Resulta fundamental dotarlos de infraestructuras que faciliten la adaptación a varias capacidades en función de si el equipo local asciende o desciende de categoría. Por otro lado, la posibilidad de utilizar el estadio como un escenario cerrado para un evento cuando el club está jugando fuera beneficia, no sólo social y culturalmente a la ciudad, sino también económicamente al club que lo ofrece.



[1.07] Estadio Astrodome. Houston, 1965.

La posibilidad de cubrir un estadio de fútbol incrementará la **comodidad** del espectador, construyendo así recintos climatizados con aire acondicionado o calefacción. Otra vía puede ser que los estadios sean más interactivos a través de redes inalámbricas que permitan a los espectadores conectarse a las redes sociales desde su propio asiento. Pero, sobre todo, la clave fundamental para mantener el público en los escenarios deportivos se debe basar en incrementar el poder de la experiencia real sobre la virtual: potenciar al público como elemento necesario del espectáculo puede ser un factor determinante, incluyendo mejoras acústicas que multipliquen los cánticos y generen una experiencia única.

Entender la **sostenibilidad** medioambiental como valor fundamental de la arquitectura del presente y futuro resulta más que necesario. Por este motivo, el máximo organismo futbolístico (FIFA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) redactaron una normativa al respecto: el Green Goal. Dicho programa se desarrolló para la celebración de la Copa del Mundo de Alemania en 2006, en cuya planificación se tuvieron en cuenta, por primera vez en la historia, los diferentes aspectos medioambientales.

Se adoptaron medidas adecuadas a las circunstancias locales, con objeto de reducir el impacto del acontecimiento en el medio ambiente, sin que ello supusiera un perjuicio para otros factores, como la economía y una organización adecuada del torneo.

Las principales metas son la reducción del uso de agua potable, la creación de un sistema de energía más eficiente empleando fuentes renovables como el sol o el viento y el incremento del transporte público entre ciudades y estadios. Dichas metas deberán contribuir al establecimiento de un clima más neutral en relación con la emisión de ciertos gases que producen el efecto invernadero.

Referencias a documentos gráficos del apartado 1.

[1.01] Planta del estadio griego. Olimpia, s.I a.C.
Extraído de <http://www.farq.edu.uy/tesinas/tesinas/estadios-de-futbol-mirada-sobre-la-evolucion-y-tendencia-a-futuro/>.

[1.02] Planta del Circo Máximo. Roma, s.I a.C.
Extraído de <http://www.farq.edu.uy/tesinas/tesinas/estadios-de-futbol-mirada-sobre-la-evolucion-y-tendencia-a-futuro/>.

[1.03] Esquema del Coliseo. Roma, s.I d.C.
Extraído de <http://timerime.com/es/periodos/2203401/ANTIGUA+ROMA/>

[1.04] Tragedia de Valley Parade. Bradford, 1985.
Extraído de <http://www.vavel.com/es/futbol-internacional/inglaterra/157470-bradford-1985-la-tragedia-de-valley-parade.html>

[1.05] Estadio Stamford Bridge. Londres, 1877.
Extraído de <https://www.chelseafc.com/>

[1.06] Estadio Stamford Bridge. Londres, 2013.
Extraído de <https://www.chelseafc.com/>

[1.07] Estadio Astrodome. Houston, 1965.
Extraído de <http://www.columbia.edu/cu/gsap/BT/DOMES/HOUSTON/astro17.jpg>

2

Aspectos generadores del proyecto. El lugar y el programa de necesidades.

La relación de un estadio de fútbol con el entorno urbano donde se inserta resulta especialmente crítica dada la envergadura de este tipo de recintos. El gran número de espectadores que acoge hace que todas y cada una de las partes del programa de necesidades estén reguladas por criterios de seguridad y confort.

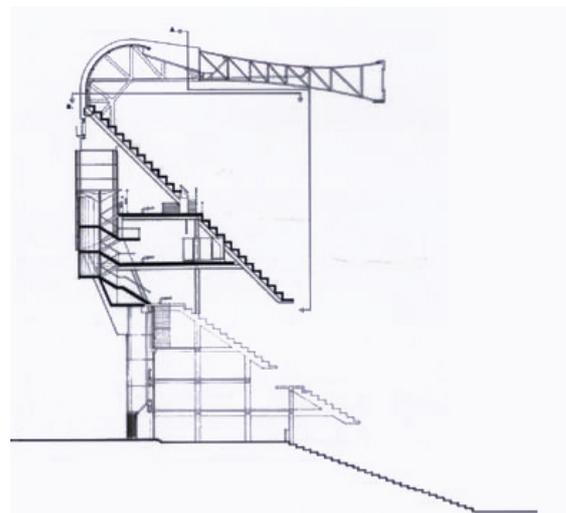
2.1. El estadio como identidad propia de la ciudad.

Los estadios constituyen espacios de inusuales dimensiones que, por su magnitud, tienen un gran impacto en el contexto urbano. Por eso es muy importante la integración de estas instalaciones deportivas en el área urbana contribuyendo así a la economía local, al bienestar ciudadano y a la identidad propia de la ciudad.

El estadio plantea un problema de especial interés en lo referente a su ubicación dentro del tejido urbano. Es conveniente que se encuentre en una zona céntrica para comodidad y economía de la ciudad, pero hoy en día, no se disponen de áreas centrales tan grandes para la construcción de nuevos recintos. Por este motivo, la medida más adoptada es la de ubicarlos a las afueras de las ciudades. Este traslado al extrarradio debe ir acompañado de la implantación de numerosas infraestructuras de transporte y vías de comunicación que, dependiendo del caso, se ven justificadas o no.

Es necesario situar al estadio en un lugar suficientemente amplio para ofrecer espaciosas y seguras áreas externas de circulación y actividades públicas. De este modo se garantiza, además, la disponibilidad de espacio suficiente para realizar futuras ampliaciones y trabajos de remodelación.

Muchos estadios famosos en todo el mundo se encuentran atrapados en medio de áreas fuertemente urbanizadas, encerrados entre calles y edificios. Esta situación privilegiada les permite obtener fuertes ingresos mediante la implantación de diferentes usos terciarios en el perímetro e interior del estadio, razón por la que suele descartarse el traslado a otras áreas semiurbanas o periféricas. El estadio Santiago Bernabéu en Madrid, por ejemplo, ha ampliado su capacidad hasta el límite de la parcela y, tras sucesivas remodelaciones, ha configurando unas tribunas excesivamente verticales.



[2.01] Sección del estadio Santiago Bernabéu tras sucesivas ampliaciones. Madrid, 1994.



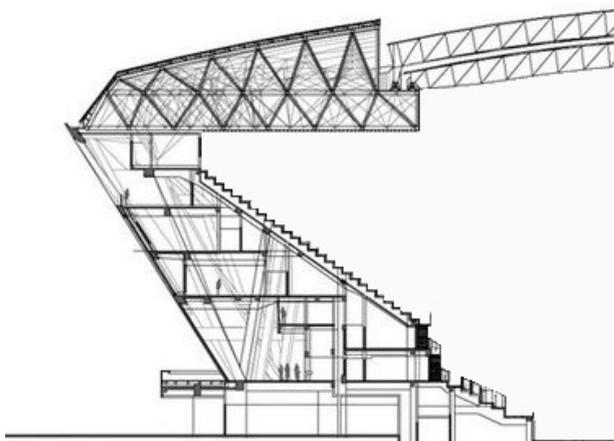
[2.02] Estadio Santiago Bernabéu. Madrid, actualidad.

Los estadios son, además, una referencia cultural y social. El sentido de pertenencia a un equipo deportivo se traslada al estadio y hace que los ciudadanos se apropien de él. Las grandes instalaciones deportivas contribuyen a la construcción de identidades colectivas en las áreas periféricas de las ciudades que, debido a un crecimiento excesivamente rápido y desordenado, suelen estar despensadas .

Hay numerosos ejemplos que muestran hasta qué punto las instalaciones deportivas o la celebración de eventos en un momento dado logran reforzar este sentimiento de identificación con un lugar. Los Juegos Olímpicos de Barcelona fueron una buena muestra de cómo el planeamiento revitalizó zonas degradadas de la ciudad, creando áreas en las que sus habitantes se identificaban con el barrio porque se sentían afortunados de la nueva imagen de la zona. Barrios como la Villa Olímpica o el Vall d'Hebron son buenos ejemplos de los impactos positivos de esta estrategia.

Una construcción de esta envergadura también tiene consecuencias negativas en la ciudad: el riesgo de generar zonas despobladas entre semana que se congestionan con tránsito y ruido durante el fin de semana o la creación de barrios alrededor del estadio que no se integran en el tejido de la ciudad.

No es posible hablar de comportamientos habituales de las ciudades ante la construcción de un gran equipamiento deportivo, ya que las características de cada lugar son muy diferentes. Sin embargo, siempre se verifica una constante: las ciudades crecen hacia los estadios. Estos funcionan como un polo de atracción urbana, principalmente por las infraestructuras que generan alrededor, servicios y vías de comunicación.



[2.03] Sección del estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.



[2.04] Estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.

La implantación del estadio en el extrarradio de la ciudad en 1996 fue acompañada de la construcción de una importante zona comercial llamada Arena Boulevard.

El estadio del Ajax en Amsterdam, por ejemplo, se construyó en una zona del extrarradio. La creación de un Masterplan específico con diferentes usos terciarios y administrativos en las inmediaciones han convertido al área en una zona densamente poblada. La inclusión de dos autopistas y un línea de metro permite una rápida comunicación con la ciudad y ha desarrollado un crecimiento urbano de la misma hacia el sur.

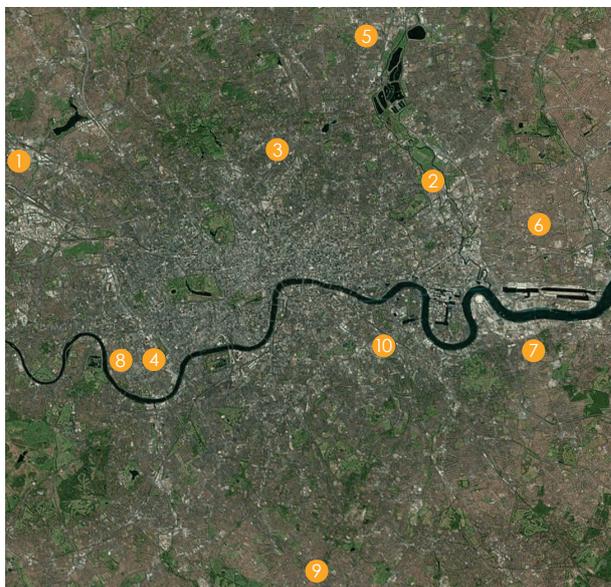
2.2. La topofilia: ¿remodelación o traslado del estadio?

Los clubes de fútbol son una de las mayores fuentes de identificación de la comunidad: los seguidores que se reúnen en el estadio asumen que ese lugar pertenece al equipo y, por tanto, también les pertenece a ellos. Por consiguiente, se genera un afecto incondicional hacia el lugar donde se ubica el recinto.

Inglaterra representa, sin ninguna duda, el ejemplo más paradigmático de esta situación debido al fuerte peso de la tradición histórica y cultural. De hecho, el primer partido de fútbol se disputó en la Universidad de Cambridge y data de mediados del siglo XIX, momento a partir del cual fueron fundándose diferentes en todo el país. Estos equipos de fútbol, la mayoría de ellos con más de un siglo de antigüedad, tienen una fuerte vinculación con el lugar donde fueron fundados. El traslado a otro lugar genera un fuerte rechazo por una amplia parte de la sociedad y, aunque pueda beneficiar económicamente a todas las partes, muchas veces se opta por evitar esta decisión.

Esta situación se magnifica en la ciudad de Londres, ya que dentro de su área metropolitana se pueden localizar hasta un total de diez estadios con una capacidad superior a los 20.000 espectadores. De hecho, los dos recintos más modernos y de mayor capacidad no poseen ningún equipo como local al situarse en zonas sin ningún tipo de arraigo histórico.

En Estados Unidos, sin embargo, no se produce esta "topofilia". Los clubes son franquicias independientes que se mueven por el país y los estadios no se construyen de forma exclusiva para la práctica de un único deporte. Suelen ser de propiedad pública y son muy flexibles, pudiéndose destinar a diferentes actividades.



[2.05] Distribución de estadios de fútbol en la ciudad de Londres.

1.Estadio de Wembley (90.000 espectadores) / 2.Estadio Olímpico de Londres (80.000 espectadores) / 3.Emirates Stadium (60.000 espectadores) / 4.Stamford Bridge (42.000 espectadores) / 5.White Hart Lane (36.000 espectadores) / 6.Upton Park (35.000 espectadores) / 7.The Valley (28.000 espectadores) / 8.Craven Cottage (26.000 espectadores) / 9.Selhurst Park (26.000 espectadores) / 10.The Den (20.000 espectadores).

La diferencia entre ambos modelos no viene dada únicamente según el país donde se ubique el estadio. Entidades con presupuestos muy elevados, como Real Madrid o F.C. Barcelona, tienden a apostar por el modelo inglés al disponer de fondos suficientes como para afrontar la construcción y mantenimiento de un estadio en propiedad. Esta misma autosuficiencia económica les permite, a través de sucesivas remodelaciones, mantener el estadio en posiciones muy céntricas y obtener un gran volumen de ingresos mediante la explotación de diferentes usos terciarios.

La mayoría de los equipos de fútbol son clubes modestos que disputan sus encuentros en un estadio municipal. Son las administraciones públicas, dueñas de estos recintos, las que apuestan preferiblemente por el modelo

americano mediante el traslado de los estadios a la periferia donde el precio del suelo es menor. Estas operaciones se basan en la rentabilidad económica, pues la venta del terreno que ocupaba el estadio con anterioridad suele financiar gran parte de la nueva construcción realizada. Sin embargo, el éxito de estos movimientos no siempre está garantizado. El estadio del Real Murcia, por ejemplo, estaba ubicado anteriormente en el centro de la ciudad y fue trasladado en 2006 a Churra, una población situada a más de 5km. La lejanía del recinto ha reducido a menos de la mitad la asistencia media de espectadores al campo.

Además, este tipo de operaciones pueden ser fruto de la especulación urbanística, como ya ha ocurrido en España en numerosas ocasiones: un grupo inmobiliario compra un terreno de tipo rústico a un precio muy bajo y, tras una recalificación a suelo urbanizable por parte del ayuntamiento, se multiplica enormemente el valor del metro cuadrado. La posterior construcción y venta de viviendas a precios muy elevados queda amparado, previamente, con un acuerdo con las instituciones que legitiman este proyecto.



[2.06] Estadio Nueva Condomina. Murcia, 2006.

Ejemplo del modelo americano. Este tipo de operaciones resultan muy rentables económicamente; sin embargo, corren un serio riesgo de ver disminuida la asistencia de aficionados si el estadio se aleja demasiado de la ciudad.



[2.07] Estadio Viejo y Nuevo San Mamés. Bilbao, 2014.

Ejemplo del modelo inglés. La compra del solar adyacente por parte del Athletic Club a la antigua Feria de Muestras ha permitido construir un nuevo estadio, de mayor capacidad y en el mismo emplazamiento.

Como ya se ha mencionado, la ejecución de un estadio y de todas las infraestructuras necesarias para garantizar su correcto funcionamiento conlleva una gran inversión que rara vez puede ser asumida por un club de fútbol. Por ello, la construcción de estos recintos por iniciativa pública suele suscitar controversia ya que la ciudadanía lo ve como un gasto destinada a un club privado.

Este pensamiento está cambiando en la actualidad, pues las numerosas innovaciones tecnológicas y constructivas permiten realizar recintos multifuncionales de gran aforo. Estos nuevos escenarios, que dejan de tener un uso exclusivamente futbolístico, se convierten en nuevos nodos de nuestras ciudades gracias a la flexibilidad que los caracteriza, acogiendo actos deportivos, culturales o de otra índole. El estadio de fútbol se convierte en una instalación pública al servicio de la ciudad y rentabiliza el espacio disponible en ella.

La necesidad de construir un nuevo recinto puede surgir porque un estadio existente ha quedado **obsoleto**. Los clubes deportivos crecen y necesitan de instalaciones deportivas

mayores. Además, las normativas locales y federativas son cada vez más estrictas y, en caso de no reunir los requisitos mínimos, no se autoriza la disputa de encuentros en dicho recinto. Dicha situación suele darse cuando un equipo modesto logra meterse en la élite del fútbol profesional.

Por otro lado, se puede realizar un planeamiento destinado a satisfacer las necesidades deportivas de la población como el "Golden Plan" (Alemania, 1960) o el "Plan Ideal de Instalaciones Deportivas" (España, 1968). Estas **iniciativas funcionalistas** se basan en la reubicación de los estadios. Se suelen llevar a cabo en un contexto socioeconómico favorable y dan como resultados importantes logros sociales, aunque no son toleradas de igual manera por los seguidores de los clubes deportivos. En España, durante la década de los setenta y ochenta, el Estado comienza su intervencionismo en el planeamiento de la ciudad como fórmula para consolidar nuevos barrios.

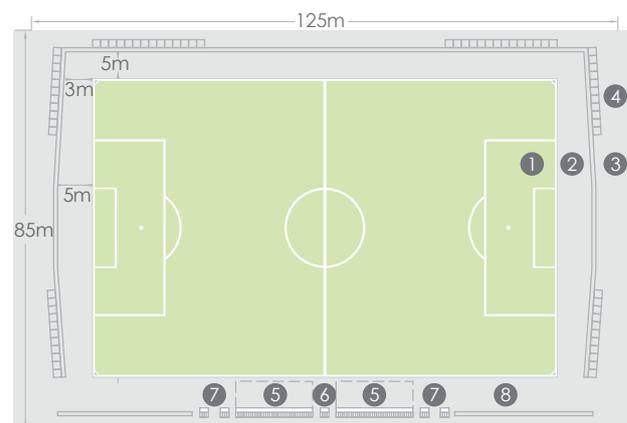
2.3. Programa de usos y necesidades.

La característica común entre todos los estadios del mundo es el terreno de juego, donde los **jugadores** disputan los partidos. Sus dimensiones permanecen inalterables desde el origen del fútbol. La aparición del **público** requirió la construcción de tribunas, así como de diferentes piezas programáticas. Los recintos aumentaron notablemente de escala y, ante la consolidación del fútbol como un espectáculo de masas, fue necesario introducir un tercer nivel dentro de los mismos: los **periodistas**. Esta diferencia entre uso deportivo y recreacional será fundamental para entender el funcionamiento de un estadio de fútbol y los diferentes usos que puede llegar a reunir.

2.3.1. Zona deportiva.

Los criterios de la FIFA dictaminan que la práctica de fútbol a nivel profesional se debe realizar, como mínimo, en un terreno de juego de 105 metros de longitud y 68 metros de anchura. Estas dimensiones no son obligatorias para el fútbol semiprofesional, pero la mayoría de los terrenos de juego construidos en la actualidad, incluso en colegios, barrios y pueblos, cumplen con estas condiciones.

Se requiere, además, un área llana alrededor del campo de juego para el precalentamiento de los jugadores y la circulación de los árbitros asistentes, personal del estadio y medios de comunicación. Se recomienda que este sector tenga una anchura mínima de 8.5 m en los costados y de 10 m en los extremos del terreno de juego. El revestimiento de dicha área deberá ser similar al del terreno de juego, aunque si el campo de juego tiene césped natural se podrá utilizar uno artificial de la más alta calidad. De este modo, las dimensiones totales del terreno de juego con el área auxiliar serán, como mínimo, de 125 metros de longitud y 85 metros de anchura.



[2.08] Dimensiones mínimas del terreno de juego.

1.Terreno de juego 105 x 68m / 2.Zona de césped 115 x 78m / 3.Zona auxiliar 125 x 85m / 4.Posición de los fotógrafos / 5.Banquillo / 6.Cuarto árbitro / 7.Banco equipo médico / 8.Zona de precalentamiento /

Por muy pequeña que sea la escala del recinto, este uso deportivo se deberá complementar con una pieza de vestuarios, donde tanto los futbolistas como los árbitros puedan vestirse y asearse tras la disputa de un partido. Como mínimo se deben de disponer de dos **vestuarios de jugadores**, aunque la FIFA recomienda aumentar el número hasta cuatro en recintos multifuncionales.

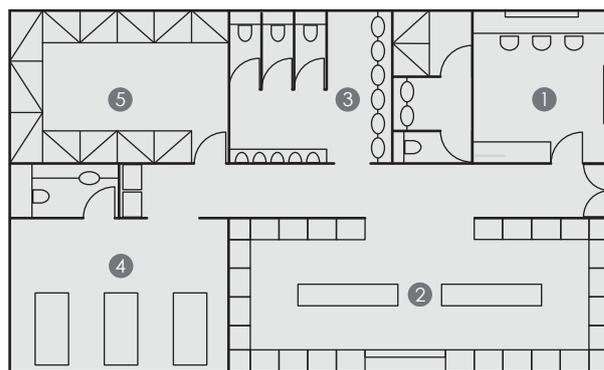
Es esencial que los dos vestuarios principales del estadio tengan la misma superficie, estilo y nivel de confort, ya que frecuentemente se observa que el vestuario del equipo local es infinitamente superior al ofrecido al equipo visitante. Se situarán bajo la tribuna principal y tendrán una superficie mínima de 200 m², siendo inaccesibles para el público y los medios informativos. Cada uno de ellos contará con una zona de 80 m² de vestuario completamente equipado con bancos y armarios para un mínimo de 25 personas.

La sala de masajes tendrá una superficie mínima de 40 m² y deberá ser una habitación independiente del vestuario pero contigua al mismo, contando con espacio suficiente para dar servicio a tres futbolistas al mismo tiempo. Los aseos y duchas, de 50m², serán también contiguos al vestuario. Contarán como mínimo con 11 duchas, 5 lavabos, una pileta para los pies, un fregadero para limpiar el calzado, un sector para secarse con toalleros, 3 urinarios y 3 inodoros. En estos recintos del más alto nivel será obligatorio disponer una sala de entrenadores de 30 m² con acceso directo al vestuario y aseo privado.

Los estadios contarán, además, con un **vestuario de árbitros** con una superficie mínima de 24 m². Este recinto deberá contar con bancos y armarios para 4 personas. Los aseos e instalaciones sanitarias deberán estar

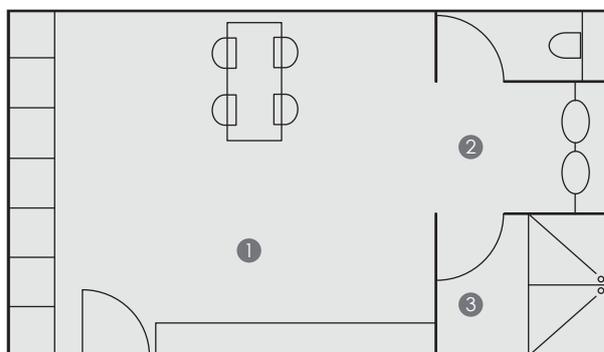
contiguos, con acceso privado, y dispondrán como mínimo de 2 duchas, un lavabo, un urinario, un inodoro y un fregadero para limpiar el calzado.

Se deberá disponer una **sala de primeros auxilios y de atención médica** de 50 m² lo más cerca posible de los vestuarios de los equipos y del terreno de juego. Su uso será exclusivo para futbolistas y árbitros. Los vehículos de emergencia tendrán fácil acceso y tanto puertas como corredores que conducen a dicha sala deberán ser lo suficientemente anchos para permitir el paso de camillas o sillas de ruedas.



[2.09] Esquema de los vestuarios de los jugadores en un estadio de fútbol.

1.Oficina del entrenador / 2.Vestuario / 3.Aseos / 4.Sala de masajes / 5.Sala de instalaciones.

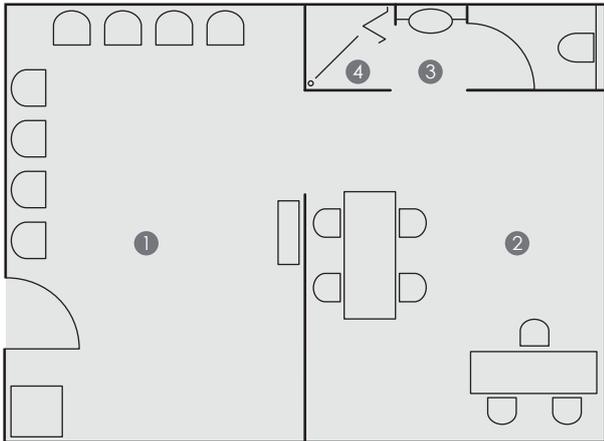


[2.10] Esquema de los vestuarios de los árbitros en un estadio de fútbol.

1.Vestuario / 2.Aseo / 3.Duchas.

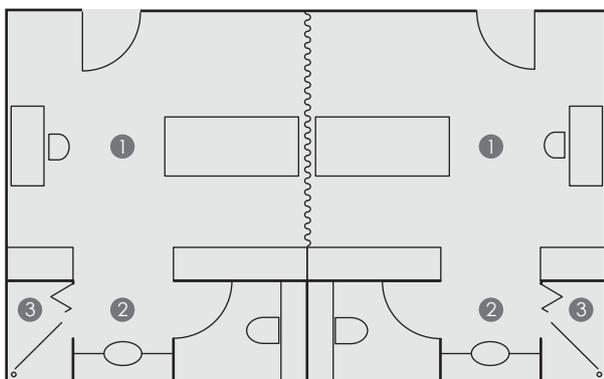
Cada estadio deberá disponer, cerca de los vestuarios de los equipos y árbitros e inaccesible para el público y los medios informativos, de una **sala para controles de dopaje** con una superficie mínima de 36 m². Deberá diferenciarse una zona de retretes para la extracción de muestras, una zona de trabajo para la manipulación de éstas y, por último, una sala de espera.

Los vestuarios de los jugadores deben hallarse a ambos lados del acceso principal al campo de fútbol. Esta zona se denomina **túnel de**



[2.11] Esquema de la sala de control de dopaje en un estadio de fútbol.

1.Sala de espera / 2.Sala de extracción de muestras / 3.Aseo / 4.Ducha.

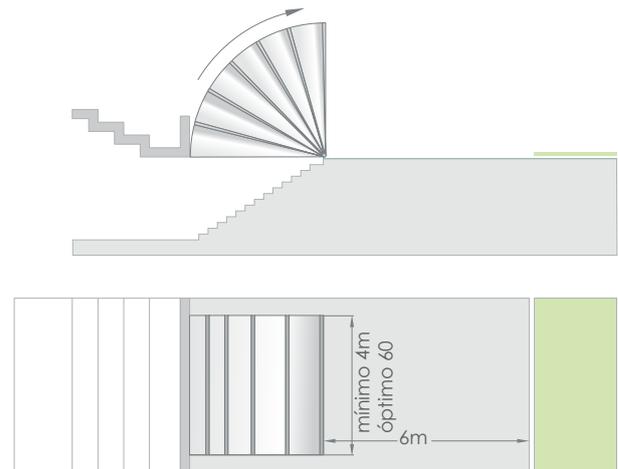


[2.12] Esquema de la sala primeros auxilios y de atención médica en un estadio de fútbol.

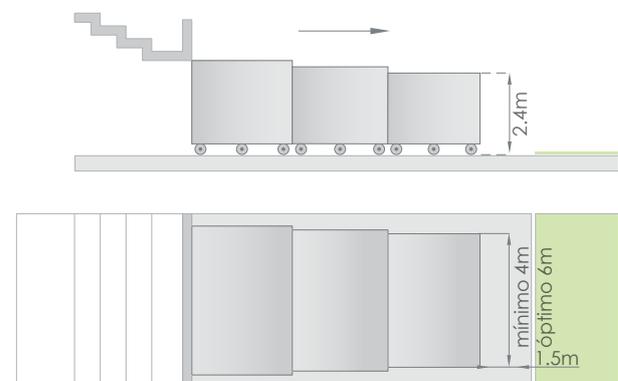
1.Sala de examen / 2.Aseo / 3.Ducha.

vestuarios. El acceso al terreno de juego se lleva a cabo mediante un fuelle móvil o telescópico no inflamable que protege a jugadores y árbitros de posibles agresiones por parte de los espectadores. Estos sistemas se tienen que poder extender y retraer rápidamente para que, cuando un jugador entre al campo de juego o lo abandone, se puedan utilizar sin constituir una obstrucción visual para los espectadores.

El túnel de vestuarios deberá presentar unas dimensiones mínimas de 4 m de anchura por 2.4 m de altura y se sitará en la línea media del lado de la tribuna principal.



[2.13] Fuelle móvil de acceso al terreno de juego.



[2.14] Túnel telescópico de acceso al terreno de juego.

2.3.2. Zona de espectadores.

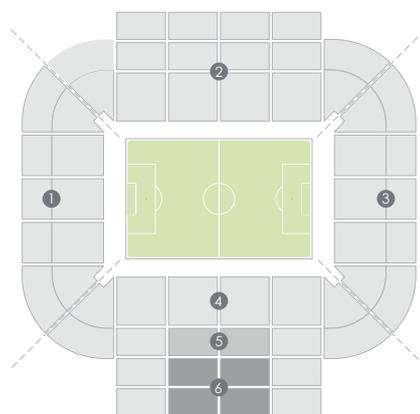
La rápida expansión que tuvo el fútbol hizo que muy pronto aparecieran espectadores para visualizar en directo los partidos. En los primeros años del siglo XX los estadios eran recintos multifuncionales compartidos por varios deportes, haciendo que la visualización quedara afectada por la disciplina que tenía el campo de juego más grande. Por ejemplo, cuando existía pista de atletismo, el espectador de fútbol quedaba muy distanciado del campo de juego. Será a partir de la segunda mitad de siglo cuando se comenzó a construir recintos específicos para cada deporte, determinando las mejores condiciones de capacidad, visibilidad y comodidad para el espectador.

En la actualidad, todo estadio está compuesto de un graderío donde los espectadores puedan sentarse para ver el partido de una forma más cómoda y de una cubierta que les otorga protección frente al viento, lluvia y sol. La sección de estas tribunas será fundamental a la hora de realizar la estructura y disponer, en el perímetro del recinto, las diferentes zonas de circulación y usos terciarios.

El auge de las retransmisiones por televisión redujo considerablemente la asistencia de público a los estadios. Por este motivo, se ha aumentado considerablemente el nivel de confort con la intención de atraer a los espectadores. Estas mejoras han beneficiado a todos, desde la persona que compra la entrada más barata hasta los invitados VIP, y es muy probable que esta tendencia prosiga. Un estadio moderno, además de comodidades en la tribuna como techo y asientos, deberá contar con un extenso programa dedicado de forma exclusiva al espectador. Además, este tipo de usos suponen una nueva fuente de ingresos para el club.

Los asistentes a un partido de fútbol deberán estar siempre sentados en las **tribunas**, ya que no se autorizan las localidades de pie por criterios de seguridad. Los espectadores se dispondrán en un graderío que deberá dividirse, como mínimo, en cuatro sectores según la orientación (la tribuna lateral oeste se considera de sombra mientras que la este será de sol, pues la mayoría de los encuentros se disputan por la tarde) y la visibilidad del campo (los fondos detrás de las porterías poseen menor calidad frente a las tribunas en las que se observa el terreno de juego con un mayor ángulo de visión).

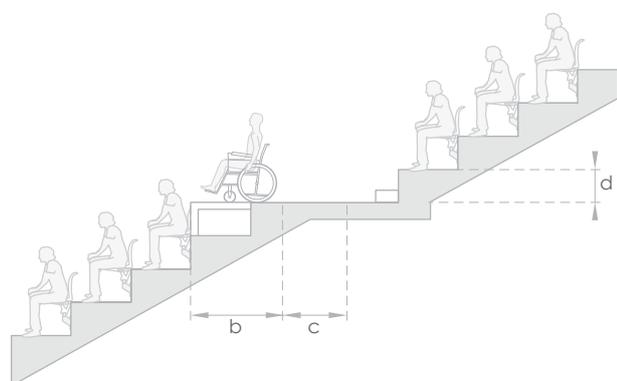
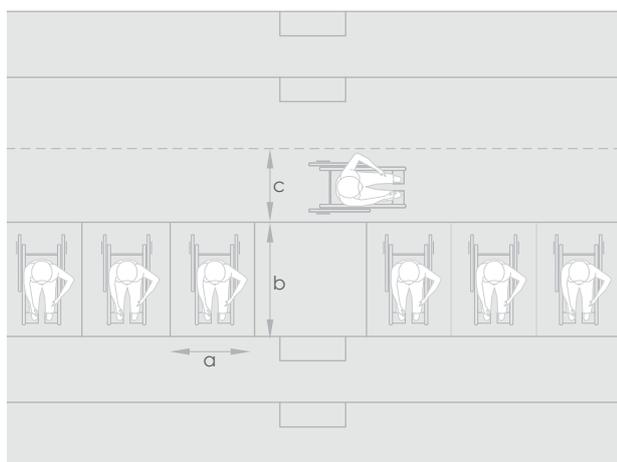
Todos estos parámetros ponderan la categoría de las zonas, determinando así los precios de las mismas. Sin embargo, tanto la seguridad como la calidad de los servicios complementarios será siempre similar. Los elementos de circulación, por otro lado, resultarán fundamentales para garantizar el rápido movimiento por el estadio y determinarán la forma de la tribuna: una planta presenta atravesamientos radiales de penetración si el acceso se hace por la parte inferior y baja de la tribuna, mientras que si éste se realiza desde fuera deberá contar con elementos de ascenso por el exterior como escaleras, rampas y ascensores.



[2.15] Sectores de un estadio.

1.Fondo norte / 2.Tribuna este / 3.Fondo sur / 4.Tribuna oeste / 5.Tribuna VIP y VVIP / 6.Tribuna de prensa.

Los **espectadores discapacitados** deberán disponer de su propia entrada. Desde este punto tendrán acceso directo a todas las categorías de localidades, con el fin de ofrecerles las mismas oportunidades que a los espectadores sin minusvalías. En dichas plataformas, al costado de cada posición para una silla de ruedas, habrá un asiento para un acompañante y un tomacorriente para el equipo de asistencia. Los aseos para personas discapacitadas se encontrarán cerca de la plataforma y serán de fácil acceso, al igual que los puestos de bebidas y comidas. Se sugiere reservar entre el 0.5 y el 1.0 por ciento de todos los asientos para personas discapacitadas.



[2.16] Dimensiones mínimas del sector de tribuna destinado a usuarios de sillas de ruedas.

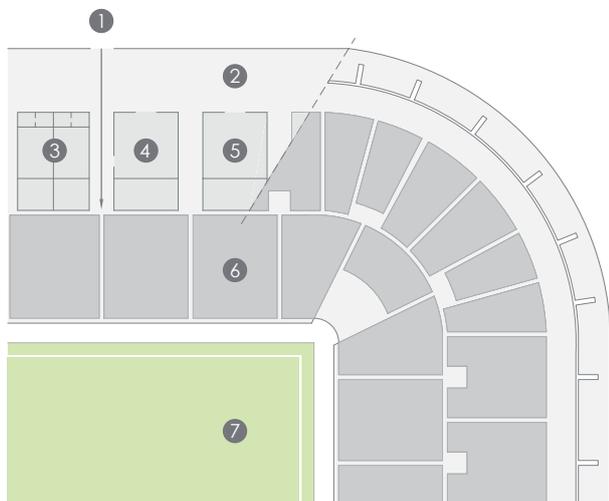
$a > 0.90\text{m}$ / $b > 1.40\text{m}$ / $c > 0.90\text{m}$ / $d > 0.60\text{m}$.

Todo estadio que aspire a albergar un evento importante de fútbol tiene que contar con **tribunas VVIP y VIP**. Estas áreas se caracterizan por la seguridad y excelentes visibilidad del terreno de juego. Ocupan el centro de la tribuna principal, en una posición elevada respecto a la zona de juego y separada completamente de los asientos del público.

Deberán ofrecer siempre la mejor vista y contarán con los asientos más cómodos del estadio. Es importante distinguir entre las zonas VVIP y VIP, dado que en cada una se aplican diferentes requisitos y condiciones de seguridad. Por ello, lo más conveniente es separar las dos áreas ubicándolas en distintos pisos del estadio, evitando así la posibilidad de confluencia de ambos grupos de personas. Ambos sectores deberán tener acceso al campo de juego, vestuarios y tribuna de prensa y dispondrán, además, de sus correspondientes áreas de recepción y salas de hospitalidad detrás de la tribuna lateral.

El área VVIP, conocido habitualmente como el palco de honor, se encuentra vigilada y protegida contra todo tipo de intrusión no autorizada, ya que suele acoger a personalidades de primer orden público. El número total de asientos dependerá del evento celebrado, requiriéndose, por ejemplo, de un total de 150 asientos para una Copa Mundial de la FIFA.

El área VIP, si bien dispone de un cierto nivel de seguridad y protección, no está sujeta a requisitos tan rigurosos como los del VVIP. Éstos variarán de una competición a otra, aunque todo estadio moderno deberá ofrecer un mínimo de 300 plazas con la posibilidad de poder ampliar este número en caso de eventos de mayor envergadura. Para la Copa Mundial de la FIFA deberá contarse con 1,350 asientos.



[2.17] Diagrama de los servicios destinados a los espectadores en un estadio de fútbol.

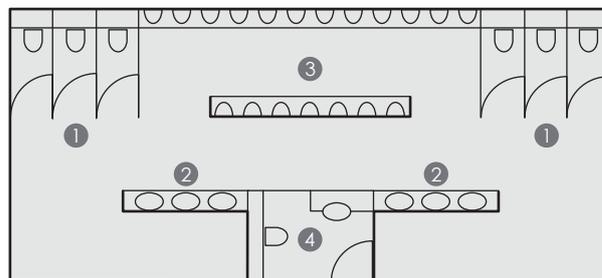
1. Acceso de los espectadores / 2. Vomitorios interiores para la circulación de los espectadores / 3. Aseos / 4. Puestos de venta de refrescos y comida / 5. Sala de primeros auxilios y de atención médica / 6. Zona de espectadores / 7. Terreno de juego.

El acceso al estadio y posterior distribución a cada una de las tribunas se lleva a cabo gracias a los vomitorios. Estas zonas públicas han de ser generosas y se ubican siempre en la posición intermedia del estadio, entre la fachada y el graderío. Compartirán el espacio con los núcleos de comunicación, servicios y usos terciarios. Asumen, además, la condición de vías de evacuación, motivo por el cual las normas de seguridad se convierten en la herramienta fundamental a la hora de diseñar y dimensionar estas áreas.

El servicio básico de los aficionados en un estadio de fútbol será los **aseos**: deberá haber suficientes baños para ambos sexos y personas discapacitadas en el interior del perímetro de seguridad del estadio. Se deberá considerar que generalmente las mujeres requieren mayor tiempo en dichos servicios. Se dispondrá, por tanto, de instalaciones adicionales, teniendo en cuenta además que el número de mujeres que asisten a los partidos de fútbol y a otros eventos

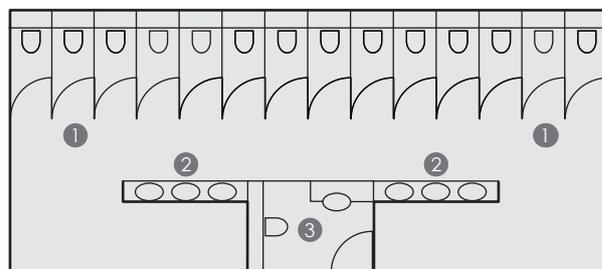
celebrados en los estadios es cada vez mayor. El número mínimo recomendado de aseos y lavabos es de 28 y 14 respectivamente por cada 1.000 mujeres, y de 3 aseos, 15 urinarios y 6 lavabos por cada 1.000 hombres.

A fin de evitar las congestiones de personas que ingresan y salen de los servicios, conviene prever un sistema de acceso en una sola dirección. En caso de no poder disponerse, las dimensiones de las puertas serán lo suficientemente amplias como para permitir la entrada y salida simultáneas. Se deberán prever instalaciones sanitarias privadas en todo el estadio, compuestas por un retrete y un lavabo, en una proporción de 1 por cada 5.000 espectadores, para aquellos aficionados que requieran una asistencia especial, incluidas las personas discapacitadas y los niños.



[2.18] Esquema de los aseos de hombre en un estadio de fútbol.

1. Aseos / 2. Lavabos / 3. Urinarios / 4. Aseo para personas discapacitadas.



[2.19] Esquema de los aseos de mujer en un estadio de fútbol.

1. Aseos / 2. Lavabos / 3. Aseo para personas discapacitadas.

Los **puestos de venta** de comida, bebidas y recuerdos se distribuirán por partes iguales en el estadio para cubrir todos los sectores, teniendo en cuenta que el flujo de espectadores de un sector a otro está prohibido. Estos puestos deberán tener un fácil acceso y se ubicarán en espacios donde la cola de compradores no obstruya el paso de otros espectadores. Una solución para evitar la saturación que suelen sufrir estos puntos en el descanso consiste en la instalación de pantallas de televisión por circuito cerrado en dichas áreas, de manera que los espectadores puedan realizar sus compras mientras el partido está en juego.

Es conveniente prever la posibilidad de sentarse en mesas teniendo en cuenta que los espectadores desean comprar comida y refrescos tanto antes como después del partido. Estos recintos, que pueden tener una vista de las calles aledañas o del terreno de juego, pueden ser de diferentes tipos según tengan un carácter permanente o temporal.

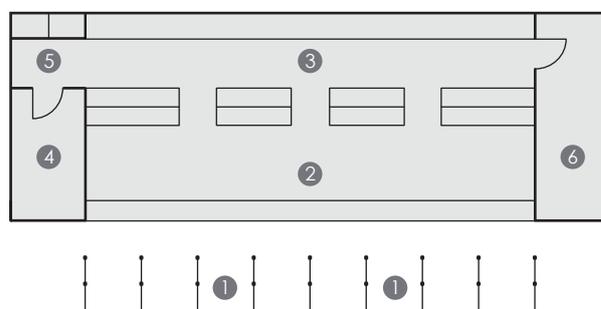
Los puestos de venta permanentes son los puntos más importantes del sector terciario dentro de un estadio de fútbol. En general, por cada 250 plazas de espectadores debería haber un puesto de venta permanente. Los concesionarios deben tener entre seis y ocho puntos de venta y el área de mostrador de cada uno de estos debería ser de unos 10 metros de longitud. Se distinguen tres sectores de operaciones: venta en la zona posterior, producción en la central y almacenamiento en la parte trasera. Por lo general se necesitan alrededor de 60 m² de superficie para alojar, además, todas las instalaciones necesarias.

Los puestos temporales ofrecen una cierta flexibilidad mediante servicios suplementarios en zonas con una fuerte demanda, como zonas de ingreso, áreas de descanso y zonas de

aficionados. Los puestos de venta temporales deben consagrarse a una sola categoría de productos, por lo que presentan unas dimensiones más reducidas que los de venta permanentes. Lo ideal sería que cada puesto temporal tuviese de dos a tres puntos de venta y que la longitud mínima del mostrador sea de 4 m. Los puestos de venta temporales necesitan una superficie de 18 m², así como electricidad, agua e iluminación.

Las reducidas dimensiones de los puestos móviles, alrededor de 4 m², hace que éstos centren su venta en productos y comidas listas para llevar como bocadillos, perritos calientes, helados, y bebidas. Generalmente se trata de stands rodantes y pueden ubicarse en los lugares necesarios según el caso. Ofrecen la máxima flexibilidad y se los puede desplazar en cualquier momento al lugar deseado en el estadio. Se preverá un puesto móvil para cada 1,000 espectadores con un mostrador de venta de unos 2 m de longitud.

Por último, la idea de la venta ambulante es servir a los espectadores sentados en las tribunas antes del inicio del evento y durante el mismo. Lo ideal sería contar con un vendedor ambulante por cada 600 asientos / espectadores.



[2.20] Esquema de los puntos de venta de comida y bebidas en un estadio de fútbol.

1.Zona de cola / 2.Zona de venta / 3.Zona de preparación de bebidas y alimentos / 4.Depósito de bebidas frías / 5.Depósito de alimentos fríos / 6.Depósito de residuos.

Para la logística y el almacenamiento de todos los productos que se ponen a la venta se deberá prever una zona centralizada a la que se accederá por una entrada especial separada. Será necesario disponer de un montacargas de uso reservado hasta todos los niveles del estadio donde se prestan servicios. Dicha instalación contendrá un espacio que permita recibir y manipular unos 80 palés por cada 10.000 asientos, una cámara frigorífica para unos 30 palés por cada 10.000 asientos y un almacén seco de unos 25 m². Además, se deberá establecer una zona de estacionamiento para el equipo de logística (vehículos, carros y carretillas elevadoras), así como un espacio para la gestión de desechos.

Se necesitarán vestuarios e instalaciones para el personal, requiriéndose aproximadamente espacio para unas 120 personas por cada 10,000 asientos. Estos espacios constarán de una sala de unos 25 m² para los uniformes, así como de una superficie de oficinas y administración de alrededor de 100 m².

2.3.3. Zona de prensa.

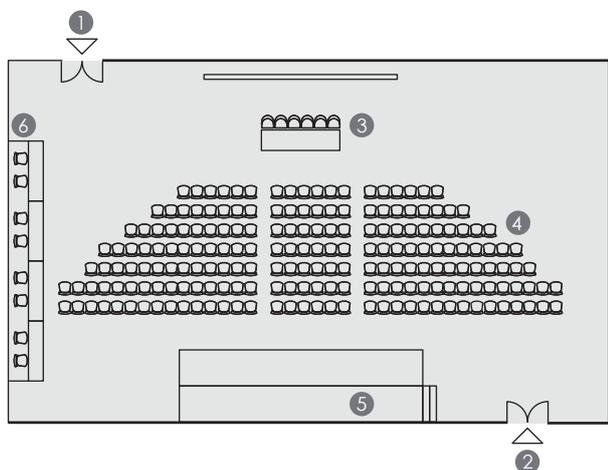
La consolidación del fútbol como espectáculo de masas se llevó a cabo desde mediados del siglo XX gracias a la construcción de una nueva generación de estadios donde el público se convertía en el protagonista del recinto. Este creciente consumo del fútbol por una gran parte de la sociedad forzó la introducción de una tercera figura dentro del funcionamiento de los estadios: los periodistas. Los diferentes medios de prensa centran su trabajo tanto en la tribuna, con el fin de visualizar el partido de fútbol del mejor modo posible, como en la sala de prensa y zona mixta anexa a los vestuarios, transmitiendo las primeras impresiones de los protagonistas tras la disputa del encuentro.

Ya en la grada, a la altura de la línea media del terreno de juego, encontramos la denominada **tribuna de prensa**. Será aquí donde los periodistas narrarán o visualizarán en directo los encuentros de fútbol, por lo que esta zona deberá presentar con una excelente vista panorámica del terreno de juego y sin posibilidad de interferencias por parte de los espectadores. Esta tribuna deberá tener fácil acceso a la zona mixta y la sala de conferencias de prensa. Cada asiento estará equipado con mesas de trabajo. Los monitores de televisión son instrumentos de ayuda esenciales, por lo que se deberá instalar un mínimo de uno por cada ocho puestos de trabajo.

En los estadios en los que se prevea jugar partidos de fútbol de alto nivel o celebrar eventos de gran envergadura, la tribuna de prensa deberá diseñarse de modo que su capacidad pueda aumentarse considerablemente en dichas ocasiones. En caso de gran demanda, los lugares normales de espectadores habrán de convertirse en asientos para la prensa y reporteros de televisión.

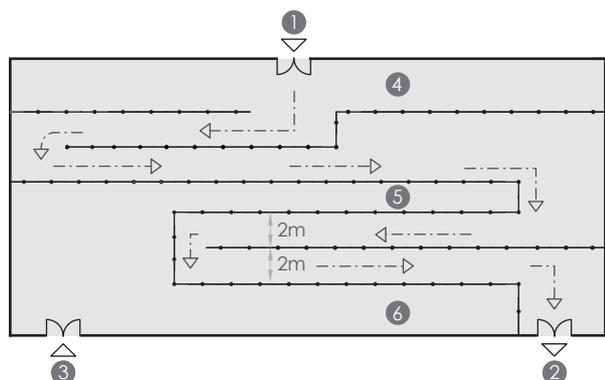
Tras la disputa del partido, tanto los futbolistas como entrenadores de los equipos deben interactuar con los periodistas para responder a sus preguntas y dar su análisis del partido. El lugar principal que permite esto es la **sala de conferencias** que deberá tener un mínimo de 200 m², contar con unas 100 plazas para periodistas y estar equipada con un sistema de sonido adecuado. En el lado más cercano a la puerta de acceso de los vestuarios se colocará una plataforma para los entrenadores, jugadores, jefes de prensa e intérpretes puedan responder a las preguntas de los periodistas dispuestos en el resto de la sala. Deberá tener fácil acceso desde los vestuarios y debería construirse como un pequeño teatro, con las filas elevadas en forma de galería.

En todo estadio nuevo se deberá disponer de una zona amplia y despejada entre los vestuarios y la salida del estadio, por la cual deberán pasar los jugadores para llegar a sus autobuses. La finalidad de esta **zona mixta** es permitir que los medios informativos puedan hablar y entrevistar a los jugadores. Tendrá una capacidad para aproximadamente 250 representantes de los medios y ser inaccesible para el público. Deberá estar cubierta permanentemente y, por lo general, requerirá de un espacio mínimo de 200 m².



[2.21] Esquema de la sala de prensa en un estadio de fútbol.

1. Acceso de los jugadores / 2. Acceso de los medios informativos / 3. Mesa de la conferencia de prensa / 4. Zona de los medios informativos / 5. Plataforma para las cámaras de televisión / 6. Cabina de intérpretes.



[2.22] Esquema de la zona mixta en un estadio de fútbol.

1. Acceso de los jugadores / 2. Salida de los jugadores / 3. Acceso de los medios informativos / 4. Zona de entrevistas breves / 5. Zona de prensa y radio / 6. Zona de televisiones.

Referencias a documentos gráficos del apartado 2.

[2.01] Sección del estadio Santiago Bernabéu tras la ampliación realizada en 1994 .

Extraído de <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=451043&langid=5>

[2.02] Estadio Santiago Bernabéu. Madrid, 2014.

Extraído de http://www.marca.com/albumes/2011/11/06/mejores_imagenes_madrid_osasuna/index_19.html

[2.03] Sección del estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.

Extraído de <http://amin.iranblag.com/page-22.html>

[2.04] Estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.

Extraído de <http://stadesandco.wix.com/actu#!short-list-finales-uefa-europa-league/c1s6i>

[2.05] Distribución de estadios de fútbol en la ciudad de Londres.

Elaboración propia

[2.06] Estadio Nueva Condomina. Murcia, 2006.

Extraído de br.fanscup.com/real-betis-balompie/forumpost/45727/90

[2.07] Estadio Viejo y Nuevo San Mamés. Bilbao, 2014.

Extraído de <http://carsforum.club/tag/fotos-del-nuevo-estadio-del-athletic-de-bilbao.html>

[2.08] Dimensiones mínimas del terreno de juego.

Elaboración propia

[2.09] Esquema de los vestuarios de los jugadores en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.10] Esquema de los vestuarios de los árbitros en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.11] Esquema de la sala de control de dopaje en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.12] Esquema de la sala primeros auxilios y de atención médica en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.13] Fuelle móvil de acceso al terreno de juego.

Elaboración propia

[2.14] Túnel telescópico de acceso al terreno de juego.

Elaboración propia

[2.15] Sectores de un estadio.

Elaboración propia

[2.16] Dimensiones mínimas del sector de tribuna destinado a usuarios de sillas de ruedas.

Elaboración propia

[2.17] Diagrama de los servicios destinados a los espectadores en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.18] Esquema de los aseos de hombre en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.19] Esquema de los aseos de mujer en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.20] Esquema de los puntos de venta de comida y bebidas en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.21] Esquema de la sala de prensa en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

[2.22] Esquema de la zona mixta en un estadio de fútbol.

Elaboración propia

3

Tecnología y construcción. Elementos propios de un estadio de fútbol.

Los primeros campos de fútbol constaban únicamente de un terreno de juego. El paso de los años hizo necesaria la inclusión de graderíos para acoger a los espectadores. La consolidación como espectáculo obligó a mejorar las condiciones de confort mediante la construcción de cubiertas para la protección del público y de sistemas de iluminación para la disputa de encuentros nocturnos.

3.1. El césped.

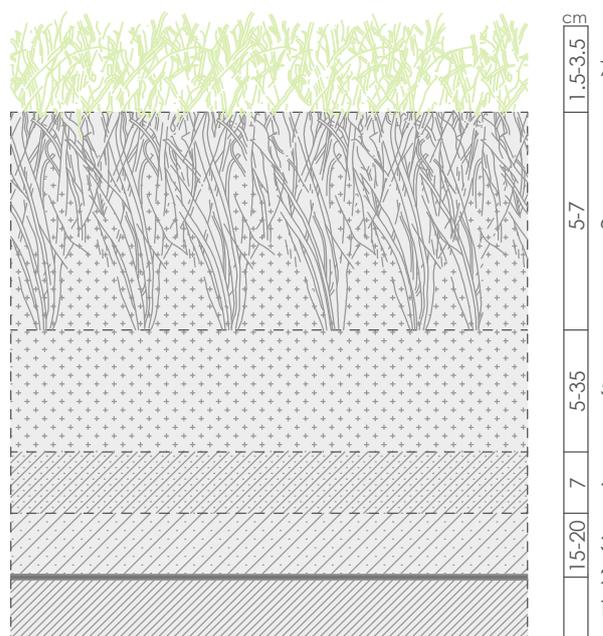
Hasta hace pocos años sólo permitían la disputa de partidos a nivel profesional en campos de césped natural. Sin embargo, la aparición a finales de los años 90 del césped artificial de tercera generación hizo que tanto la FIFA como la UEFA lo incluyeran como terreno de juego apto para competiciones internacionales.

Las características de un césped natural siguen siendo aún mejores que las de uno artificial, aunque poco a poco va disminuyendo la diferencia entre ambos. De hecho se contempla que, a medio-largo plazo, la totalidad de los estadios de fútbol podrán adoptar un césped artificial. Un menor mantenimiento y mayor número de horas de uso de estas superficies respecto a las de hierba natural son las principales ventajas del césped artificial.

Si el césped es natural deberá disponer de un sistema de riego eficiente para usar en tiempo seco. Un buen terreno de juego deberá disponer de un sistema de drenaje subterráneo que permita evacuar el agua de la superficie en condiciones extremadamente húmedas, así como de un sistema de riego eficiente para usar en tiempo seco. En las regiones de clima frío, habrá que instalar un sistema de calefacción subterránea para evitar que el césped se congele con condiciones invernales extremas.

a) Terrenos de césped natural.

El uso de césped natural es prácticamente extensivo para la práctica de fútbol a nivel profesional, excepto en países con condiciones climáticas extremas donde el calor, el frío o la humedad excesiva lo dañan fácilmente. Está formado por los siguientes estratos:



[3.01] Sección de un terreno de juego de césped natural.

1.Terreno natural compactado / 2.Capa geotextil / 3.Capa de drenaje / 4.Capa de nivelación / 5.Suelo vegetal / 6.Suelo vegetal con raíces / 7.Césped natural.

Terreno natural compactado: deberá estar nivelado y compactado para evitar la presencia de imperfecciones.

Capa de drenaje (15-20cm): la membrana geotextil separará tierras de diferente granulometría y estabilizará el subsuelo. Sobre ella se dispondrá una capa de base granular no aglomerada de zahorras a modo de drenaje.

Capa de nivelación (7cm): capa asfáltica, también conocida como subbase, que debe realizarse con una correcta planimetría y

ausencia de fallos en la ejecución tales como hundimientos o agujeros.

Suelo vegetal (10-40cm): la capa más superficial del suelo, muy rica en nutrientes minerales y en materia orgánica. Deberá tener la suficiente porosidad como para constituir el medio ideal para el correcto enraizamiento del césped.

Césped: tapiz vegetal herbáceo de escasa altura que cubre la superficie del terreno de juego. Puede estar compuesto por arena pura, tierra vegetal, mezclas de arena-enmienda orgánica, arena-tierra u otros materiales.

En la actualidad existen dos formas mayoritarias de implantar un terreno de juego de césped en un estadio de fútbol. La siembra de semilla es el método más económico y la superficie final resulta mucho más uniforme. Sin embargo, requiere como mínimo de nueve semanas de buenas condiciones meteorológicas y de un intensivo mantenimiento para la correcta germinación del césped. Las semillas se consiguen en especies individuales o en mezcla previamente certificadas para su uso en campos de fútbol.



[3.02] Colocación de semillas de césped natural en el estadio Santiago Bernabéu. Madrid.

La implantación de césped natural por semillas se realiza durante la época estival, cuando la competición está parada, ya que el periodo de germinación es muy largo.

La colocación de tepes, sin embargo, suele ser el sistema más extendido. Se tratan de unos rollos delgados de césped y tierra retirados con barra o cortadora de un campo de siembra, cuidando que contenga un espesor de 5 a 7 centímetros de tierra, y comercializados en tamaños estandarizados. Deben colocarse en contacto unos con otros conformando una superficie uniforme apisonando la grama por medio de un pisón de madera. Al terminar esta operación, se rellenan los espacios vacíos con fragmentos de grama y tierra abonada. En esta fase del engramado, es importante un riego permanente, pero evitando una sobresaturación.

El uso de tepes es el método más rápido para la creación del césped, pero su precio es mucho mayor que el de la siembra. Al tratarse de un césped acabado y utilizable de forma inmediata una vez instalado, se convierte en la técnica más extendida para reponer un césped dañado en un estadio de fútbol. Los terrenos con césped en tepes requieren a menudo un mantenimiento más intensivo después de la colocación para que se consigan condiciones de juego óptimas.

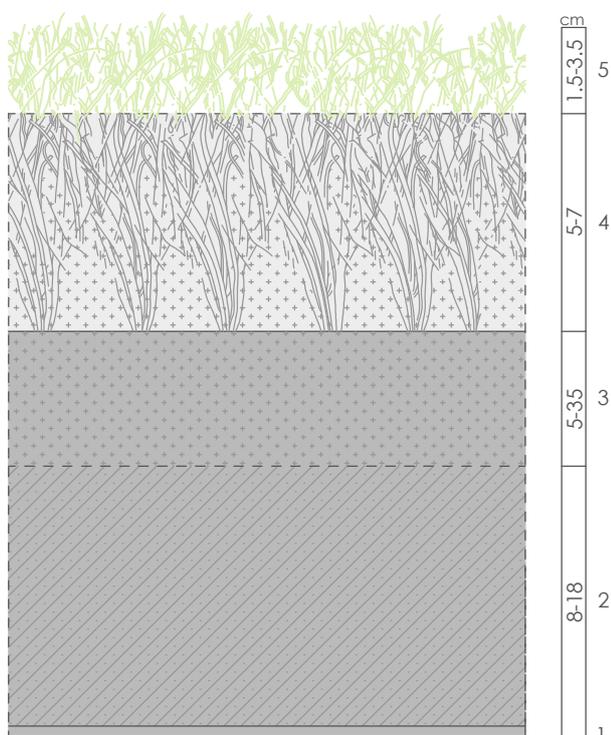


[3.03] Colocación de tepes de césped natural en el estadio Santiago Bernabéu. Madrid.

En caso que sea necesario reparar o sustituir el césped durante la temporada, la solución más rápida y recurrente es la implantación de césped natural por tepes.

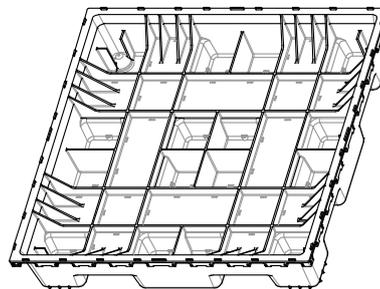
b) Terrenos de césped modular.

Este sistema permite crear una superficie de césped natural en cualquier lugar y en muy poco tiempo. Se basa en la colocación de una serie de bandejas de polietileno que ya vienen con el césped germinado. La dimensión de cada una es de 2.4m x 2.4m x 0.2m de profundidad. Contienen una capa de drenaje de grava, una zona de raíces y un acabado final de césped. La base presenta una geometría cóncava que, a modo de maceta, permite acumular agua de lluvia o riego. El resto de los puntos presenta perforaciones para evacuar el agua sobrante a la parte inferior de la bandeja. Finalmente, entre ésta y la superficie sobre la que se asienta, aparece unos conductos que actúan como conductos de drenaje y ventilación.



[3.04] Sección de un terreno de juego con sistema modular de césped natural.

1. Bandeja de polietileno de alta densidad / 2. Capa de drenaje / 3. Suelo vegetal / 4. Suelo vegetal con raíces / 5. Césped natural.



[3.05] Bandeja del sistema modular de césped natural.

Empresas como GreenTech o StrathAyr fabrican estos sistemas de un modo muy sencillo: se disponen las bandejas sobre una gran extensión y se rellenan de tierra y semillas. Una vez germinado, se realizan una serie de cortes para su extracción y posterior traslado.

La colocación de las bandejas se realiza en muy poco tiempo mediante carretillas elevadoras, lo que facilita enormemente el reemplazamiento de césped dañado o la conversión de un estadio de fútbol en una superficie dura de hormigón. Se trata del método más caro de todos, pero la elevada flexibilidad que otorga a este tipo de recintos hace que sea fácilmente amortizable. La propia FIFA validó este modelo para la disputa de encuentros internacionales y fue empleado en la Copa del Mundo de EEUU en 1994.

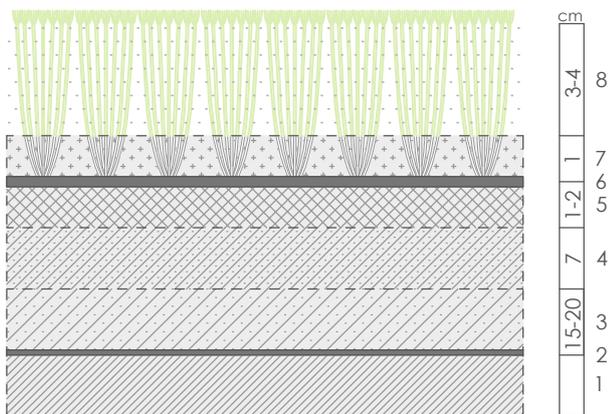


[3.06] Colocación del sistema modular del césped natural.

c) Terrenos de césped artificial.

El césped sintético de tercera generación se ha convertido en una superficie de juego aceptada para la práctica de fútbol profesional, ya que el 28 de febrero de 2004 fue avalado por la FIFA. Esta medida beneficia, sobre todo, a países con condiciones climáticas extremas donde el calor, el frío o la humedad excesiva dañan fácilmente el césped natural. Las ventajas de jugar en una superficie sintética respecto a una natural son múltiples: los terrenos de juego pueden utilizarse con mayor frecuencia, no se ven afectados por las inclemencias del tiempo como lluvia o nieve y el mantenimiento regular es menos costoso.

Esta nueva generación de césped artificial constituye una alternativa viable y competitiva frente al césped natural, aunque todavía sigue siendo éste último el que mejores características para la práctica del fútbol sigue reuniendo. Está formado por los siguientes estratos:



[3.07] Sección de un terreno de juego de césped artificial.

1.Terreno natural compactado / 2.Capa geotextil / 3.Capa de drenaje / 4.Capa de nivelación / 5.Shockpad o capa elástica / 6.Soporte base o backing / 7.Relleno de arena / 8.Relleno de caucho.

Terreno natural compactado: ya comentado.

Capa de drenaje (15-20cm): ya comentado.

Capa de nivelación (7cm): ya comentado.

Shockpad o capa elástica (1-2cm): capa elástica, instalada de forma opcional, cuya única función es la de reducir la cantidad de relleno a colocar sobre la moqueta de césped artificial. Puede estar formada por mezcla de cauchos y ligante, PVC, látex o poliuretano espumado.

Soporte base o backing (1cm): el soporte base o backing está formado por una o dos capas de polipropileno. Debe estar perforado para garantizar el drenaje del agua.

Debemos distinguir entre backing primario y secundario. El primero hace referencia al tejido sobre el cual se cose la fibra y el segundo al adhesivo que se coloca en el dorso de la moqueta para asegurar un adecuado agarre de la fibra y la estabilidad dimensional del tejido.

Fibra (4-5cm): la fibra que se utiliza en el césped artificial de tercera generación está compuesta de fibra de polietileno y su longitud varía dependiendo de la utilización o no del shockpad o capa elástica. Podemos diferenciar cuatro tipologías diferentes según la forma de la fibra: rectas-monofilamento, rectas-fibriladas, rizadas y mixtas.

Relleno: diferentes materiales de relleno actúan también como soporte horizontal de las fibras verticales del césped. La arena (10 mm), que actúa como lastre y evita los movimientos de la moqueta de césped, y el caucho (30-40mm), que otorga al pavimento las propiedades deportivas.



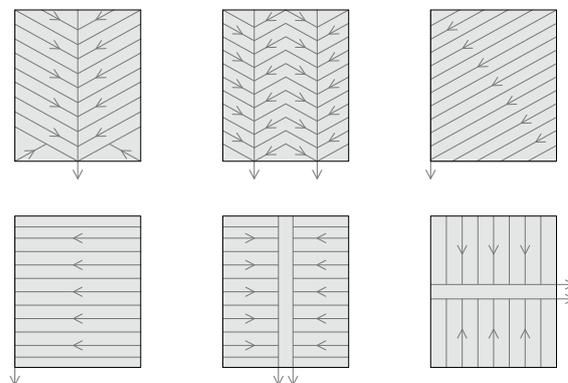
[3.08] Estadio de San Siro. Milán, 2014.

La falta de luz natural y las bajas temperaturas durante el invierno han llevado a injertar césped sintético, hasta un 30%, en combinación con el natural ya existente.

3.1.1. Sistemas de drenaje.

El drenaje tiene como objetivo eliminar el exceso de agua del suelo con el fin de mantener las condiciones de aireación y la actividad biológica del mismo, garantizando así el crecimiento del césped. El método de drenaje empleado en todos los campos de fútbol debe ser el subterráneo. Esto permite el aprovechamiento de toda el área de juego mientras la red estructural, que yace por debajo de la superficie del terreno, no afecta ni a la práctica del fútbol ni a la integridad física de los jugadores. Además, en áreas con elevadas precipitaciones, se recomienda incluir un sistema superficial en el perímetro exterior del terreno de juego.

La complejidad del sistema de drenaje requiere un elevado mantenimiento, con el consiguiente gasto económico. Un sistema de drenaje obsoleto no sólo no evacúa correctamente el agua de riego o lluvia, sino que afecta también en gran medida al césped existente: si las tuberías no desaguan, el agua se estanca y termina estropeando las raíces.



[3.09] Disposición geométrica de los drenajes tipo espina de pescado (superior) y paralelo (inferior).

El sistema de drenaje utilizado en estos recintos se basa en una serie de de tubos laterales perforados que recogen el agua en el subsuelo. Este agua captada es enviada a una línea de tubos colectores que descargan, a su vez, en una tubería principal. Será este conducto el que traslade el agua, bien al alcantarillado público de la ciudad o bien a un depósito de acumulación para el riego posterior del césped.

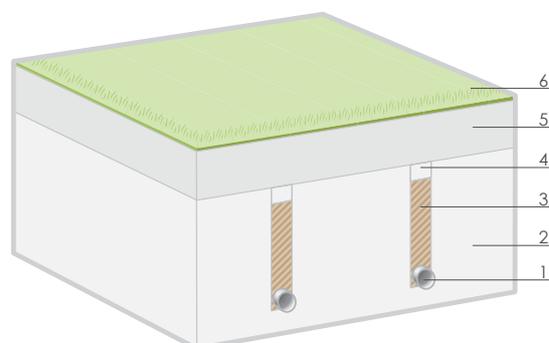
La disposición de los tubos de un sistema compuesto depende de la topografía del terreno y de la conexión de los laterales con el colector. Éstas pueden ser de tipo paralelo (con los laterales dispuestos perpendicularmente al colector) o espina de pescado (con una disposición de los drenes laterales formando ángulos agudos con el colector principal). Existen diferentes sistemas de drenaje, en función del funcionamiento y estratos del terreno:

Sin drenaje: hay ciertas circunstancias en las que terrenos sin drenaje proporcionan condiciones satisfactorias de juego durante todo el año . Es el caso de los suelos arenosos sobre grava o tiza. Sin embargo, siempre se recomienda la inclusión de un sistema de drenaje para la evacuación de agua en caso de necesidad.

Con tuberías de drenaje: esta forma de construcción se ha popularizado como manera de mejorar una instalación existente y es el sistema de drenaje más utilizado. Dependiendo de la calidad del suelo y de los niveles de utilización previstos, los tubos de drenaje se instalan a intervalos de entre 5 y 10 metros y se cubren en superficie con 15 cm de arena porosa o de mezcla de tierra. En algunos casos es necesaria una capa intermedia de gravilla entre estas capas. Todos los drenajes deben colocarse con una caída constante, no inferior al 1%.

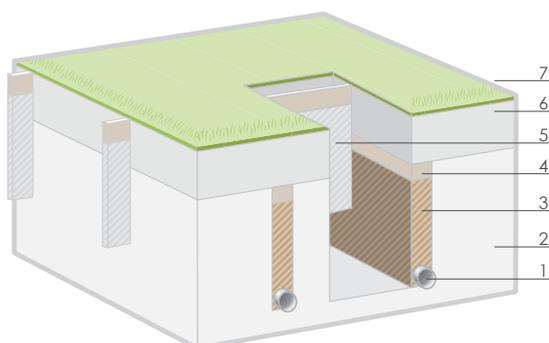
Con tuberías de drenaje, cañerías y hendiduras: este sistema constituye un perfeccionamiento del método anterior, pues la inclusión de un drenaje suplementario por canales mejora considerablemente la eficacia. Si el sistema de canales de drenaje se instala correctamente, interceptará el agua en la superficie y la transportará por una serie de canalillos hasta el material poroso y los tubos de drenaje. El sistema secundario de drenaje se compone de una serie de surcos de entre 5 y 7cm de anchura, rellenos de arenilla e instalados a una distancia de entre 6 y 12 metros.

Sistema de drenaje de nivel freático suspendido: el nombre hace referencia a la humedad que se acumula en la parte inferior de la zona de las raíces y por encima de la capa de cegamiento o drenaje. Esta reserva de agua ayuda a mantener la hierba húmeda durante más tiempo, reduciendo así el riego del césped. Sin embargo, el mantenimiento será mucho más costoso que los anteriores por lo que no suele plantearse en instalaciones de equipos semiprofesionales. Este tipo de drenaje se recomienda, específicamente, para la práctica de fútbol a alto nivel y es de obligada construcción en todos los estadios de la Copa del Mundo de la FIFA.



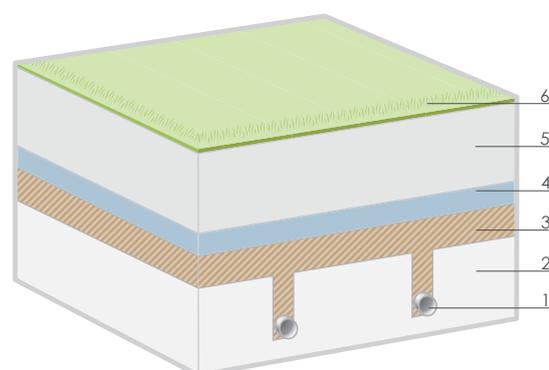
[3.10] Sección del sistema de drenaje de tuberías bajo tierra vegetal cultivada.

1.Tubos de drenaje / 2.Subsuelo / 3.Grava / 4.Arena / 5. Zona de raíces / 6.Césped.



[3.11] Sección del sistema de drenaje de tuberías mediante cañerías y hendiduras bajo tierra vegetal cultivada.

1.Tubos de drenaje / 2.Subsuelo / 3.Grava / 4.Arena gruesa / 5. Canal de drenaje / 6.Zona de raíces / 7.Césped.



[3.12] Sección del sistema de drenaje de tuberías bajo mesa de agua suspendida.

1.Tubos de drenaje / 2.Subsuelo / 3.Capa de drenaje de grava / 4.Manto de drenaje / 5.Arena o capa de tierra mejorada / 6.Césped.



[3.13] Colocación del sistema de drenaje en un estadio de fútbol.

3.1.2. Sistemas de riego.

Todas las canchas de fútbol del mundo, sean del tipo que sean, deben presentar este sistema, aunque generalmente se vincula al riego de un terreno de césped natural. Sin embargo, resulta incluso más importante en campos de césped artificial, con el fin de evitar el sobrecalentamiento de la fibra sintética. Además, la presencia de agua en estos terrenos antes de la disputa de un partido ayuda a ablandar la superficie y, después, a redistribuir los rellenos que han sido movidos durante el encuentro.

En terrenos de césped natural, por su parte, el sistema de riego es empleado para proporcionar los requerimientos hídricos del gramado en época de sequía. De este modo se logra mantener su estado vegetativo y el color verde que lo caracteriza. Excepcionalmente, antes de la disputa de un partido de fútbol, se puede utilizar para ayudar a que el balón se deslice más rápido.

El sistema más empleado como riego en canchas de fútbol es por aspersión. Este método simula la precipitación de agua de

lluvia, pues ésta se difumina y se distribuye homogéneamente por todo el terreno de juego de una forma muy eficiente. Los elementos encargados de impulsar y repartir el agua son los aspersores.

Un sistema de riego por aspersión se compone de tuberías enterradas, tomas de agua para la conexión de tuberías secundarias, ramales de aspersión, aspersores y un sistema de bombeo. Los elementos pueden ser fijos, semifijos o móviles. El dimensionamiento del sistema se realiza a través de una serie de fórmulas y nomogramas que permiten calcular la fricción en las tuberías. Sin embargo, el factor más importante será, sin ninguna duda, el área total que se desea regar. De esta forma varía el diámetro de las tuberías y la presión total del sistema.

En función de la flexibilidad del recinto encontramos dos sistemas de riego diferente. El sistema fijo permite una cobertura total con tuberías permanentemente enterradas. Los aspersores más utilizados en este sistema son los llamados emergentes, que permanecen ocultos bajo el terreno de juego y sólo emergen cuando se desea regar el césped.



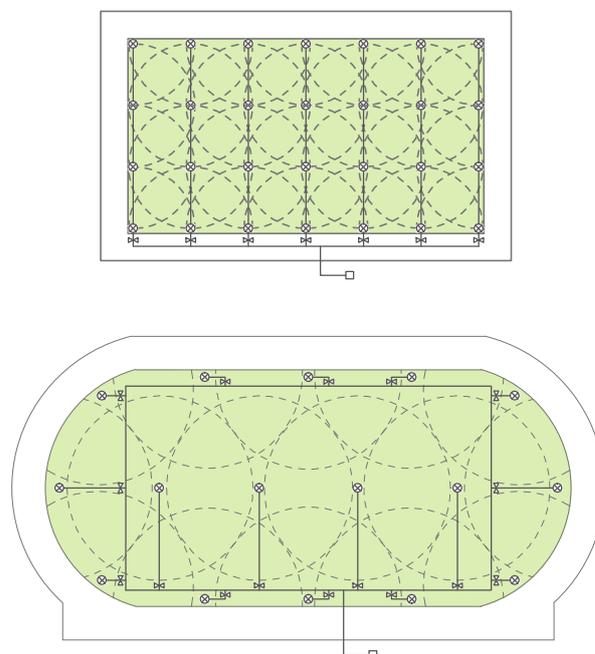
[3.14] Estadio Nacional de Costa Rica. San José, 2011.

Los aspersores emergentes asegura una gran eficiencia, evitando toda obstrucción durante la disputa de un partido.

Para evitar lesiones de algún tipo en los futbolistas, los aspersores suelen cubrirse con césped sintético en la parte superior. Todos los grandes estadios del mundo lo presentan, pues la FIFA lo incluye como obligatorio para la disputa de competiciones internacionales. Se trata de un sistema que, al incluir todos los componentes bajo el suelo, tiene un alto coste económico y son necesarias distintas tareas de mantenimiento a lo largo del año. Sin embargo, la flexibilidad de este tipo de recintos queda muy limitada dada la complejidad y dificultad con la que se desmontan cada una de las componentes.

El segundo sistema empleado se denomina semifijo. Tanto el grupo de bombeo como la red de tuberías principales se encuentran enterradas. De ellas derivan los ramales de riego, que son móviles y fácilmente transportables. Este sistema se suele emplear en campos de fútbol a nivel semiprofesional, pues tanto la construcción como el mantenimiento lo hacen mucho más asequible que el fijo. Su inclusión en estadios de gran capacidad permitiría, de una forma mucho más rápida, la transformación del recinto para acoger otra actividad diferente al fútbol.

La disposición geométrica de tuberías y aspersores en el sistema fijo variará en función de la forma que presente el césped. En estadios rectangulares, con uso exclusivo para el fútbol, la FIFA dictamina una distribución muy modulada y con un elevado número de aspersores. En estadios olímpicos el diagrama será bien diferente pues, al presentar una pista de atletismo, la extensión de césped será mayor. La distribución del riego, en este caso, será dictaminada por el Comité Olímpico Internacional (COI), quién obliga a un menor número de aspersores pero con una mayor potencia de riego.



[3.15] Disposición geométrica de red de riego en estadios de fútbol rectangulares (superior) y ovalados (inferior).

3.1.3. Sistemas de calefacción.

La inclusión de un sistema de calefacción para el césped debe realizarse cuando el estadio se ubica en zonas con temperaturas muy bajas, donde son frecuentes las grandes heladas y nevadas durante el invierno. La liga alemana, por ejemplo, ya obliga en la actualidad a instalar este sistema en todos los estadios de la primera división. La suspensión de partidos en el pasado era muy recurrente y generaba graves perjuicios económicos. Además de poderse celebrar partidos y entrenamientos durante todo el año, hay que sumar la ventaja que supone el menor riesgo que tienen los jugadores a lesionarse. Por otro lado, el sistema de calefacción ayuda enormemente al césped a acelerar su proceso vegetativo al comienzo de la primavera, secando zonas muy húmedas, frías y de mala ventilación.

La calefacción funciona con un régimen de bajas temperaturas, según un valor mínimo de unos 7°C; esto conlleva un consumo muy reducido de energía y no causa ningún daño al césped, fundiendo por completo la nieve acumulada y evitando la formación de estratos de hielo. Existen tres tipos de calefacción:

Calefacción por aire caliente: este tipo de calefacción permite colocarse debajo del sistema de drenaje. La colocación de los tubos se realiza a una mayor profundidad (30cm) y separados los unos de los otros alrededor de unos 90cm.

Calefacción por agua caliente: consiste en la colocación de tubos por donde circula el agua caliente. Se sitúan a una menor profundidad que el sistema por aire caliente y los tubos están muy unidos entre sí.

Calefacción eléctrica: se hace por cables eléctricos enterrados sobre la capa de drenajes y se recubre con una capa vegetal de unos 20cm de espesor. Para un buen funcionamiento se debe disponer una separación máxima de 25cm entre cables y una potencia mínima de 110 vatios por metro cuadrado.



[3.16] Colocación de la calefacción por agua caliente en el estadio Allianz Arena. Munich.



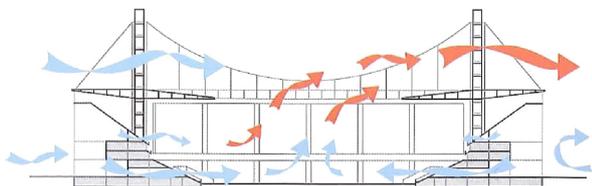
[3.17] Colocación de lámparas térmicas lumínicas en el estadio Santiago Bernabéu. Madrid.

Entre los meses de noviembre y marzo, los rayos solares no iluminan la zona sur del campo debido a la gran verticalidad y altura de la tribuna.

Existen situaciones en las que no compense instalar un sistema de calefacción subterránea, ya sea por el elevada precio que tiene o la poca probabilidad de darle uso: las lámparas térmicas lumínicas. Por otro lado, la presencia de pequeños sectores donde la luz solar no incide durante gran parte del año también hace idónea el empleo de esta solución ya que, además de calefactar, otorga al césped la luz necesaria para su correcto crecimiento.

3.1.4. Sistemas de ventilación.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar un estadio de fútbol es la ventilación. Las altas temperaturas no son nada beneficiosas para las superficies de césped, pues provocan una gran sequedad en el terreno de juego y hacen que las raíces se encojan hasta un 60%. Esto hace que el césped no esté en las mejores condiciones y puede dar lugar a graves lesiones en los futbolistas. Además, un exceso de humedad provocado por una mala filtración del agua intensifica aún más si cabe estos problemas.



[3.18] Sistema de ventilación natural del estadio Rheine Energy. Colonia. 2004.

Por todo esto, desde el comienzo mismo del proyecto se deben tomar las decisiones necesarias para generar una ventilación natural en nuestro estadio. El flujo de aire limpio exterior refresca el ambiente del terreno de juego, reduciendo la temperatura del mismo. Además, ayuda a fomentar el proceso de evaporación del agua de riego, evitando la presencia de agua estancada que puede producir en el césped problemas de enfermedades y de compactación. Una decisión muy sencilla que beneficia la circulación de aire consiste en no enterrar el terreno de juego y trabajar para que los puntos de acceso a las tribunas actúen como boquillas de ventilación.

Sin embargo, una mala ventilación en recintos ya construidos sólo se puede solucionar con la ayuda de una ventilación forzada. Este método se basa en la creación de sombras en el césped mediante lonas y la instalación de ventiladores en las dos bandas. De este modo, se genera una corriente de aire que refrigera el césped y ayuda a su aireación, evitando la humedad.

Estas lonas tienen unas medidas estandarizadas de 5 metros de anchura por 80 metros de largo. Están colocadas a 7 metros de altura, de modo que los cuidadores del césped pueden trabajar aún cuando están desplegadas. Presentan una serie de perforaciones que dejan pasar hasta un 50% de la luz solar, de modo que en ningún momento se pone en peligro el correcto crecimiento del césped.



[3.19] Sistema de ventilación forzada del estadio Camp Nou. Barcelona, 1957.

Están fabricadas con fibras de aluminio, haciendo que la luz que pasa sea reflectante y no genere calor. De este modo la temperatura disminuye ocho grados y se puede garantizar una temperatura máxima de 28° en el césped cuando en el exterior es superior a los 36°. Cuando el tiempo es más fresco, gracias a un sistema de cuerdas tensadas, las lonas se pueden recoger completamente de manera rápida y sencilla.

3.2. El graderío.

El sistema estructural más adecuado de un estadio depende de múltiples factores siendo, en muchas ocasiones, las razones económicas las que ponderen en favor de uno u otro material. De este modo, los estadios deben construirse con los mejores recursos disponibles en el país donde se ejecuten, cumpliendo con la normativa legal y los reglamentos técnicos locales e internacionales en vigor. En algunos países, por ejemplo, el acero es la opción preferida para ejecutar la estructura principal del estadio; en otros su uso puede estar muy restringido por rigurosas normativas de protección contra incendios.



[3.20] Ejemplo de estadio con estructura de acero y elementos de graderío de hormigón prefabricado.



[3.21] Ejemplo de estadio con estructura de hormigón y elementos de graderío de hormigón prefabricado.

Generalmente el material más empleado suele ser el hormigón. Destaca su uso en forma de prefabricados, ya que tiene la ventaja de que su fabricación, al finalizar antes de su entrega en obra, reduce sustancialmente el plazo del proceso de ejecución y supone importantes ahorros en los costes económicos. Por otro lado, el proceso de ejecución de todas las piezas está mucho más controlado al llevarse a cabo en una fábrica, lo que se traduce en un aumento de la seguridad. A pesar de sus ventajas, no siempre resulta la mejor opción: en estadios de reducida capacidad, al no haber un número suficiente de elementos seriados, la fabricación de forma previa no suele resultar rentable.

La topografía del lugar pesa mucho en la búsqueda de una solución constructiva. En terrenos con desnivel es posible apoyar directamente las tribunas sobre el suelo, elevando menos la altura del estadio pero perdiendo área útil para la creación de locales bajo tribuna. En la mayoría de las ocasiones el terreno es llano, de modo que las tribunas sobresalen del terreno creciendo el estadio en altura.

La elección de un material constituye, además, una importante decisión arquitectónica. Materiales como el hormigón tienden a la realización de estadios más pesados donde la estructura es muy visible, contando con un menor número de revestimientos. Esto implica una arquitectura más sincera y natural. Las estructuras de acero, por el contrario, suponen una drástica reducción del peso y permiten configurar todos los espacios y superficies del estadio de una forma mucho más libre. Por este motivo, son las preferidas para recintos multifuncionales ya que, al salvar una mayor luz, el movimiento de terrenos de juego, gradas o techos resulta mucho más sencillo.

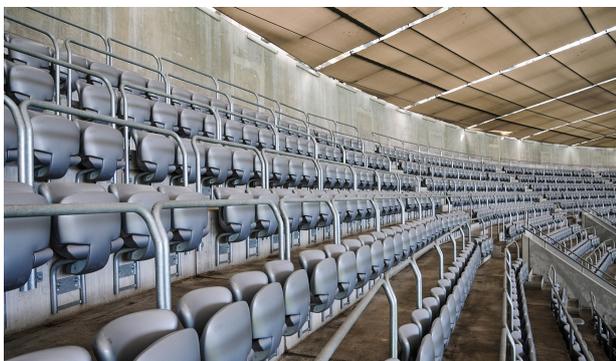


[3.22] Estadio Municipal de Braga. Braga, 2003.

El estadio se ha realizado íntegramente en hormigón, tanto in situ como con elementos prefabricados. La inclusión de este material como elemento portante configura todo el estadio sin necesidad de ningún tipo de envolvente. Además, la idea de aprovechar una ladera existente para apoyar una de las tribunas ayuda a relacionar el proyecto con el entorno más próximo.

Encima de la estructura, ya sea metálica o de hormigón, se deben ejecutar los graderíos. El carácter repetitivo y seriado de estos elementos hace muy fácil su construcción con elementos de hormigón prefabricado. La ejecución de las tribunas resulta muy rápida, pues una vez fabricadas y trasladadas al estadio, tan sólo hace falta colocarlas mediante grúas. Tras unión con las vigas de graderío, quienes trasladan el peso a la estructura principal del estadio, sólo queda la inclusión de los asientos.

Las dimensiones mínimas de estos elementos, al igual que el de todos y cada uno de los espacios que conforman un estadio de fútbol, son reguladas siguiendo criterios de seguridad. Las legislaciones de de la propia FIFA suelen ser más restrictivas que las de los propios países, pues éstas últimas muchas veces no se redactan pensando en recintos de tanto aforo. Además, la experiencia del máximo organismo futbolístico a nivel mundial es muy importante, pues a lo largo de la historia ha habido un gran número de fallecidos por desplomes de gradas, taponamientos, incendios o peleas entre aficionados. La principal normativa en materia de seguridad viene recogida dentro de la guía "Football Stadiums: technical recommendations and requirements" que cumplió ya su quinta revisión en el año 2011.



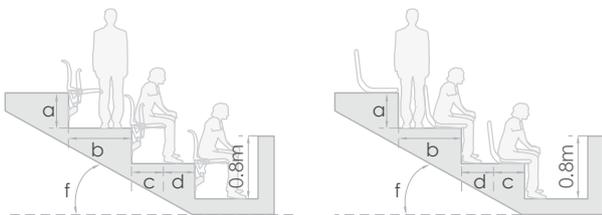
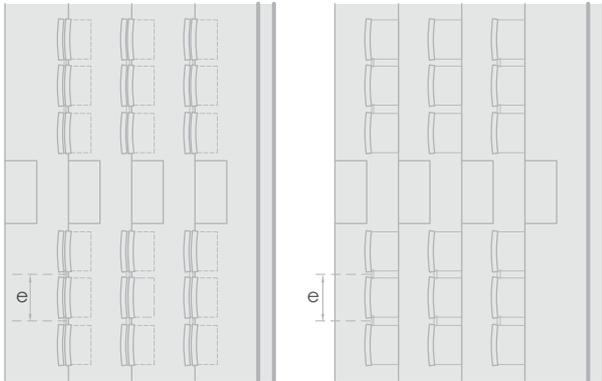
[3.23] Vista interior en el estadio Allianz Arena. Munich, 2005.

El uso de asientos reclinables está muy extendido en estadios de nueva construcción por su comodidad y seguridad.

Los asientos de las tribunas deberán ser individuales, estar fijados en el piso y tener un respaldo de como mínimo 30 cm de altura. Estos respaldos contribuyen a aumentar los niveles de confort y a evitar que los espectadores se abalancen peligrosamente hacia las primeras gradas, hecho que se observaba frecuentemente en los antiguos estadios sin asientos cada vez que se marcaba un gol. Los asientos deberán ser irrompibles, no inflamables y capaces de resistir las inclemencias del tiempo sin deteriorarse ni perder el color. Los asientos de las personas VIP deberán ser más grandes y confortables y estar ubicados a la altura de la línea media de la cancha, separados de los otros sectores de asientos.

Deberá haber suficiente espacio para las piernas entre las filas, con el fin de garantizar que los espectadores no toquen con las rodillas el asiento de la fila de delante y para que éstos puedan moverse sin grandes problemas cuando todos los asientos estén ocupados. Este es un factor de seguridad importante que no siempre se tuvo en cuenta en el pasado, ya que en muchos estadios es casi imposible desplazarse entre las filas cuando están llenas. A fin de garantizar suficiente espacio para las piernas, se recomienda una distancia mínima de 80 cm de respaldo a respaldo. Los asientos abatibles son una solución recomendable para dicha situación, aunque tienen la desventaja de ser más susceptibles a roturas en caso de uso inadecuado.

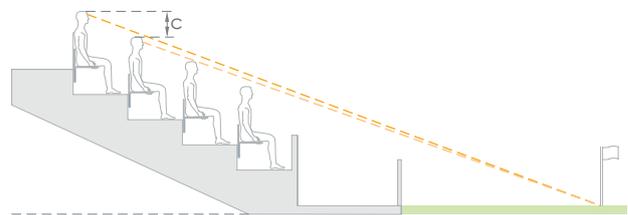
La anchura de los asientos es muy importante tanto para el confort como para la seguridad de los espectadores. Por esto, la anchura mínima es de 45cm, aunque no se recomiendan asientos con una dimensión menor de 50cm. Los asientos VIP y VVIP deberán tener una anchura mínima de 60 cm y un mayor nivel de confort, disponiendo de apoyabrazos.



[3.24] Distancias mínimas para graderíos con asientos fijos (izquierda) y reclinables (derecha).

a(altura mínima del escalón)=0.3m / b(profundidad mínima del escalón)=0.8m / c(profundidad mínima del asiento)=0.4m / d(distancia mínima para la circulación dentro de la fila)=0.4m / f(ángulo de inclinación máximo de la grada)=34°.

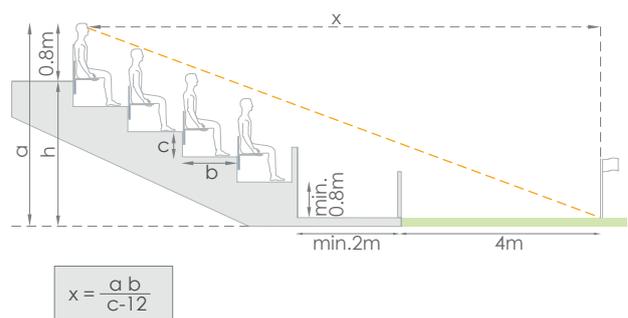
La identificación de las filas y asientos deberá estar en un lugar perfectamente visible, de manera que puedan localizarse fácilmente. Es importante que todo el procedimiento de entrada al estadio y acceso a las localidades se lleve a cabo de forma rápida y segura. La proximidad del aficionado al terreno de juego es proporcional a la calidad visual que éste puede llegar a tener: la sección tipo de un estadio de fútbol surge como resultado de dotar de las mejores condiciones de visibilidad al mayor número posible de aficionados. Este criterio justifica que, según la ubicación dentro del estadio, el precio de la entrada pueda variar enormemente. La isóptica es la herramienta encargada de revelar los parámetros con los que el espectador puede ver un espectáculo con unos criterios mínimos de calidad.



	c	Valor c
Valor mínimo	0.06m	60
Valor ecomendado	0.09m	90
Valor óptimo	0.12m	120

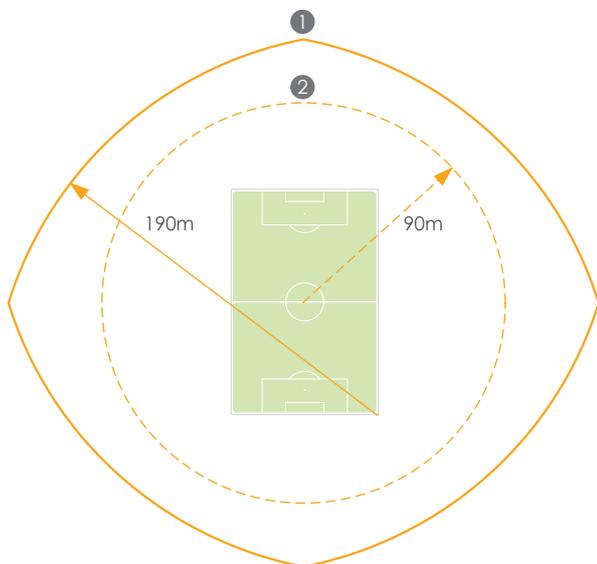
[3.25] Esquema del "valor C" de un estadio.

El ángulo de visibilidad, que define la inclinación de la grada, es el resultado de la unión de los puntos de los ojos de los espectadores de las diferentes filas con el punto más cercano del terreno de juego. Para que dicha visión nunca se vea obstaculizada por el espectador de la fila de adelante, se determina un "valor C" o diferencia de altura entre una fila y su contigua. Valores altos indican una menor probabilidad de que aparezcan obstáculos, sin embargo, en estadios de gran aforo esto aumenta considerablemente la altura de la tribuna generando problemas de visión y confort.



[3.26] Esquema de la línea de visibilidad óptima.

Todo estadio presenta una línea de visibilidad óptima que vendrá definida por las diferentes medidas que conforman una tribuna. De este modo, cuánto más cerca esté la inclinación del estadio de dicha línea, mejores condiciones de visibilidad dispondrá el recinto.

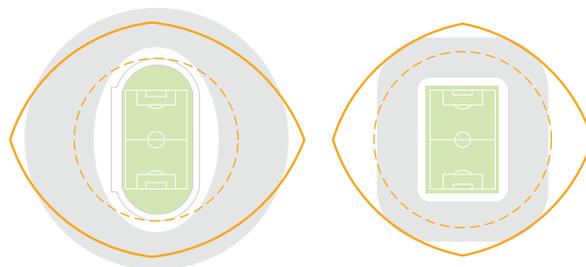


[3.27] Distancias de las zonas de espectadores al césped.

Distancia máxima (190m desde el corner opuesto) y distancia óptima (90m desde el centro del campo) de las zonas de espectadores al césped.

La línea de visibilidad determina, además, el área que va a ocupar el estadio. Por ejemplo, los recintos con tribunas poco inclinadas alejarán al espectador del terreno de juego y amplían la superficie que ocupa el estadio en planta. Para evitar este tipo de situaciones límite, donde las tribunas están muy distanciadas del terreno de juego, se disponen de unas medidas horizontales máximas que garantizan unas correctas condiciones de visibilidad.

Este punto es el principal problema que presentan los espectadores a la hora de visualizar un partido de fútbol en un estadio con pista de atletismo. En la actualidad, la gran mayoría de los estadios olímpicos están diseñados para que, tras la celebración de los JJOO, cambien su uso. En muchos países del mundo, el fútbol es el único deporte capaz de completar el gran aforo de dichas instalaciones, por lo que se suele eliminar la pista de atletismo y se acercan las tribunas al terreno de juego.



[3.28] Comparación zona de espectadores entre el estadio Olímpico de Múnich (izquierda) y el Giuseppe Meazza (derecha).



[3.29] Vista del terreno de juego en el estadio Olímpico de Múnich. Múnich, 1972.



[3.30] Vista del terreno de juego en el estadio Giuseppe Meazza. Milán, 1989.

En estadios tan importante como el Olímpico de Munich, dicha labor de renovación no se ha realizado dado la gran importancia arquitectónica del edificio original, lo que ha producido un abandono de la instalación.

3.3. La cubierta.

En la actualidad, no es obligatorio que todas las tribunas de un estadio estén completamente cubiertas, salvo en los recintos donde se vayan a disputar partidos de la Copa del Mundo o finales de torneos internacionales. Sin embargo, la notable mejora del nivel de confort de los espectadores hace muy recomendable su construcción siempre que se pueda. Las cubiertas de los estadios ubicados en climas húmedos protegen de la lluvia y el viento, mientras que las situadas en climas cálidos dan cobijo del sol y el calor.

En la mayoría de situaciones la mejor solución es la cubierta retráctil, posibilitando el uso del estadio en condiciones meteorológicas extremas y convirtiéndolo en un recinto más viable para otros eventos como conciertos. Sin embargo, resultan muy caras y sólo se construyen en los mejores estadios del mundo. El gran inconveniente de este tipo de techos, incluso si tienen una amplia abertura, es que el césped resulta muy difícil de mantener. En estadios caracterizados por una excesiva verticalidad de la sección, este problema se agrava bastante.

Para un correcto diseño de la cubierta se debe tener en cuenta diferentes factores que afectan en gran medida al estado del césped. La falta de luz empeorará notablemente las condiciones de crecimiento, reduciendo el ciclo de vida del terreno de juego y aumentando la necesidad de contar con costosos sistemas de iluminación artificial como complemento de las fuentes de luz natural. También es importante que la cubierta permita una ventilación natural adecuada del terreno de juego, de lo contrario, será preciso contar con sistemas de ventilación artificial que también pueden resultar muy costosos.

Cubrir un estadio precisa de soluciones estructurales muy complejas con el fin de eliminar la presencia de cualquier obstáculo visual en los graderíos. Antiguamente, era muy frecuente la presencia de pilares en diferentes puntos de la tribuna para poder soportar el peso de la cubierta. Esto restaba amplitud visual al espectador y reducía, por tanto, su nivel de confort en el interior del recinto. Sin embargo, la consolidación del fútbol como espectáculo de masas ha supuesto un notable aumento del aforo de los estadios. Esto se ha traducido en una mayor altura y profundidad de los graderíos, haciendo que las cubiertas tengan que salvar voladizos cada vez más grandes.



[3.31] Vista del terreno de juego cubierto (superior) y descubierto (inferior) en el estadio de Wembley. Londres, 2007.

Se trata del estadio abierto con mayor número de asientos cubiertos del mundo. Para permitir un correcto soleamiento del césped, parte de ella se diseñó retráctil. La construcción de un arco de 7m de diámetro, 315m de largo y 133m de altura en su punto más alto permite soportar las más de siete mil toneladas de peso de la cubierta y la enorme variación existente en la distribución de cargas.

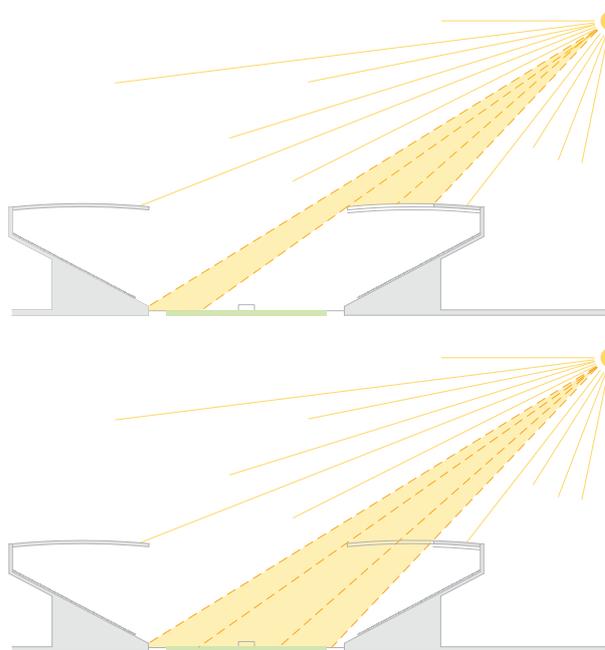


[3.32] Vista nocturna del exterior del estadio de Wembley. Londres, 2007.

El arco es visible desde el centro de Londres y se ha convertido en el ícono del nuevo Estadio de Wembley.

Por otro lado, destacan las enormes cargas que estos sistemas asumen debido al peso propio de la estructura, el gran número de dispositivos que incorporan como los sistemas de iluminación y las sobrecargas derivadas de viento y agua. Por todo esto, el material que rentabiliza al máximo la luz y el peso a soportar es el acero, siendo utilizado ampliamente en la mayoría de las estructuras de cubierta. Como forma de constriarrestar este gran déficit, cada día se trabaja más con materiales de cubrición que aligeren lo máximo posible el peso total.

A pesar de estos inconvenientes, en la actualidad son varios los estadios que presentan cubiertas retráctiles. La construcción de este tipo resulta aún más complejo de realizar que una cubierta fija completa, pues la distribución de cargas varía bastante en función de si la cubrición es total o parcial. Arquitectos e ingenieros deberán determinar el mejor diseño estructural para la cubierta del estadio, aunque es importante desacar que su decisión dependerá en gran medida del presupuesto disponible. En caso de que el estadio sólo deba estar parcialmente cubierto, se dará prioridad a la tribuna principal, pues en ella se sitúan los asientos más caros, la zona VIP/VVIP y los diferentes medios informativos.



[3.33] Solución para generar sombra en la grada y permitir, cuando no haya partido, que el césped reciba luz solar.

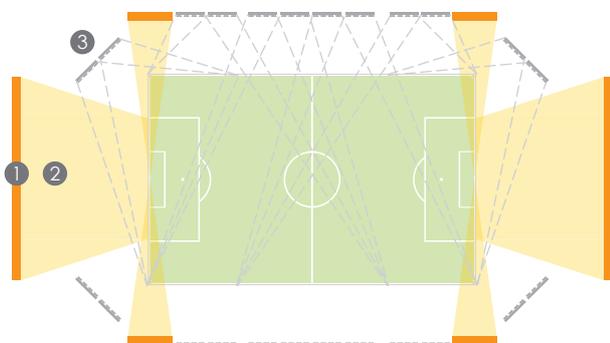
Uno de los principales problemas que puede provocar una cubierta es el soleamiento: la protección del público frente a las inclemencias hace que se genere una zona de sombra que afecta también al terreno de juego y, por extensión, al estado del césped. La introducción desde principios del siglo XXI de nuevos materiales ha permitido trabajar con cubriciones translúcidas y transparentes. Destacan estas últimas, pues dejan filtrar hasta un 98% la radiación ultravioleta y permiten un normal crecimiento del césped.

La implantación, además, de un sistema de toldos en la parte inferior de la cubierta resulta fundamental. De este modo se puede manipular los momentos de luz y sombra, generando esta última cuando se disputa un partido de fútbol. Con la ayuda de diferentes motores eléctricos, el recinto transforma su configuración en muy poco tiempo. Estadios como el Allianz Arena de Múnich incluyen este sistema.

3.4. La iluminación.

El coste que supone equipar un estadio con una iluminación adecuada mediante focos es elevado, y sería complicado incorporarlo en muchos proyectos de bajo presupuesto. No obstante, la opinión más generalizada es que todos los estadios, a excepción de los pertenecientes a equipos semiprofesionales, deben contar con focos en la medida de lo posible. Incluso en el caso de que no se prevea su uso, es aconsejable hacer previsiones en el diseño para poder incorporarlos en el futuro.

Muchos partidos se disputan por la tarde o por la noche, tendencia que se ha acelerado debido a la mayor cobertura de los partidos por televisión. La progresiva comercialización del fútbol hace que los partidos más importantes se disputen en las horas de máxima audiencia, es decir, al final del día. En algunas partes de Europa, la iluminación artificial será esencial debido a las pocas horas de luz que disponen, especialmente durante los meses de invierno. Existen distintas opciones en cuanto a la ubicación y el tipo de focos, definiéndose de este modo un total de cinco clases de sistemas de iluminación: será el de clase V el empleado en la mayor parte de los estadios construidos.

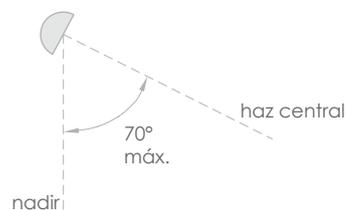


[3.34] Esquema del sistema de iluminación de clase V.

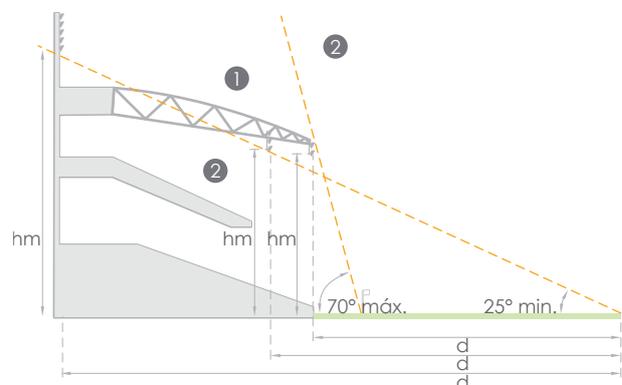
1. Ningún foco en este área / 2. Zona sin iluminación artificial / 3. Zona con iluminación artificial (bastidor de focos).

Clase V	Partido internacional televisado	Sin sombras
Clase IV	Partido nacional televisado	Sin sombras
Clase III	Partido nacional no televisado	Mínimo 8 bastidores
Clase II	Partido de liga no televisado	Mínimo 6 bastidores
Clase I	Entrenamiento no televisado	Mínimo 4 bastidores

La altura de montaje de los aparatos de alumbrado es crucial para la eficacia del sistema de iluminación deportiva. La altura mínima de montaje para los bastidores de los focos laterales es de 25 grados, medidos desde el centro del campo hasta la base de la fuente luminosa más baja. Por otro lado, su altura no podrá superar nunca los 70 grados medidos desde el límite del terreno de juego y mirando hacia la tribuna más próxima. Los ángulos de rotación de las luminarias estarán también restringidos, no pudiendo exceder nunca los 70 grados desde el nadir (directamente abajo) hasta el centro del haz.

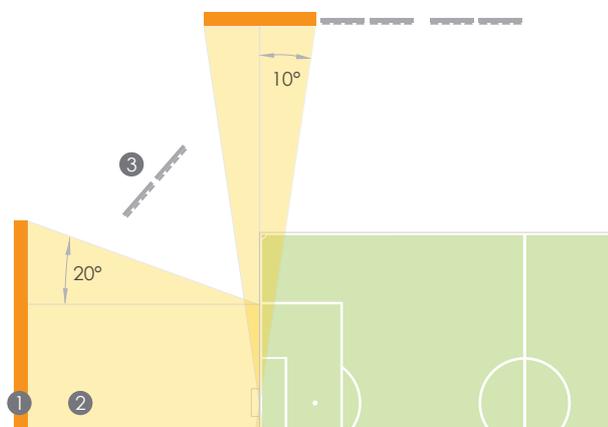


[3.35] Esquema del ángulo de rotación del alumbrado.



[3.36] Esquema de la altura de montaje del alumbrado.

1. Zona con iluminación artificial / 2. Zona sin iluminación artificial.



[3.37] Esquema de la posición de montaje del alumbrado.

1. Nigún foco en este área / 2. Zona sin iluminación artificial / 3. Zona con iluminación artificial (bastidor de focos).

La ubicación del sistema de iluminación en planta, por otro lado, resulta fundamental ya que en determinadas zonas estará prohibida su colocación para evitar deslumbramientos en los jugadores. De este modo, una correcta ubicación, altura y ángulo de los focos garantiza unos niveles de iluminación uniformes sobre todo el terreno de juego, así como la reducción al mínimo del efecto sombra provocado por los jugadores sobre el terreno de juego. Esta determinada altura donde han de colocarse los focos plantea serias dificultades en estadios totalmente cubiertos, donde el espacio disponible bajo la cubierta rara vez lo permite. Por ello, este tipo de recintos precisarán de un anillo continuo de luces fijo a la cubierta mientras que, en los estadios no cubiertos, se tenderá a una configuración en forma de torre.

Es aconsejable, por otro lado, que el diseño de la iluminación por focos permita variar la intensidad de la luz, ajustándose a las necesidades de un acontecimiento u otro. Por ejemplo, en las sesiones de entrenamiento, no se precisará el mismo nivel de iluminación que durante la competición. Mediante un sistema de iluminación adaptable debidamente

diseñada no sólo será más fácil implantar una estrategia de iluminación flexible y coherente, sino también permitirá racionalizar el uso de la energía.

Un fallo en el suministro eléctrico no se considera un motivo suficiente para suspender un partido. Por esta razón, todo estadio debe contar con una fuente alternativa de suministro para proporcionar la electricidad necesaria en caso de fallo o emergencia. Además de la iluminación del terreno de juego por medio de focos, es extremadamente importante contar con una iluminación adecuada en las demás partes del estadio, especialmente en las zonas públicas de circulación de espectadores.



[3.38] Sistema de iluminación continuo en cubierta. Estadio Santiago Bernabéu. Madrid.



[3.39] Sistema de iluminación por torre. Estadio de la Romareda. Zaragoza.

Referencias a documentos gráficos del apartado 3.

- [3.01] Sección de un terreno de juego de césped natural.
Elaboración propia.
- [3.02] Colocación de semillas de césped natural en el Estadio Santiago Bernabéu. Madrid.
Extraído de http://www.corazonblanco.com/santiago_bernabeu_sin_cesped-fotos_del_real_madrid-igfpo-10203276.htm
- [3.03] Colocación de tepes de césped natural en el Estadio Santiago Bernabéu. Madrid.
Extraído de http://www.corazonblanco.com/santiago_bernabeu_sin_cesped-fotos_del_real_madrid-igfpo-10203276.htm
- [3.04] Sección de un terreno de juego con sistema modular de césped natural.
Elaboración propia.
- [3.05] Bandeja del sistema modular de césped natural.
Elaboración propia.
- [3.06] Colocación del sistema modular del césped natural
Extraído de <http://www.strathayr.com/turf-systems/removeable-natural-turf-system>
- [3.07] Sección de un terreno de juego de césped artificial.
Elaboración propia.
- [3.08] Estadio de San Siro. Milán, 2014.
Extraído de <http://blog.viajobien.com/6-estadios-de-futbol-de-europa-que-debes-visitar-durante-tu-viaje/>
- [3.09] Disposición geométrica de los drenajes tipo espina de pescado (superior) y paralelo (inferior).
Elaboración propia.
- [3.10] Sección del sistema de drenaje de tuberías bajo tierra vegetal cultivada.
Elaboración propia.
- [3.11] Sección del sistema de drenaje de tuberías mediante cañerías y hendiduras bajo tierra vegetal cultivada.
Elaboración propia.
- [3.12] Sección del sistema de drenaje de tuberías bajo mesa de agua suspendida.
Elaboración propia.
- [3.13] Colocación del sistema de drenaje en un estadio de fútbol.
Extraído de <http://greenpowerperu.com/riegodrenaje.htm>
- [3.14] Estadio Nacional de Costa Rica. San José, 2011.
Extraído de http://www.nacion.com/deportes/futbol-costa-rica/Coloso-usara-agua-potable-riego_0_1185081488.html
- [3.15] Disposición geométrica de red de riego en estadios de fútbol rectangulares (superior) y ovalados (inferior).
Elaboración propia.
- [3.16] Colocación de la calefacción por agua caliente en el estadio Allianz Arena. Munich.
Extraído de <http://www.baulinks.de/webplugin/2009/2165.php4>
- [3.17] Colocación de lámparas termicas lumínicas en el estadio Santiago Bernabéu. Madrid.
Extraído de <http://www.neoteo.com/el-diseno-de-los-estadios-de-futbol-el-cesped/>
- [3.18] Sistema de ventilación natural del estadio Rheine Energy. Colonia. 2004.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.
- [3.19] Sistema de ventilación forzada del estadio Camp Nou. Barcelona, 1957.
Extraído de http://www.aegreenkeepers.com/descargas/Articulos_tecnicos/Estadios_de_futbol,_principios_fundamentales_de_diseno_y_solucion_de_problemas.pdf

Referencias a documentos gráficos del apartado 3.

[3.20] Ejemplo de estadio con estructura de acero y elementos de graderío de hormigón prefabricado.

Extraído de http://www.thorntontomasetti.com/projects/metlife_stadium/

[3.21] Ejemplo de estadio con estructura de hormigón y elementos de graderío de hormigón prefabricado. Extraído de <http://finance-commerce.com/2015/01/msfa-fritted-glass-could-add-60m-to-stadium-project-cost/>

[3.22] Estadio Municipal de Braga. Braga, 2003. Extraído de <https://www.flickr.com/photos/23104272@N03/4537291115>

[3.23] Vista interior en el estadio Allianz Arena. Munich, 2005.

Extraído de <http://www.studio5555.de/allianz-arena-munchen-impressionen/>

[3.25] Esquema del “valor C” de un estadio. Elaboración propia.

[3.26] Esquema de la línea de visibilidad óptima. Elaboración propia.

[3.27] Distancias de las zonas de espectadores al césped.

Elaboración propia.

[3.28] Comparación zona de espectadores entre el estadio Olímpico de Múnich (izquierda) y el Giuseppe Meazza (derecha).

Elaboración propia.

[3.29] Vista del terreno de juego en el estadio Olímpico de Múnich. Múnich, 1972.

Extraído de https://www.flickr.com/photos/odins_raven/7485648300

[3.30] Vista del terreno de juego en el estadio Giuseppe Meazza. Milán, 1989.

Extraído de <http://www.acmilan.com/es/>

stadium

[3.31] Vista del terreno de juego cubierto (superior) y descubierto (inferior) en el estadio de Wembley. Londres, 2007.

Extraído de <http://pixcooler.com/wembley+stadium+closed+roof>

[3.32] Vista nocturna del exterior del estadio de Wembley. Londres, 2007.

Extraído de <http://www.wembleystadium.com/TheStadium/StadiumGuide/Sustainability>

[3.33] Solución para generar sombra en la grada y permitir, cuando no haya partido, que el césped reciba luz solar.

Elaboración propia.

[3.34] Esquema del sistema de iluminación de clase V.

Elaboración propia.

[3.35] Esquema del ángulo de rotación del alumbrado.

Elaboración propia.

[3.36] Esquema de la altura de montaje del alumbrado.

Elaboración propia.

[3.37] Esquema de la posición de montaje del alumbrado. Elaboración propia.

[3.38] Sistema de iluminación continuo en cubierta. Estadio Santiago Bernabéu. Madrid.

Extraído de <http://www.realmadrid.com/estadio-santiago-bernabeu>

[3.37] Sistema de iluminación por torre. Estadio de la Romareda. Zaragoza.

Extraído de <https://digiperiodismo.wordpress.com/>

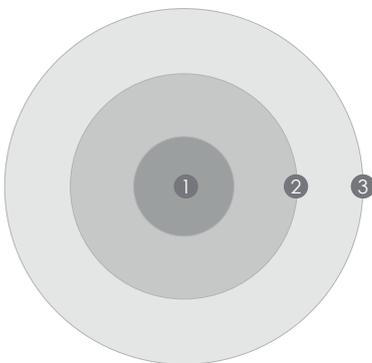
4

Bienestar e higiene. Instalaciones, eficiencia energética y sostenibilidad.

A la hora de diseñar un estadio de fútbol, además de las características comunes a todos estos recintos ya comentadas, hay que tener en cuenta otros muchos factores que dependen del contexto urbano, la flexibilidad de usos y la sostenibilidad. El cumplimiento de estos puntos garantiza, muy probablemente, el éxito de la nueva pieza construida.

4.1 Emplazamiento y orientación.

Para la construcción de un estadio resulta fundamental la elección de un correcto emplazamiento. Éste se deberá caracterizar por la existencia de amplias zonas exteriores y diferentes infraestructuras de comunicación. Si bien es normal que la llegada de los espectadores al recinto tenga lugar durante un periodo relativamente largo, la mayor parte de la multitud intenta abandonarlo casi simultáneamente. De este modo, deberá contar con un número suficiente de infraestructuras viarias de acceso y espacio para el estacionamiento tanto de vehículos como de medios de transporte públicos. En función de su ubicación respecto al tejido urbano, se distinguen así de tres tipos de emplazamientos: urbanos, semiurbanos y periféricos.



[4.01] Tipos de emplazamientos de estadios de fútbol.

1. Emplazamiento urbano / 2. Emplazamiento semiurbano / 3. Emplazamiento en la periferia.

Los emplazamientos urbanos tienen la ventaja evidente de ofrecer acceso sencillo a las redes de transporte público. No obstante, el aparcamiento puede ser problemático debido a la falta de espacio disponible o al elevado coste del terreno. En días de partido, las calles situadas en las inmediaciones del estadio deberán ser objeto de un control de acceso estricto. Es preciso ser muy conscientes de esta necesidad y coordinarla estrechamente con las autoridades locales.

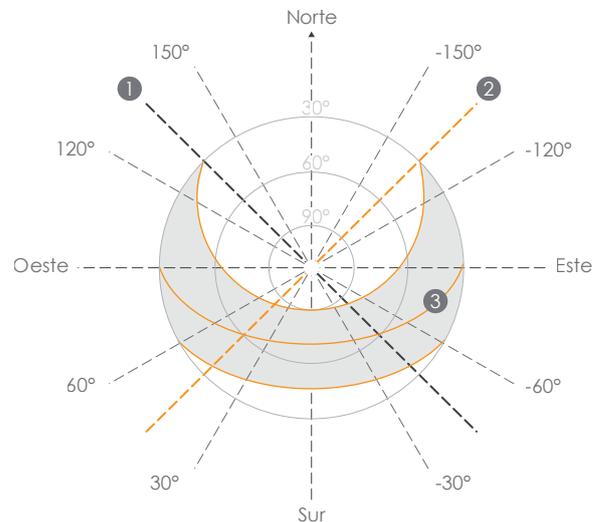
Los emplazamientos semiurbanos ofrecen la ventaja de que los terrenos son más baratos y siguen teniendo un acceso razonable a la red de transporte público. Con unos costes de terreno más reducidos, será posible adquirir un emplazamiento mayor que permitirá incluir más instalaciones. El que el estadio se encuentre ubicado en una zona menos poblada reducirá igualmente el impacto evidente que tendrá una nueva edificación sobre el entorno, limitando el riesgo potencial de que se produzcan conflictos con la comunidad local. En general, son muchos los argumentos evidentes a favor de un emplazamiento semiurbano.

A menudo la opción periférica puede ser atractiva dado que el coste del terreno suele ser mucho más económico que en las zonas urbanas. Es importante asegurarse de que existen enlaces por carretera adecuados, con el fin de evitar importantes embotellamientos tanto antes como después de un evento. Las autoridades locales pueden, en todo caso, exigir al promotor del estadio que pague todas las mejoras esenciales que pudieran requerirse en las infraestructuras viarias. En el lado positivo, como sucede con muchos emplazamientos semiurbanos, la posibilidad de poder adquirir un terreno de mayor superficie hace más factible la posibilidad de incluir instalaciones y servicios adicionales.

En la guía "Football Stadiums: technical recommendations and requirements" viene recogido el emplazamiento idóneo de un estadio de fútbol: "la ubicación ideal de todo estadio sería en un lugar amplio en el centro de la ciudad, con buenas conexiones de transporte público y enlaces a carreteras principales, así como con estacionamientos que podrían utilizar otras personas cuando no se juegan partidos. Esto reduciría la probabilidad de que una gran área de estacionamiento se use únicamente de 100 a 200 horas al año. Un estadio que ambicione albergar eventos internacionales será más atractivo para los organizadores si se encuentra a una distancia cómoda de hoteles y de atractivas zonas comerciales, así como de un aeropuerto internacional. Desarrollar una infraestructura de transporte es muy costoso, por lo que se recomienda que la decisión final sobre el emplazamiento de un estadio se tome considerando su proximidad a la infraestructura de transportes públicos existente".

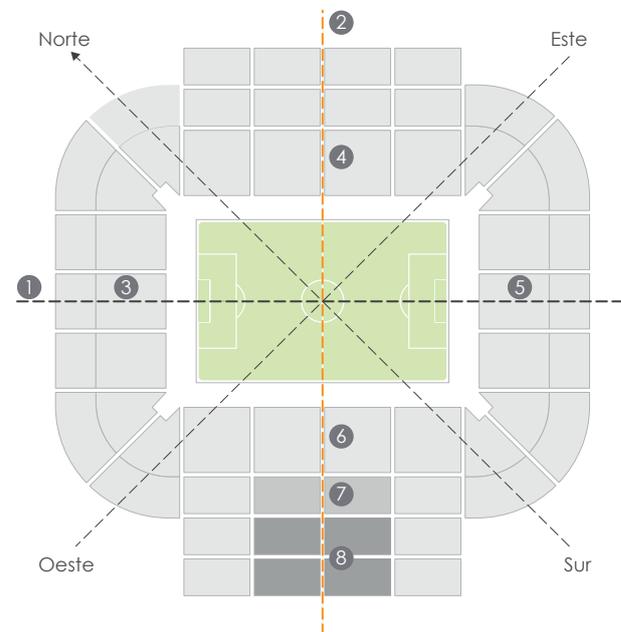
La orientación del estadio tiene una gran importancia, prestando gran atención al ángulo de ubicación del terreno de juego en relación con el sol. Independientemente de si todas las localidades del estadio están cubiertas, los espectadores de la tribuna principal (la tribuna oeste en el hemisferio norte) deberán estar protegidos siempre de los rayos solares.

Sin embargo, para el óptimo crecimiento del césped, todas las partes del terreno de juego deberán recibir una cantidad razonable de luz solar directa. Frecuentemente se considera ideal una orientación norte-sur del campo de juego, sin embargo, análisis más precisos han llevado a que los arquitectos elijan un ángulo igual a la inclinación promedio del sol en el punto medio normal en un partido vespertino, estableciéndose así una orientación Norte-Sur + 15° en sentido longitudinal.



[4.02] Diagrama de la orientación de un terreno de juego en el hemisferio norte.

1. Eje de orientación del terreno de juego / 2. Posición media del sol en la mitad del partido / 3. Trayectoria del sol.



[4.03] Diagrama de la orientación de un terreno de juego en el hemisferio norte.

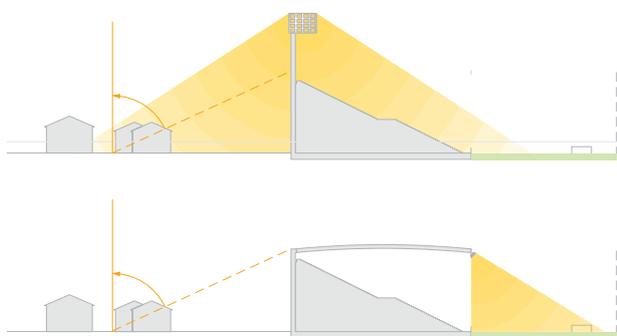
1. Eje de orientación del terreno de juego / 2. Posición media del sol en la mitad del partido / 3. Fondo norte / 4. Tribuna este / 5. Fondo sur / 6. Tribuna oeste / 7. Tribuna VIP y VVIP / 8. Tribuna de prensa.

4.2. Contaminación lumínica y acústica.

El impacto que tiene un estadio en el entorno que lo rodea es muy elevado, no sólo debido al gran número de público asistente, sino también a la incidencia tanto acústica como lumínica que se genera en dicho recinto durante la disputa de un partido de fútbol.

La luminosidad del estadio puede tener un impacto intrusivo en el vecindario inmediato, sobre todo si este sistema se basa en torres de iluminación. Además de estos focos, muchos recintos modernos iluminan la fachada del estadio en días de partido y tienen un importante impacto en la zona que rodea al estadio. La principal medida que limitan la contaminación lumínica y reducen al mínimo el trastorno ocasionado a la comunidad local se basa en el empleo de focos en la cubierta. Enterrar el estadio, si es posible, es otra buena solución ya que se evitará el ángulo visual y se producirá más sombra en el entorno circundante.

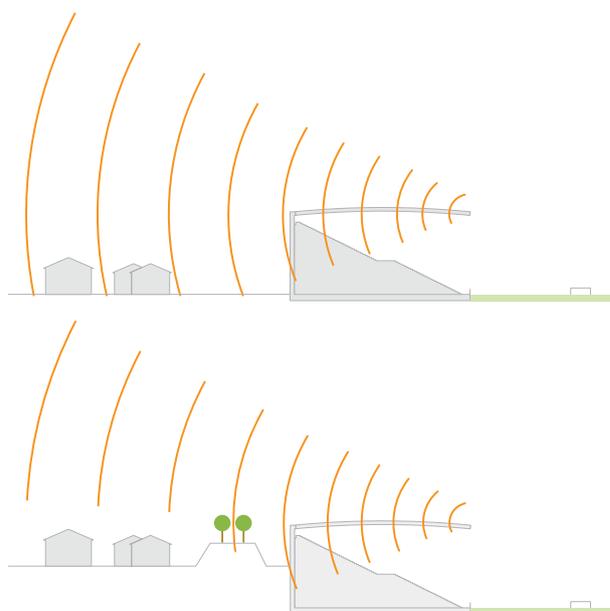
En muchos países, las autoridades locales solicitarán informes detallados en los que se identifiquen aquellas zonas que podrían verse afectadas e insistirán en que el estadio adopte restricciones de iluminación aceptables las noches de partido, así como en su uso cotidiano.



[4.04] Esquema del problema tipo (superior) y solución (inferior) para reducir el impacto lumínico de un estadio.

La contaminación acústica es todavía más importante, teniendo en cuenta que se puede llegar a concentrar alrededor de 100.000 personas en un mismo recinto. Dicho impacto, que se desarrollará antes, durante y después del partido, será superior si el estadio está al mismo nivel que el resto de los edificios circundantes. La disposición de arbolado en las inmediaciones o el soterramiento del propio recinto son medidas que ayudan a reducir el ruido generado.

Para mejorar la relación del estadio con la comunidad donde se ubica, será preciso identificar soluciones para reducir la contaminación acústica, concretamente en el caso de aquellos estadios situados en el centro urbano en zonas residenciales. Se aconseja estudiar este tema en estrecha colaboración con las autoridades locales. El diseño del estadio deberá ser lo más flexible posible, incorporando todas aquellas medidas que ayuden a reducir el impacto acústico y lumínico.



[4.05] Esquema del problema tipo (superior) y solución (inferior) para reducir el impacto acústico de un estadio.

4.3. Flexibilidad.

El diseño de estadios que puedan albergar otro tipo de eventos incrementará su uso y rentabilizará la infraestructura en un menor plazo de tiempo. Por este motivo es importante plantear el diseño de un estadio multifuncional desde el principio del proyecto, construyendo así un recinto de grandes dimensiones y con generosos espacios de circulación.

La cuestión de la financiación, por otro lado, también alienta a los propietarios a estudiar la inclusión de usos ajenos a la función deportiva primaria. En todo el mundo existen buenos ejemplos de centros comerciales, gimnasios u hoteles integrados directamente en el complejo del estadio. Este hecho aumenta tanto el uso como el volumen de espacio arrendable, lo cual se traduce en una mayor sostenibilidad y viabilidad del proyecto en su conjunto. En la actualidad, la gran mayoría de los clubes de fútbol apuestan por este modelo.

Los factores más destacados que se deben considerar a la hora de construir un recinto multifuncional son el fácil acceso al terreno de juego para vehículos pesados, la instalación de vestuarios adicionales para atletas o artistas y la inclusión un almacén de grandes dimensiones al nivel del campo. Es importante que todos estos usos variables se integren a la perfección, pero nunca deberán tener un impacto negativo sobre su utilización primaria para el fútbol. Por ejemplo, alargar considerablemente el terreno para otro deporte o añadir una pista de atletismo alrededor del campo de juego puede conllevar a que los espectadores de los partidos de fútbol se encuentren después demasiado lejos del terreno de juego y de la acción. Esto reducirá la sensación del público de participar en el juego y restará bastante emoción al evento.

Los primeros ensayos de recintos multifuncionales se realizaron a finales del siglo XX. El Stade de France (Paris, 1995) fue el primero en apostar por una flexibilidad en el graderío mediante el uso de asientos replegables a lo largo de las líneas de banda. La pista de atletismo existente queda oculta bajo la tribuna y se permite, por otro lado, variar al aforo del recinto en función del espectáculo que acoge.

El deseo de rentabilizar aún más el uso de estas instalaciones hizo que se planteara, por primera vez, un techo retráctil en el estadio Amsterdam Arena (Amsterdam, 1996). De este modo, se posibilita la instalación de sistemas de climatización y el estadio se convierte en un pabellón de gran aforo que permite acoger eventos durante todo el año.

Sin embargo, el asoleamiento de este tipo de recinto resulta prácticamente imposible. Por este motivo, el estadio Veltins Arena (Gelsenkirchen, 2000) introdujo una nueva solución: el terreno de juego retráctil. Esto permite que el césped crezca en las mejores condiciones en un solar adyacente al estadio y, por otro lado, el suelo interior se convierte en un pavimento duro, ampliando aún más si cabe la posibilidad de realizar espectáculos diversos.

De este modo, a principios de siglo XXI se construyen ya los primeros estadios completamente multifuncionales en el mundo como el Sapporo Dome (Sapporo, 2001) y el Stade Pierre Mauroy (Lille, 2012). La construcción y el mantenimiento de estos recintos resulta muy caro, por lo que sólo las ciudades y los clubes de fútbol más grandes del mundo están en disposición de tener un estadio con estas características. Sin embargo, la gran rentabilidad de estos recintos hace pensar que en un corto plazo de tiempo estarán ya presentes en la mayoría de nuestras ciudades.

4.3.1. Flexibilidad en el graderío.

El Stade de France fue el primer estadio de fútbol catalogado como flexible. Se encuentra en la zona de Saint Denis, a las afueras de París, y es el estadio más grande de Francia con un aforo de 81.000 espectadores. Fue construido para la Copa Mundial de Fútbol de 1998, con el objetivo de convertirse en el estadio nacional de referencia del deporte francés. Alberga los partidos como local de las selecciones francesas de fútbol y rugby, así como todas las finales de los torneos nacionales.

Por otro lado, la falta de grandes recintos de atletismo en Francia, hizo que el planteamiento final incorporara una pista destinada a tal uso. Sin embargo, la experiencia histórica no aseguraba ni mucho menos el éxito de la propuesta: el aforo suele ser excesivo para las competiciones de atletismo mientras que, para el fútbol, la distancia entre el espectador y el terreno de juego es muy grande.



[4.06] Vistas del terreno de juego para el uso de competiciones de atletismo (superior) y fútbol / rugby (inferior) en el estadio Stade de France. París, 1995.

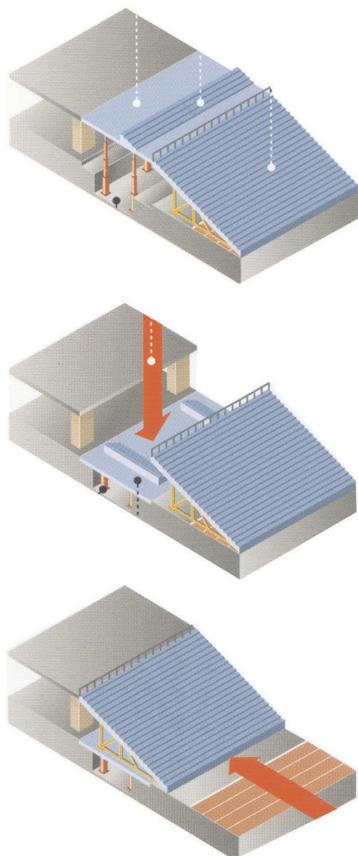
Por este motivo, el Stade de France presenta un graderío muy flexible que adopta diferentes configuraciones según la actividad que se desarrolle en su interior: el atletismo presenta un aforo de 75.000 personas mientras que, tanto el fútbol como el rugby, acogen un total de 80.000 espectadores. La tribuna inferior es móvil y parte de ella es desmontable, permitiendo descubrir la pista de atletismo que se oculta por debajo. La conversión total del estadio tiene una duración de 80 horas y requiere de un mínimo de 40 personas. El graderío, para facilitar el proceso, se divide en diez elementos diferentes de 700 toneladas cada uno.

El estadio fue diseñado especialmente con la ayuda de un software que simulaba la visión del espectador desde cada uno de los puntos de la grada, con el fin de garantizar una óptima visibilidad desde cualquier punto del aforo. Además, independientemente de la configuración que adopta, se asegura una evacuación total de los espectadores en menos de 15 minutos.



[4.07] Extracción de uno de los módulos en que se divide la tribuna inferior en el estadio Stade de France. París, 1995.

La pista de atletismo se oculta y el espectador está más cerca del terreno de juego. La colocación, además, de una plataforma en el hueco existente entre los dos graderíos amplía el aforo en 5.000 asientos más.



[4.08] Vista del proceso de conversión del graderío en el estadio Stade de France. París, 1995.

La conversión del estadio para el uso de la pista de atletismo se realiza gracias a la acción de un elevador que hace descender, hasta la cota cero, la plataforma situada en la parte superior de la tribuna móvil. Bajo las gradas, un sistema de pistones hidráulicos permite remolcar los diez bloques de tribuna un total de 15 metros. Para evitar el deterioro de la pista de atletismo, la parte delantera de la grada baja está equipada con colchones de aire que amortiguan el peso total de la estructura.

La celebración de la final de la Copa Mundial de Fútbol de 1998 y del Campeonato Mundial de Atletismo de 2003, han consolidado el éxito de la propuesta de graderío móvil.

4.3.2. Flexibilidad en la cubierta.

El Amsterdam Arena es un recinto deportivo ubicado en la ciudad de Amsterdam. Fue construido en 1996 con el objetivo de convertirse en el estadio más moderno y con mayor capacidad de Holanda con 53.000 espectadores. Ha sido sede de la Final de la Liga de Campeones de 1998 y de la Eurocopa de Fútbol de 2000, celebrada en Países Bajos y Bélgica. Destinado principalmente a la práctica del fútbol, es el estadio donde el Ajax de Ámsterdam disputa sus partidos como local, además de acoger la mayor parte de los encuentros internacionales de la selección holandesa. El Amsterdam Arena fue, además, el primer estadio de Europa en contar con techo retráctil.



[4.09] Vistas del terreno de juego cubierto (superior) y descubierto (inferior) en el estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.

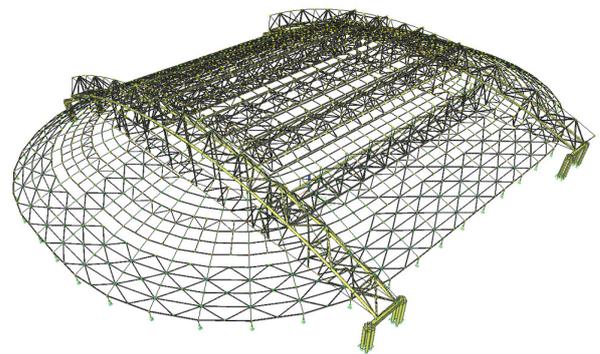
La cubierta se divide en dos partes, una fija y otra móvil. La primera cubre completamente todas las tribunas del estadio, protegiendo a los espectadores de la lluvia y del sol. Esto garantiza que no haga falta cubrir siempre el recinto, pudiéndose disputar un gran número de partidos al aire libre cuando la temperatura así lo permita. En invierno, sin embargo, la totalidad de los acontecimientos celebrados en su interior se realizan a cubierto, ya que el estadio incorpora un sistema de calefacción para toda la zona de tribunas. Esta novedad, junto al carácter móvil de la cubierta, convirtieron al Amsterdam Arena en el recinto europeo más moderno existente.

La parte retráctil del techo está compuesta por dos paneles, cuyas dimensiones rondan los 40m de ancho y 118m de largo cada uno. La rapidez con la que el estadio adopta una configuración u otra es muy importante, pues en muchas ocasiones serán las inclemencias meteorológicas de nieve, lluvia o viento la que obliguen a cubrir el recinto. El movimiento de la estructura, que tarda algo menos de veinte minutos en completarse, se realiza gracias a la acción de ocho motores eléctricos.

El peso total de cada una de las planchas móviles es de 400 toneladas. Existe una gran variación en la distribución de cargas en función de si el estadio está cubierto o abierto, lo que obligó a construir una poderosa estructura formada por vigas de acero en celosía. Dispuestas en forma de malla ortogonal, el estadio presenta cuatro grandes puntos de apoyo, hecho que marca el gran carácter ingenieril que adquieren todas las fachadas. Por otro lado, el recinto adquiere una escala exterior muy grande para el tamaño real que tiene; esto se debe a que el estadio está bastante elevado sobre el suelo ya que, bajo el terreno de juego, se construyó el parking privado del estadio y una autopista.

El estadio Amsterdam Arena es considerado la primera gran dome europea, pues más allá de la gran variedad de eventos deportivos que acoge, también se desarrollan diferentes espectáculos a lo largo del año. La posibilidad de cubrir el recinto si se desea convirtió, de este modo, al Amsterdam Arena en el primer estadio multiusos de Europa. En la actualidad, durante los periodos de inactividad futbolística como el verano, son numerosos los conciertos que se celebran y que atraen a miles de personas.

La buena comunicación que tiene el estadio con el centro de la ciudad mediante coche y ferrocarril ha impulsado todo el área en el que se inserta el estadio. Denominada Amsterdam Boulevard, estinada al uso terciario, recibe el nombre de Amsterdam Boulevard.



[4.10] Diagrama estructural de la cubierta del estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.

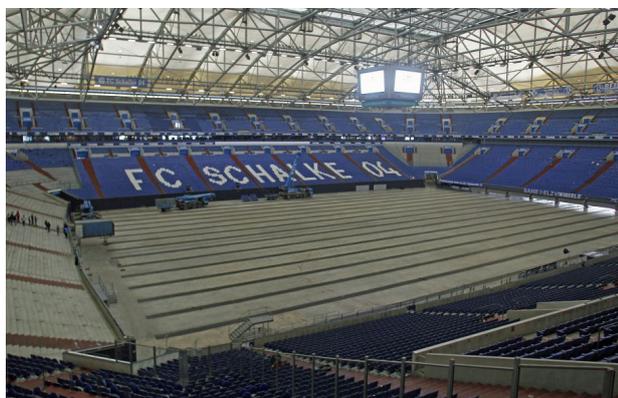


[4.11] Vistas exterior del estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.

4.3.3. Flexibilidad en el terreno de juego.

El estadio Veltins Arena se ubica en la ciudad de Gelsenkirchen, al noroeste de Alemania. En él disputa sus partidos como local el FC Schalke 04 de la Primera División Alemana. Fue construido en el año 2000 y fue una de las sedes de la Copa Mundial de Fútbol de 2006.

La construcción de estadios con un gran aforo, donde el espectador está cada vez más cerca del terreno de juego implica la realización de tribuna muy verticales. En el estadio Veltins Arena, a pesar de la implantación del techo retráctil, la sombra arrojada sobre el campo complicaba bastante el correcto crecimiento del césped. Surge así el terreno de juego retráctil.



[4.12] Vistas del terreno de juego con césped (superior) y con pavimento de hormigón (inferior) en el estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.

De este modo, la inclusión de un césped móvil mejora sustancialmente su mantenimiento en recintos cerrados. No sólo se aseguran unas buenas condiciones de soleamiento y ventilación, sino también que el estadio pueda albergar eventos no deportivos como conciertos, sin perjudicar en ningún momento el estado del terreno de juego.

Entre semana, el terreno de juego descansa sobre una zona que se destina a aparcamiento en los días de partido. Para permitir este movimiento, el césped está instalado sobre una bandeja de hormigón de 1,60 metros de altura. En su interior encontramos los sistemas de riego, drenaje y calefacción. Este último será muy importante, pues evitará que la hierba se congele durante las noches de invierno.

Con un peso total de 16.000 toneladas, este desplazamiento se realiza por unas vías de 25 centímetros de ancho y 300 metros de longitud. Cada movimiento del terreno de juego cuesta unos 16.000 euros, necesita de la ayuda de doce operarios y tiene una duración aproximada de seis horas. Este moderno sistema permite al Schalke rentabilizar su estadio alquilándolo para otros eventos, tales como exposiciones, conciertos e incluso funciones de ópera.



[4.13] Vista exterior aérea del estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.



[4.14] Vista del terreno de juego adaptado a un partido de hockey sobre hielo en el estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.

El paso del terreno de juego entre interior y exterior se realiza bajo la tribuna sur del estadio. Su construcción como una pieza única de metal le permite mantenerse en equilibrio apoyándose únicamente en sus dos extremos, de modo que debajo de ella se genera un espacio diáfano por el que se mueve el terreno de juego. Además, posee un sistema hidráulico que le permite ensancharse dieciséis metros más y ampliar, por tanto, la capacidad del estadio para eventos especiales.

El techo del estadio es retractil y tarda cuatro horas en abrirse. Al ser transparente, permite disputar encuentros en invierno con luz natural. El cierre es completo, algo poco frecuente en estadios de fútbol, lo que mejora la eficiencia de los sistemas de climatización. Además, en el centro del campo y a 26 metros de altura, hay un enorme cubo con cuatro pantallas gigantes de 35 metros cuadrados. Se trata de las más grandes de Europa en donde se proyectan imágenes y repeticiones del partido que se está disputando.

La suma de todas estas características hace que la imagen final del Veltins Arena se perciba más como un macropabellón multiusos que como un estadio de fútbol.

4.3.3. Flexibilidad total: estadios multifuncionales.

El estadio Sapporo Dome fue construido en 2001 en la ciudad de Sapporo, al norte de Japón. Debido a su situación, recibe una corriente de aire frío siberiano que reduce considerablemente las temperaturas en esta zona. La temperatura media anual, de hecho, es inferior a los 9°C y durante el invierno se llegan a alcanzar los -40°C. Las fuertes nevadas que sufre la ciudad la convierten en un lugar ideal para la práctica de deportes de invierno, hecho que le llevó a ser la ciudad anfitriona de los Juegos Olímpicos de Invierno de 1972.



[4.15] Vista del terreno de juego con configuración de béisbol (superior) y fútbol (inferior) en el estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.

Presenta una flexibilidad absoluta ya que la cubierta es fija, el terreno de juego retráctil y el graderío "este" replegable. Además, en función del deporte que acoge, la movilidad de las tribunas inferiores permite cambiar la geometría de la pista.

El deporte más popular en Japón no es el fútbol, sino el béisbol. Las dimensiones que exige este deporte ha hecho factible la construcción de diferentes recintos cerrados para la disputa de partidos en países como EEUU. La elección de Japón como organizador de la Copa Mundial de Fútbol en 2002 hizo que Sapporo, quinta ciudad del país, fuera una de las sedes. Sin embargo, no disponía de ningún estadio de fútbol de gran aforo, por lo que se convocó un concurso internacional para la construcción de uno.

La propuesta ganadora fue de Hiroshi Hara, quién tuvo en cuenta las extremas condiciones meteorológicas de la ciudad y la utilización de la instalación tras el torneo. Se propuso la construcción de un recinto cubierto, de modo que, terminada la Copa del Mundo, tuviera un uso mixto como estadio de béisbol y de fútbol. Este carácter multifuncional también le permite albergar conciertos, exposiciones y demás espectáculos culturales, convirtiéndose así en el gran recinto multifuncional de una ciudad de casi dos millones de habitantes.

El recinto, que cuenta con una capacidad de 42.200 espectadores, presenta una flexibilidad total gracias a la movilidad tanto de las gradas como del terreno de juego. Además, el aprovechamiento que se hace de la zona exterior permite realizar dos eventos de forma simultánea: el espectáculo más importante siempre tiene lugar dentro del estadio, pero la integración de la zona exterior con un parque circundante permite generar un segundo área de actividad. La creación de un terraplén de hierba posibilita que la gente se pueda sentar libremente en torno a un espacio central, haciendo que esta zona presente un carácter mucho más alegre y público. Sin embargo, las bajas temperaturas limitan su aprovechamiento a los meses de verano.



[4.16] Vista exterior con el terreno de juego fuera del estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.

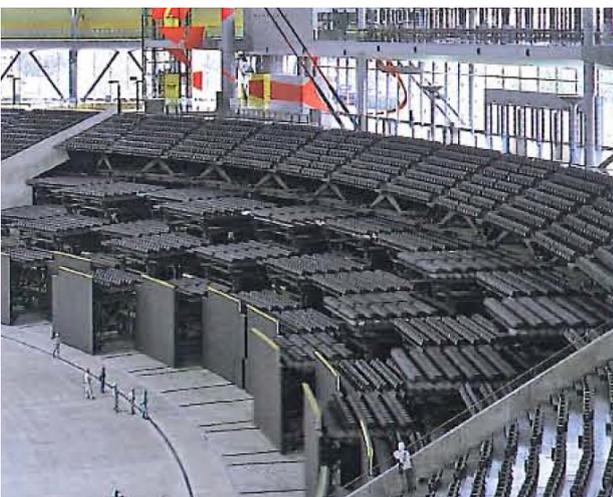
El estadio presenta un cubrición completa y fija. De este modo, se mejora sustancialmente la eficiencia de los sistemas de climatización interior, ya que el nivel de aislamiento del recinto es superior en relación al que tendría si la cubierta fuera retráctil como sucede en la mayoría de las estadios. Para ello se utilizó un techo curvo de fibra de vidrio recubierto de teflón. El teflón aumenta la rigidez y la protección contra el clima extremo de la cobertura. Además, al ser translúcido, el techo permitirá el ingreso de 16% de luz natural

La gran versatilidad del estadio radica en que sirve para acoger partidos de los dos deportes de equipo más populares en Japón: el béisbol y el fútbol. Esto es logrado a través de una triple estructura móvil que consta de una grada plegable, dos tribunas pivotantes y un terreno de juego retráctil.

El primero de ellos es el graderío "este" del estadio, que se puede recoger completamente para posibilitar la salida o entrada del terreno de juego por este mismo punto. Las gradas, de este modo, se acumulan en módulos empujados desde el interior hasta el exterior. Una vez agrupados, son empujados hasta quedar ocultos bajo las tribunas norte y sur.



Las dos tribunas bajas, por su parte, son las encargadas de modificar la geometría del campo de juego. El cambio de un modelo a otro se realiza gracias al libre movimiento con el que éstas pivotan. De este modo, la pista se convierte en triangular para la disputa de partidos de béisbol o en rectangular cuando se juega a fútbol. Además, a diferencia de lo sucedido en otros recintos, este movimiento de los asientos hace que ninguna de las dos configuraciones sea prioritaria en el estadio. El espectador, por tanto, estará siempre a la misma distancia del partido.



El tercer elemento retráctil del Sapporo Dome es el terreno de juego. En invierno, cuando nieva, se sitúa en el interior del recinto salvo cuando se realizan partidos de béisbol u otro tipo de actividades. Normalmente estará fuera para que el césped natural pueda recibir la ventilación y asoleamiento requerido, a diferencia de la cancha de béisbol cuya grama es artificial. Además, el terreno de juego está instalado sobre una bandeja de hormigón que incluye un sistema de calefacción por agua caliente, evitando que se congele en el caso de que nieve o haya temperaturas muy bajas.



El campo de fútbol, de 120m de longitud y 85m de anchura, tiene un peso total de 8.000 toneladas e incluye diferentes sistemas de calefacción, riego y drenaje. Para la conversión en estadio de fútbol, el campo de juego se eleva gracias a una capa de aire de 8cm y se mueve desde el exterior al interior del recinto a través de una puerta de 90 metros de ancho. Una vez en situado en el interior del estadio, pivota sobre su eje en 90 grados y baja de nuevo. El proceso concluye con el montaje de la grada "este" y el movimiento de las tribunas bajas alrededor del campo. Dicha conversión, mucho más eficiente que en anteriores ejemplos, empleará un total de dos horas.

[4.17] Vista del proceso del graderío retráctil en el estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.



[4.18] Vista del proceso de la conversión del campo de juego en el estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.

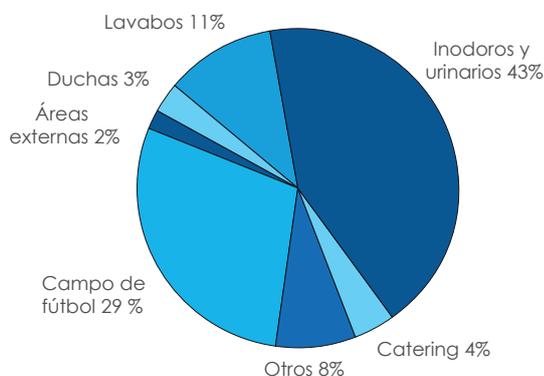
4.4. Aprovechamiento de recursos naturales.

La concepción del estadio de fútbol ha cambiado en los últimos años, pues ya no se trata de una instalación que sólo se utiliza una vez cada dos semanas; en la actualidad, están contruidos como recintos que funcionan todos los días del año, lo que ha aumentado considerablemente el consumo energético. Además, la cobertura completa del terreno de juego ha generalizado la implantación de sistemas de climatización, encargados de satisfacer las necesidades de un gran volumen de aire. Las propias instalaciones que posibilitan el cambio de configuración de graderíos, cubiertas y terreno de juego contribuyen también a aumentar el gasto energético.

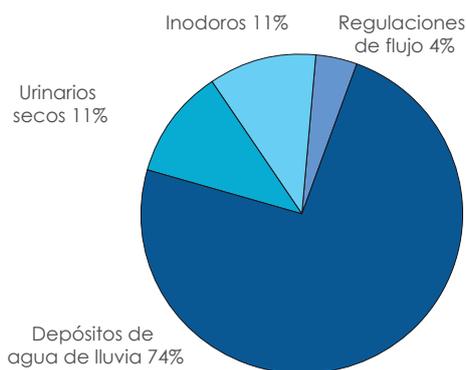
Como respuesta a esta realidad, la FIFA ha emprendido una iniciativa de sostenibilidad medioambiental a través del programa Green Goal. Los objetivos principales se basan en reducir el consumo de agua potable, evitar o reducir los desechos, incrementar el uso del transporte público en los torneos y crear un sistema de energía que alimente a los estadios de una forma más eficiente. Dichas metas deberán contribuir a lograr un clima neutro en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero. El programa, que fue lanzado durante los preparativos de la Copa del Mundo de Fútbol de Alemania en 2006, se extiende en la actualidad a todas las competiciones organizadas por la FIFA.

Por este motivo, se promueve que los estadios consuman energía verde, es decir, aquella procedente de fuentes de energía renovable. Además, la gran superficie de cubierta que presentan estos recintos en nuestras ciudades hace muy recomendable la instalación de placas solares, de modo que proporcionen toda la energía que necesita el estadio.

a) Conservación del agua.



[4.19] Consumo medio de agua en los estadio de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.



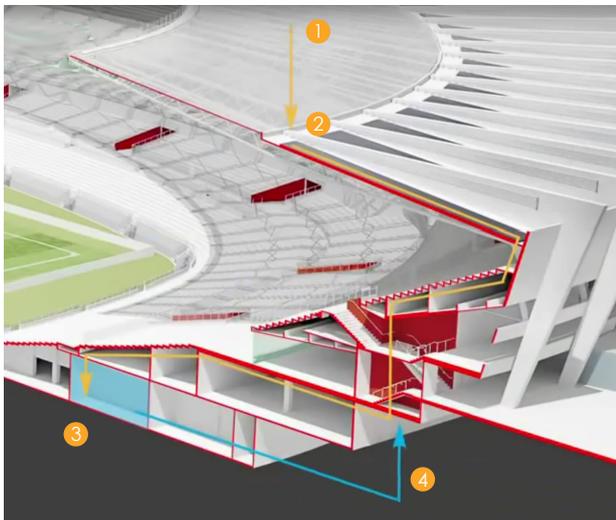
[4.20] Ahorro estimado de agua potable en los estadio de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.

Dentro de un estadio, el consumo de agua es muy elevado ya que se utiliza en diferentes ámbitos. Las instalaciones sanitarias, tales como inodoros, urinarios, lavabos y duchas, son el punto donde se destina un mayor porcentaje hídrico. Por ello, la organización de diferentes eventos siempre vendrá acompañada de un aumento del consumo de agua. Además, se requiere una gran cantidad de dicho elemento para el riego del terreno de juego, en especial durante el verano. Dependiendo de la ubicación y el entorno del estadio, el riego de las zonas verdes o campos de entrenamiento también puede jugar un papel importante.

Las necesidades anuales de agua de un estadio están marcadas, principalmente, por el uso de las instalaciones sanitarias. Dicho valor vendrá determinado por el número de eventos deportivos que se realizan, la cantidad de personas que asisten a los mismos y el tiempo que pasan dentro del recinto. Por tanto, se recomienda la puesta en marcha de algún tipo de campaña que promueva un uso sostenible del agua por parte de los asistentes al estadio.

Una de las principales medidas que contribuye a paliar el excesivo consumo de agua de un estadio consiste en la **instalación de aparatos sanitarios eficientes**. Los urinarios de tipo fluxor requieren entre 1,5 y 3 litros de agua para cada uso. El empleo de nuevos sistemas como el urinario seco, puede reducir considerablemente el consumo de agua. Los olores se eliminan mediante el uso de materiales de superficie especiales, sifones y diafragmas. También se puede obtener un enorme ahorro de agua mediante la inclusión de inodoros con una cisterna de poca capacidad (3 litros). Se recomienda, a su vez, la instalación de grifos con sensor automático, de modo que detengan el flujo de agua una vez la mano ya no esté bajo el aparato, produciéndose un ahorro superior al 50%. La instalación, además, de reguladores de flujo que limitan el caudal de agua contribuyen a reducir sustancialmente su consumo.

Tanto el control regular como el mantenimiento de todos los accesorios y las instalaciones contribuye a mejorar la gestión de agua en todos los estadios. En el estadio de Stuttgart, por ejemplo, el consumo de agua se registra mediante un sistema informático que informa en tiempo real. De esta manera, se puede corregir de forma rápida cualquier avería detectada en la red, minimizando así las pérdidas de agua potable.



[4.21] Esquema del sistema de acumulación de agua de lluvia recogida en cubierta en el estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 2013.

1. Agua de lluvia / 2. Canalón de agua / 3. Tanque de acumulación de agua de lluvia / 4. Reutilización del agua almacenada.

El gasto de agua derivado del riego del terreno de juego supone casi un tercio de las necesidades hídricas de un estadio de fútbol, situándose entre los 10 y los 20 millones de litros por año en función de la situación geográfica del recinto. De este modo, el volumen de las precipitaciones locales es un factor muy importante a tener en cuenta, pudiéndose almacenar en **depósitos de acumulación de agua de lluvia** y ser utilizado cuando se desee.

El agua de lluvia se utiliza, de este modo, para riego del terreno de juego y de las zonas exteriores del estadio. Además, puede tener un uso en los aseos del estadio, destinándose tanto al depósito de urinarios como de inodoros. La obtención de agua superficial procedente de ríos cercanos o de pozo subterráneos también es una buena forma de evitar el consumo de agua potable. Sin embargo, el impacto ambiental de este tipo de sistemas será algo mayor y deberán ser supervisados por las autoridades locales.

El estadio de Mineirão, situado en la ciudad brasileña de Belo Horizonte, presenta un clima tropical. Las abundantes precipitaciones que sufre durante todo el año hicieron que se propusiera la construcción de un depósito de acumulación de agua de lluvia con una capacidad de 6 millones de litros, lo que equivale a regar hasta 35 veces el terreno de juego del estadio. De este modo, se garantiza un eficiente mantenimiento del recinto y de sus áreas circundantes, pues supone un ahorro total de 52 millones de litros de agua potable.

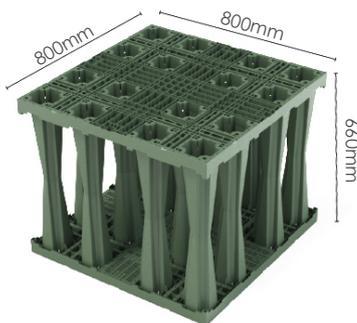
En este caso, el agua de lluvia se toma en la propia cubierta del estadio y es conducida hasta la parte inferior de la tribuna. Sin embargo, dicho depósito se puede llenar también por medio del agua existente en el subsuelo. Para esto, es necesario utilizar **pavimentos permeables** en las zonas exteriores que ayuden a infiltrar agua al subsuelo, y construir **tanques de sedimentación subterráneos**, los cuales acumularán el agua y la liberarán progresivamente, evitando desviarla de forma artificial a ríos o estanques cercanos.



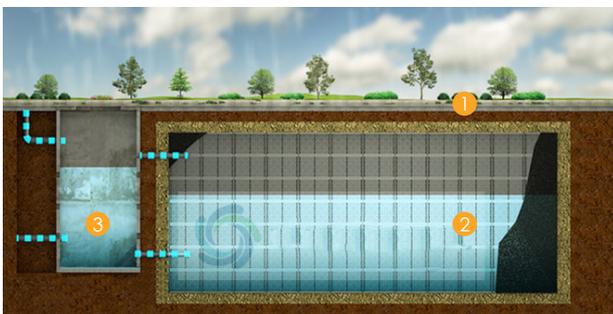
[4.22] Vista de pavimento permeable en el parking en el estadio de Frankfurt. Frankfurt, 2005.

Los adoquines ecológicos facilitan sustancialmente el paso de agua al subsuelo. Estas piezas de plástico tienen forma de panal estructurado y están rellenas de tierra y césped.

Frankfurt tiene el sistema de infiltración subterránea de agua de lluvia más grande de todos los estadios del mundo. Dicho sistema, que tiene una capacidad de casi 2 millones de litros, se compone de cuatro tanques de sedimentación. En su interior, un total de 9.000 bloques plásticos ahuecados almacenan temporalmente el agua de lluvia. Estos elementos transfieren el agua contenida a un depósito externo, de modo que cuando ésta se llena, se detiene dicho traspaso. El agua excedente que sigue aún almacenada dentro de los bloques, se filtra lentamente en el terreno sin provocar ningún tipo de saturación. De este modo se obtiene un doble beneficio, ya que se llena una cisterna con agua de lluvia y se controlan las inundaciones en el terreno.



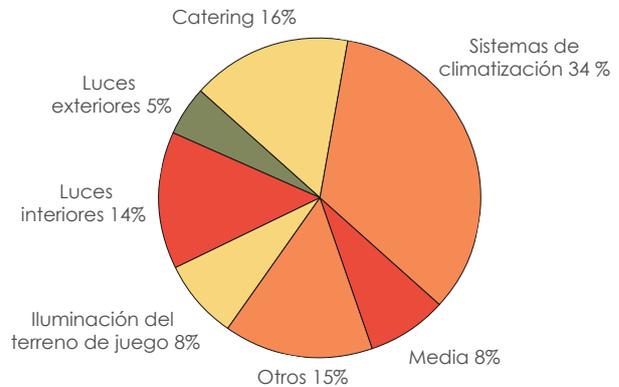
[4.23] Bloque de plástico ahuecado para el almacenamiento temporal de agua de lluvia en un tanque de sedimentación subterráneo.



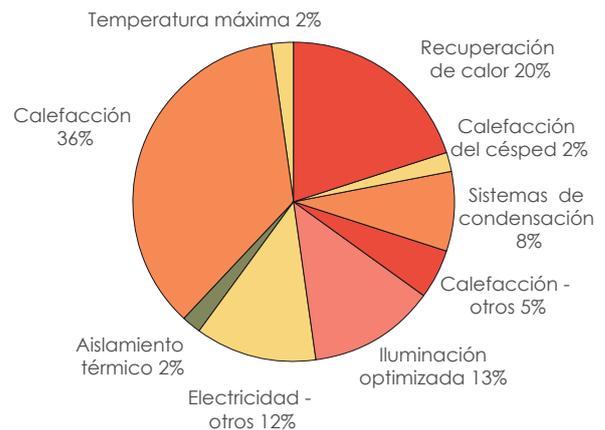
[4.24] Esquema del sistema de acumulación de agua de lluvia por infiltración en el estadio de Frankfurt. Frankfurt, 2005.

1.Pavimento permeable / 2.Tanque de sedimentación subterráneo / 3.Depósito de acumulación de agua.

b) Eficiencia energética



[4.25] Consumo medio de electricidad en el estadio de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.



[4.26] Ahorro estimado de la energía en el estadio de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.

La demanda energética de un estadio de fútbol es bastante elevada, pues este tipo de recintos presenta un volumen muy grande y debe ofrecer unas óptimas condiciones de confort a los espectadores. Además, el gasto energético será mucho mayor en eventos de gran envergadura, tales como partidos de la Copa del Mundo o finales de torneos, pues se requerirán de instalaciones adicionales para los medios de comunicación y el público asistente. La mayor parte de la energía consumida en un estadio se destina tanto a los sistemas de iluminación como a los de climatización.

El consumo de calor en un estadio resulta especialmente elevado, pues se emplea para calefactar las diferentes usos del recinto, el terreno de juego y el agua caliente de las instalaciones sanitarias. Una cuarta parte del total se destina a calentar el terreno de juego, ya que este tipo de sistemas de calefacción suele estar en continuo funcionamiento durante el invierno para que en ningún momento el césped sufra heladas.

En función del tamaño y la utilización que tiene el estadio, obtenemos unos rendimientos energéticos muy diferentes. En recintos multifuncionales, a pesar de que la demanda es mucho mayor en los días de partido, el consumo eléctrico diario representa la mayor parte del total. Dicho dato se aplica aún más a las demandas de calefacción, que apenas se ven influidas por el número de partidos. De este modo, en estadios multifuncionales resulta especialmente importante trabajar con criterios de sostenibilidad y bajo consumo energético para minimizar el impacto medioambiental. Desde un punto de vista económico, la actividades desarrolladas en un estadio flexible amortizan sobradamente la energía extra que necesita, frente a los recintos que tan sólo acogen partidos de fútbol.



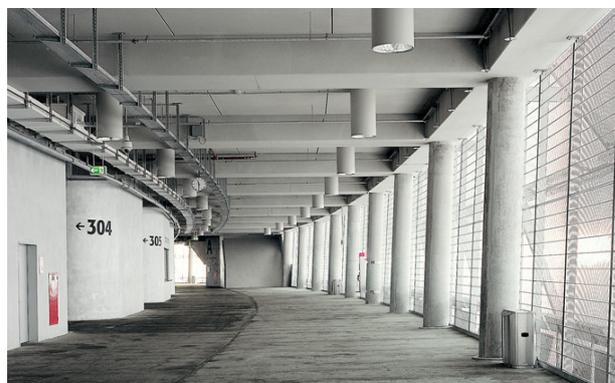
[4.27] Vista interior de una conferencia realizada en el estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.

El uso de un estadio como recinto multifuncional aumenta considerablemente el consumo energético.

En la actualidad, los requerimientos de energía de los estadios se han reducido sustancialmente mediante el empleo de diferentes sistemas de ahorro y eficiencia energética. Además, la producción de energía dentro del propio estadio a través de fuentes renovables ha logrado una mayor sostenibilidad medioambiental de estos recintos.

El **diseño de la envolvente** es muy importante para reducir los costes energéticos de un estadio ya que, teniendo en cuenta la gran escala de este tipo de recintos, la superficie en contacto con el aire exterior será muy grande. En lugares fríos, por ejemplo, se suele fomentar el empleo de envolventes transparentes o translúcidas, incrementando así la temperatura interior del recinto y reduciendo el uso de luz artificial en los espacios públicos interiores. En países cálidos, por el contrario, se reduce al mínimo el empleo de envolvente acristaladas.

Las **medidas de protección solar pasiva** son una buena opción para reducir los costes energéticos de un estadio. En lugares cálidos se recomendará utilizar fachadas con persianas o elementos tipo lama que tamicen la entrada de luz, de modo que se evite el efecto invernadero en el interior.



[4.28] Vista interior de las zonas públicas en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

El empleo de una envolvente translúcida reduce el uso de luz artificial y evita la entrada de luz solar directa.

Un **mayor aislamiento térmico** suele ser la mejor solución para proteger al edificio de la temperatura exterior, de modo que aumentar el espesor del aislamiento térmico más allá de la presente norma puede reducir bastante el consumo energético del recinto. En el estadio de Stuttgart, por ejemplo, tanto techos como paredes fueron revestidas con fibra mineral de 20 centímetros y se tradujo en una reducción de más del 20% de las necesidades de calor.

Para un mejor seguimiento de la temperatura del aire, la duración de la iluminación o el nivel de la calefacción es muy recomendable incluir un **sistema domótico de control**. De este modo podemos regular de manera automática las diferentes instalaciones del edificio y garantizar así su mantenimiento para una mejor gestión energética. Además, alrededor del 20% de la electricidad utilizada en los estadios de fútbol se dedica al alumbrado, por lo que una **optimización de los sistemas de iluminación** permite reducir dicha demanda energética. La inclusión de bombillas tipo LED, más eficientes y menos contaminantes que las normales, o la instalación de detectores de movimiento que acorten la duración de la iluminación en determinados lugares son medidas a tener muy en cuenta.

La **gestión de los sistemas de climatización** es muy importante, pues generalmente se tiende a implantar diseños centralizados sin tener en cuenta las características propias del recinto. De este modo, en estadios muy compartimentados y con una gran variedad de usos se recomienda la instalación adicional de diferentes unidades de aire acondicionado individuales. De este modo, los sistemas de refrigeración centrales sólo funcionan cuando el uso del recinto ronda el 70%, lo que se traduce en un mejor rendimiento y un considerable ahorro energético.



[4.29] Vista de la iluminación LED sobre el terreno de juego en el estadio Allianz Arena. Póznán, 2010.

Un total de 195 proyectores LED de Philips iluminan tanto el terreno de juego como la fachada exterior del estadio.

Otra medida muy recomendable es la **instalación de calderas de condensación**, que tienen entre un 5 y un 10% más de eficiencia en comparación con las calderas de baja temperatura. Además, el uso de los sistemas de aire acondicionado genera un gran nivel de aire caliente, el cual se puede recuperar a través de **intercambiadores de calor** y redistribuir de nuevo por todo el estadio desde la misma sala de calderas.

Uno de los objetivos principales del programa "Green Goal" es el de asegurar que la Copa del Mundo de Fútbol es un evento de baja emisión de carbono. Para ello, no sólo se han de impulsar medidas que beneficien el ahorro energético, sino que se debe apostar por que los estadios consuman energía verde y, siempre que sea posible, conseguir un **balance energético cero**. En otras palabras, lograr que la energía que proviene del propio recinto mediante fuentes de energías renovables sea igual a la energía demandada por éste mismo. De este modo, la FIFA promueve la construcción de plantas solares en la cubierta de los estadios de fútbol dada la gran cantidad de superficie que se dispone.

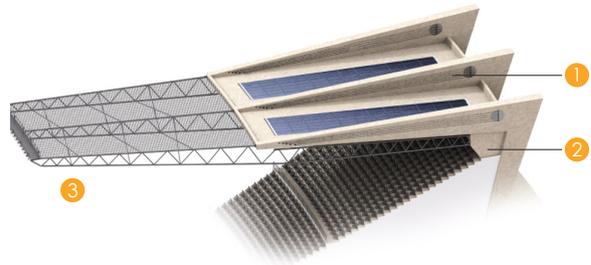
Mineirão, anteriormente mencionado, se convirtió en el primer estadio de Brasil en contar con un techo de energía solar. Fue construido para albergar partidos de la Copa del Mundo de 2010, motivo que hizo que apostara seriamente por el uso de energías renovables. Finalmente se optó por la instalación de una planta con más de 6.000 paneles solares, cubriendo así el 70% de la cubierta del estadio. La potencia instalada de la planta, que ronda los 1.600 megavatios-hora por año (1,4 MW), es muy superior a la que consume el propio recinto. Por este motivo, en torno al 90% de la energía generada se transfiere a la red eléctrica local y permite abastecer hasta 1.200 hogares. El coste total de la instalación solar es de 12,5 millones de euros, de los cuales gran parte ha sido financiado por la propia FIFA gracias a las cuantiosas ayudas que ofrece el programa de prácticas sostenibles "Green Goal".



[4.30] Vista del terreno de juego en el antiguo estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 1965.



[4.31] Vista del terreno de juego en el nuevo estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 2013.



[4.32] Esquema de la instalación de paneles solares en el estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 2013.

1.Pretensado/ 2.Ménsula de hormigón / 3.Nueva estructura.

La instalación, que se lleva a cabo en un estadio ya construido, genera una importante carga en la cubierta que el estadio original no está preparado para soportar. Por este motivo, se tuvieron que realizar diferentes labores de mantenimiento y refuerzo de la estructura de hormigón armado ya existente.

Un pretensado inicial mediante cables de acero, que comprimen la losa existente y unen los dos extremos de las misma. La construcción de ménsulas de hormigón en la unión entre los pórticos y el graderío actúan como refuerzo y rigidiza el conjunto. Por último, la ejecución de la nueva cubierta de estructura metálica que se apoya en el graderío y se une a la losa de hormigón mediante pernos de anclaje.

Referencias a documentos gráficos del apartado 4.

- [4.01] Tipos de emplazamientos de estadios de fútbol.
Elaboración propia.
- [4.02] Diagrama de la orientación de un terreno de juego en el hemisferio norte.
Elaboración propia.
- [4.03] Diagrama de la orientación de un terreno de juego en el hemisferio norte.
Elaboración propia.
- [4.04] Esquema del problema tipo (superior) y solución (inferior) para reducir el impacto lumínico de un estadio.
Elaboración propia.
- [4.05] Esquema del problema tipo (superior) y solución (inferior) para reducir el impacto acústico de un estadio.
Elaboración propia.
- [4.06] Vistas del terreno de juego para el uso de competiciones de atletismo (superior) y fútbol / rugby (inferior) en el estadio Stade de France. París, 1995.
Extraído de <http://www.kaisermagazine.com/ranking/estadios-grandes-europa-camp-nou/>
- [4.07] Extracción de uno de los módulos en que se divide la tribuna inferior en el estadio Stade de France. París, 1995.
Extraído de <http://westhamfootball.blogspot.com.es/2011/11/retractable-seating-what-can-be-learned.html>
- [4.08] Vista del proceso de conversión del graderío en el estadio Stade de France. París, 1995.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.
- [4.09] Vistas del terreno de juego cubierto (superior) y descubierto (inferior) en el estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.
Extraído de <http://efectofutbol.com/los-estadios-mas-bellos-de-europa/>
- [4.10] Diagrama estructural de la cubierta del estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.
Extraído de http://enews.scia.net/en/eNewsApril05_EN.html
- [4.11] Vistas exterior del estadio Amsterdam Arena. Amsterdam, 1996.
Extraído de <http://www.iamsterdam.com/en/visiting/what-to-do/activities-and-excursions/overview/amsterbike-double-dutch-world-of-ajax-tour>
- [4.12] Vistas del terreno de juego con césped (superior) y con pavimento de hormigón (inferior) en el estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.
Extraído de <http://architectism.com/shalke-04s-wonderful-stadium-veltins-arena/>
- [4.13] Vista exterior aérea del estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.
Extraído de <http://www.datasoccer.hol.es/equipos/schalke04-2703>
- [4.14] Vista del terreno de juego adaptado a un partido de hockey sobre hielo en el estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.
Extraído de <http://architectism.com/shalke-04s-wonderful-stadium-veltins-arena/>
- [4.15] Vista del terreno de juego con configuración de béisbol (superior) y fútbol (inferior) en el estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.
Extraído de http://www.vamosvinotinto.com/video_vinotinto_jugara_en_un_estadio_particular-noticias_de_la_seleccion_venezolana-ispyp-529220.htm
- [4.16] Vista exterior con el terreno de juego fuera del estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.
Extraído de <http://buildbyman.blogspot.com.es/2009/01/sapporo-dome.html>
- [4.17] Vista del proceso del graderío retráctil en el estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.

Referencias a documentos gráficos del apartado 4.

[4.18] Vista del proceso de conversión del campo de juego en el estadio Sapporo Dome. Sapporo, 2001.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[4.19] Consumo medio de agua en los estadios de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.

Extraído de la guía "Green Goal 2006".

[4.20] Ahorro estimado de agua potable en los estadios de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.

Extraído de la guía "Green Goal 2006".

[4.21] Esquema del sistema de acumulación de agua de lluvia recogida en cubierta en el estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 2013.

Extraído de <https://www.youtube.com/watch?v=muqNaFgDb10>

[4.22] Vista de pavimento permeable en el parking en el estadio de Frankfurt. Frankfurt, 2005.

Extraído de http://www.edilportale.com/prodotti/ferrari-bk/grigliato-erboso/grigliato_91360.html

[4.23] Bloque de plástico ahuecado para el almacenamiento temporal de agua de lluvia en un tanque de sedimentación subterráneo.

Extraído de <http://rigofill-st.com/system-components/>

[4.24] Esquema del sistema de acumulación de agua de lluvia por infiltración en el estadio de Frankfurt. Frankfurt, 2005.

Extraído de http://www.vorainwaterharvesting.com/fangan_detail/newsId=90.html

[4.25] Consumo medio de electricidad en los estadios de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.

Extraído de la guía "Green Goal 2006".

[4.26] Ahorro estimado de la energía en los estadios de la Copa del Mundo de Fútbol de 2006. Alemania.

Extraído de la guía "Green Goal 2006".

[4.27] Vista interior de una conferencia realizada en el estadio Veltins Arena. Gelsenkirchen, 2000.

Extraído de <http://peru21.pe/deportes/schalke-04-conozca-su-impresionante-estadio-2171103>

[4.28] Vista interior de las zonas públicas en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2000.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[4.29] Vista de la iluminación LED sobre el terreno de juego en el estadio Allianz Arena. Póznán, 2010.

Extraído de <http://www.conessiononi.biz/website/news-destra/philips-led-lighting-illumina-gli-europei-di-calcio.html?lang=en>

[4.30] Vista del terreno de juego en el antiguo estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 1965.

Extraído de <http://www.stadiumguide.com/mineirao/>

[4.31] Vista del terreno de juego en el nuevo estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 2013.

Extraído de <http://www.buro247.com/me/lifestyle/news/renovated-mineirao-stadium-brazil.html>

[4.32] Esquema de la instalación de paneles solares en el estadio de Mineirão. Belo Horizonte, 2013.

Extraído de <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=728514&page=345>

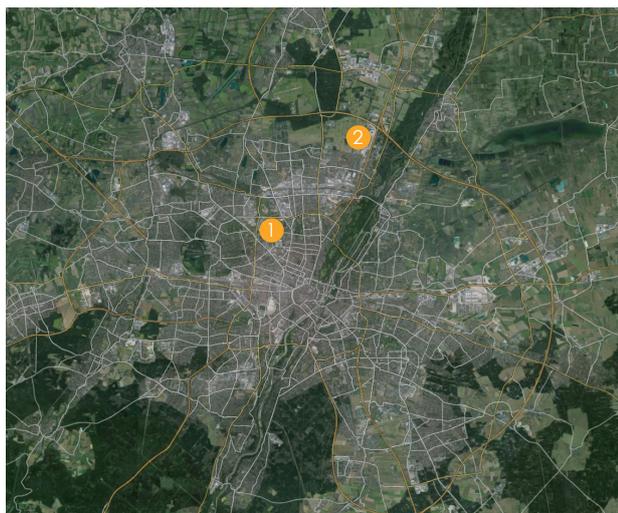
5

Aplicación a un caso concreto. Estadio Allianz Arena (Munich, Alemania).

5.1. Aspectos generadores del proyecto.

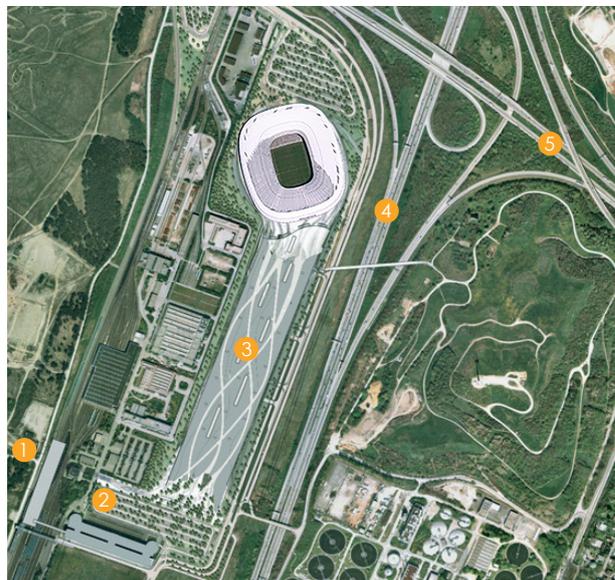
La celebración de la Copa Mundial de Fútbol del año 2006 en Alemania hizo que Múnich, la ciudad más rica de Alemania y tercera en número de habitantes del país, se convirtiera en sede oficial. El único estadio existente en la ciudad era el Olímpico de Munich, construido por Frei Otto para los JJOO de 1972 y con una capacidad de 57.000 espectadores. Sin embargo, su característica cubierta textil impedía la ampliación sustancial del aforo y la construcción de una cubrición ampliada al resto del estadio.

Por otro lado, los dos principales equipos de la ciudad, el FC Bayern München y el TSV 1860 München, jugaban de local en dicho recinto y tenían la aspiración de construir un estadio propio con diferentes explotaciones terciarias y sin pista de atletismo. Finalmente el gobierno de la región aprobó un presupuesto de 340 millones de euros para la ejecución del nuevo estadio, que debía situarse en un área del extrarradio norte de Múnich.



[5.01] Emplazamiento de los dos estadios más grandes de la ciudad de Múnich.

1. Estadio Olímpico de Múnich (1972) / 2. Estadio Allianz Arena (2005).

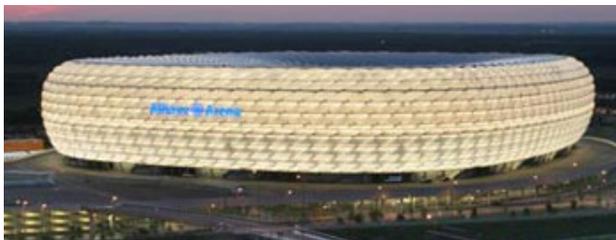


[5.02] Emplazamiento del estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

1. Estación de metro / 2. Paradas de autobús / 3. Esplanada de acceso con parking de coches en el nivel inferior / 4. Autopista de acceso a Múnich / 5. Autopista de circunvalación.

Esta nueva ubicación responde a las directrices del urbanismo más actual, construyendo así un recinto de gran aforo en una zona con un precio del suelo más barato y con múltiples infraestructuras de comunicación como dos autopistas y una línea de metro.

El estadio, de este modo, quedaba bastante alejado de la ciudad y los dos principales clubes de la ciudad corrían serio riesgo de perder aficionados. Por este motivo, los arquitectos suizos Herzog & de Meuron idearon un recinto con una fisonomía polivalente basada en la creación de una envolvente exterior luminosa que cambiara de color en función del equipo local: blanco para los encuentros de la selección nacional de Alemania, rojo para los del FC Bayern München y azul para los del TSV 1860 München. Todo este desarrollo tecnológico corrió a cargo de Siemens y situó a este recinto en un referente en materia de iluminación y eficiencia energética.



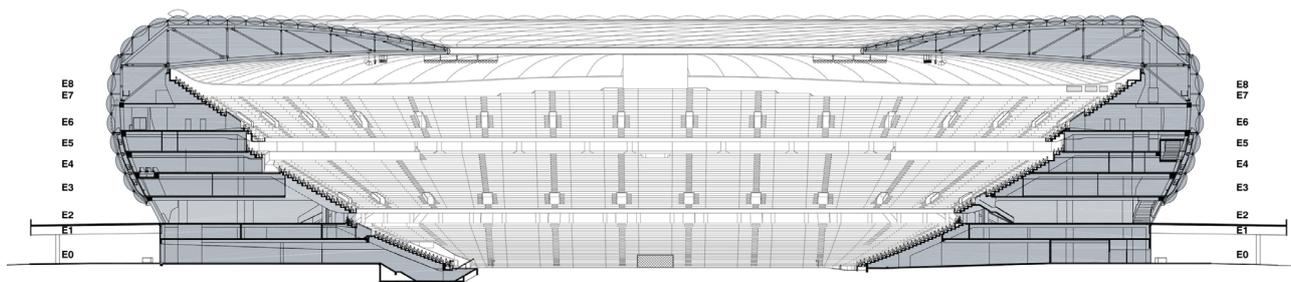
[5.03] Iluminación de la fachada en función del equipo local en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

El acceso al Allianz Arena se realiza de una forma muy secuencial pues, tanto si se hace uso del metro, bus o coche, todos los espectadores deben atravesar una explanada situada en la zona sur del estadio. Presenta unas dimensiones de 543 metros de largo por 136 metros de ancho y, en su parte inferior, se sitúa un parking de 11.000 plazas. Los futbolistas y medios de comunicación, por su parte, tendrán acceso directo al estadio por dicho nivel subterráneo

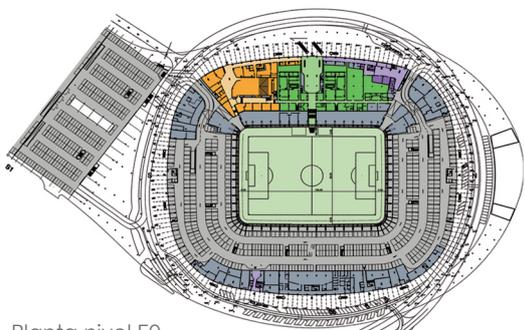
El Allianz Arena dispone de más de 69.900 asientos completamente techados y una superficie total de 6.000 metros cuadrados con restaurantes, salas de conferencia, áreas de recreación, tiendas y locales de exposición. Además, cuenta con 106 palcos VIP, 400 puestos para periodistas y 2.200 asientos "business".

Las dimensiones totales del estadio son de 258 m de largo, 227 m de ancho y 50 m de alto. La particularidad de que el estadio es compartido por dos clubes influye sustancialmente en el programa, diferenciando de este modo la zona norte para el FC Bayern München y la sur para el TSV 1860 München. Cada equipo contará con sus respectivos restaurantes, tiendas y vestuarios, motivo por el cual una gran parte de los usos disponibles en el recinto están duplicados.

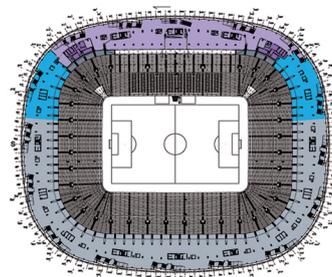
La variedad de escalas dentro del estadio diferencia muy bien el grado de privacidad, reservando las más pequeñas (dos metros de altura) para las zonas privadas de jugadores y medios de comunicación. El aficionado, por su parte, accede al recinto y hace uso de las áreas públicas, aseos y restaurantes con una escala intermedia (cuatro metros de altura). Una vez accede al graderío, experimenta un efecto sorpresa al alcanzar una gran escala (50 metros de altura) que permite observar el interior del recinto deportivo sin ningún tipo de obstáculo alguno.



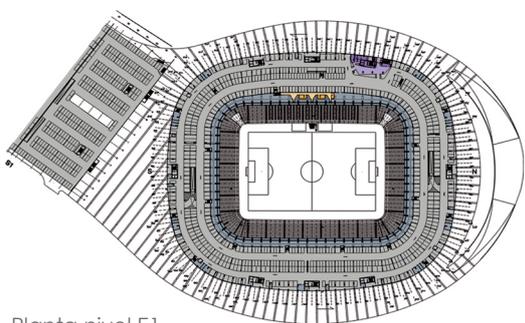
[5.04] Sección transversal en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



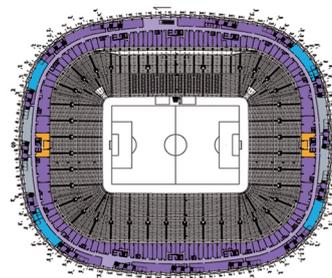
Planta nivel E0



Planta nivel E4



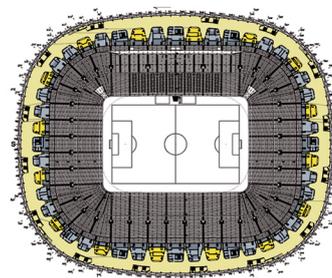
Planta nivel E1



Planta nivel E5



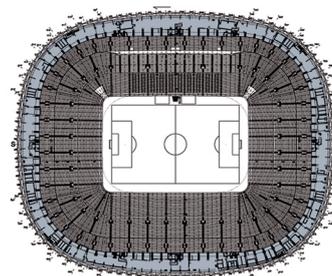
Planta nivel E2



Planta nivel E6



Planta nivel E3

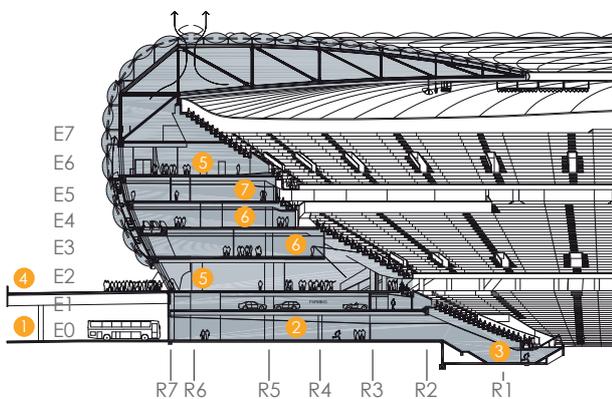


Planta nivel E7



- | | | |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Vestíbulos de periodistas | Zona acogida VIP | Aparcamiento |
| Instalaciones de periodistas | Zonas VIP y palcos | Uso por definir |
| Campo de juego | Kiosko y tienda del club | Instalaciones |
| Zona mixta | Zona de restauración | Seguridad |

[5.05] Plantas en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



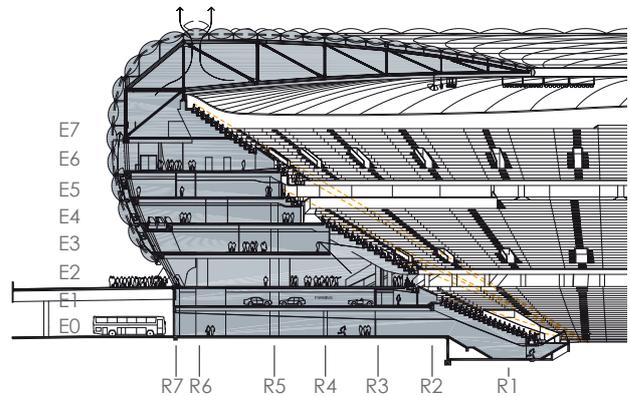
[5.06] Sección en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

1.Vía de acceso para equipos y árbitros/ 2.Zona mixta / 3.Túnel de vestuarios / 4.Explanada exterior / 5.Zona de circulación / 6.Zona de negocios / 7.Palco VIP.

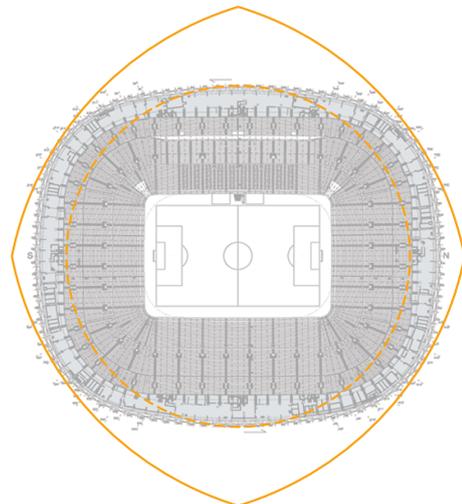
En el Allianz Arena existen tres anillos de asientos, cada uno de los cuales acomoda a un número muy parejo de espectadores. El terreno de juego está enterrado 9.35 metros medidos desde la explanada, ya que el acceso al estadio se realiza entre los anillos inferior e intermedio. El nivel más bajo, compuesto de 20.000 asientos, es el que generalmente tiene la visión más desfavorable en un estadio. Por este motivo, se optó por elevar la primera fila de asientos ligeramente e incrementar la pendiente del graderío a 24° .

El anillo intermedio presenta una inclinación de 30° y se compone de más asientos que de costumbre, unos 24.000 exactamente. De este modo, se construye tres niveles de usos terciarios bajo la tribuna frente a los dos que habitualmente podemos encontrar en un estadio, lo que permite aumentar el volumen de usos del recinto.

La grada superior reúne un total de 22.000 asientos y presenta una pendiente de 34° , la máxima recomendada en un estadio de fútbol. De este modo, que permite acercar al aficionado al campo y obtener una visibilidad perfecta desde todos los puntos.



[5.07] Esquema de la isóptica para graderíos altos y bajos en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



[5.08] Distancias de las zonas de espectadores al césped en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Distancia máxima (190m desde el corner opuesto) y distancia óptima (90m desde el centro del campo) de las zonas de espectadores al césped. uema de la isóptica para graderíos altos y bajos.

El retranqueo estructural de la cubierta permite obtener una visión del terreno de juego nítida y sin obstáculos. Esta sección abierta, junto a la elevada inclinación de los graderíos, contribuye a generar una imagen final de caldero en el interior, que se traslada de forma abstracta al exterior mediante una envolvente compuesta de paneles hinchables de EFTE. Esta apariencia neumática hace que el estadio Allianz Arena sea conocido coloquialmente como "Schlauchboot" (bote inflable en castellano).



[5.09] Vista del acceso por la explanada sur en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



[5.10] Vista de las zonas de circulación en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



[5.11] Vista del terreno del graderío y terreno de juego en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

5.2. Tecnología y construcción.

El proceso constructivo del Allianz Arena sigue la tendencia de la mayoría de los estadios actuales. El esqueleto estructural es de hormigón armado, la cubierta de acero y la fachada exterior se recubre completamente de un material, en este caso ETFE.

5.2.1. Estructura principal y secundaria.

Detrás de la homogénea piel exterior del Allianz Arena encontramos dos sistemas estructurales diferentes: una **estructura metálica**, que se encarga de soportar la cubrición de 42.000 m² del estadio, y un **esqueleto de hormigón** que la sostiene y transmite tanto los esfuerzos del graderío como de la fachada exterior al subsuelo. Por encima de esta última, se dispondrá una fachada de paneles hinchables de ETFE con su correspondiente subestructura.

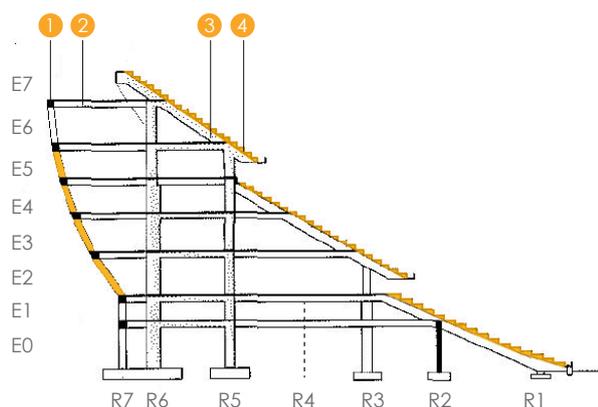
Los forjados se componen de prelasas de hormigón de 25 cm de espesor. Estos elementos, que vienen ya contruidos en fábrica, contienen una armadura inferior y presentan una serie de conectores en la parte superior. Ya en obra, se coloca la armadura superior y se hormigona in situ junto a las vigas, haciendo que toda la estructura, tanto vertical como horizontal, se rigidice y actúe de forma conjunta. Por encima, se ejecuta una capa asfáltica de 6cm a modo de acabado final. El empleo de prelasas, que hacen de encofrado perdido, es una buena solución para aligerar el peso propio de los forjados y compensar, de un mejor modo, tanto el peso de la cubierta como los enormes esfuerzos de momento que ésta genera.



[5.12] Colocación de los graderíos prefabricados de hormigón sobre las vigas de graderío de hormigón in-situ en el estadio Allianz Arena. Munich, 2005.

La ejecución de los graderíos, por otro lado, se debe realizar en dos fases. La primera coincide con el proceso constructivo de toda la estructura, pues el estadio se compone también de vigas inclinadas para crear las tribunas. Por tanto, tras el proceso de hormigonado in situ, se dispone a colocar los elementos prefabricados de graderío que dan lugar al escalonamiento natural de esta zona. La elección de incorporarlos de fábrica se basa en criterios de seguridad y rapidez en el proceso constructivo.

El sistema portante vertical incluye un total de 350 pilares de hormigón dispuestos de forma concéntrica en 96 ejes radiales. La mayoría tienen unos 65 cm de diámetro, 6 m de altura y una capacidad portante de 1.000 toneladas. Todos estos soportes (R1-R6) son completamente verticales y se hormigonan in situ junto a la estructura horizontal. Sin embargo, el último frente (R7) se encuentra inclinado siguiendo la línea de fachada. Para facilitar la puesta en obra de estos pilares, se optó por el empleo de elementos prefabricados de hormigón únicamente entre las plantas E2 y E5.



[5.13] Estructura principal de hormigón (en naranja los elementos prefabricados y en blanco los in situ) en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

1.Viga de borde / 2.Forjado de hormigón armado / 3.Viga de graderío / 4.Elemento de graderío de hormigón prefabricado.



[5.14] Vigas de graderío de hormigón in situ a la espera de colocar los elementos de graderío prefabricados en el estadio Allianz Arena. Munich, 2005.

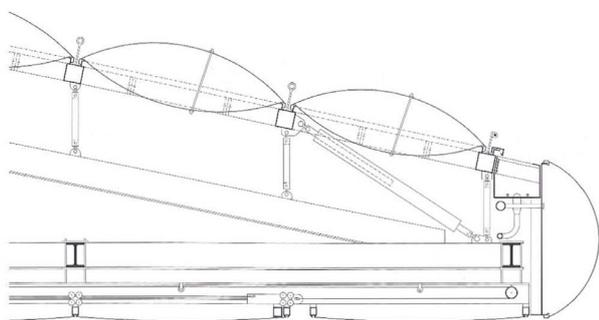


[5.15] Colocación de los elementos de graderío prefabricados sobre las vigas de graderío de hormigón in situ en el estadio Allianz Arena. Munich, 2005.

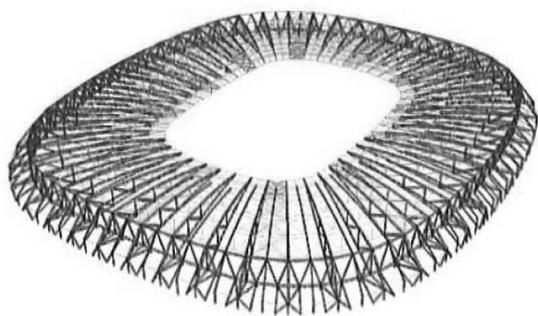
El voladizo de la cubierta del Allianz Arena se realiza mediante una estructura triangulada de 48 vigas en celosía de acero que pesan unas 5.300 toneladas en total y miden unos 62m cada una. Los cordones superior e inferior, que presentan una forma parabólica, se encuentran rigidizados por una serie de vigas dispuestas en forma de anillos concéntricos a modo de arriostramiento horizontal frente al viento. La transmisión de las cargas a la estructura de hormigón se realiza únicamente en dos puntos: los esfuerzos de compresión (máx. 5000 kN) se transfieren, principalmente, a los ocho núcleos de escaleras repartidos en la parte central del estadio (R6) mientras que los de tracción (máx. 3300 kN) lo hacen a través de los pilares exteriores de la línea de fachada (R7), quienes se encargan de compensar el momento generado por el voladizo de la cubierta.

La doble piel neumática de ETFE exterior se sostiene gracias a una subestructura romboidal de perfiles de acero. La unión de dichas barras con la cubierta es muy sencilla debido a que el sistema está en posición horizontal, lo que permite ensamblarlas directamente con el cordón superior de la celosía medio de una serie de elementos elásticos que restringen, además, la deformación relativa entre viga y almohadilla.

En la fachada, al ser vertical, la gravedad ya no actúa a favor y la piel neumática. Por este motivo se debe unir primero a una estructura secundaria compuesta por barras de acero horizontales y verticales que, por medio de una placa metálica anclada a la viga de borde, transmite los esfuerzos al forjado de hormigón.

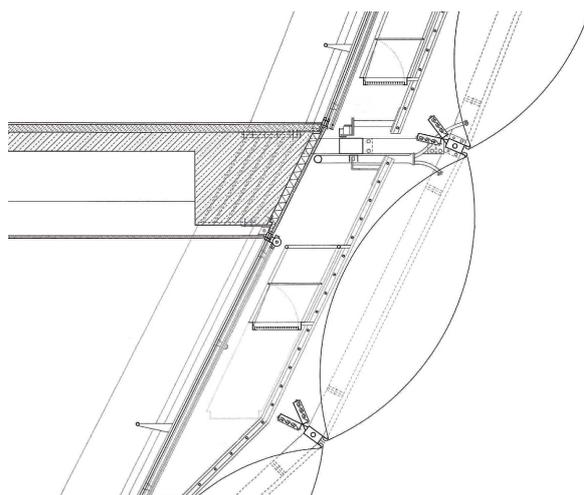


[5.16] Detalle de la cubierta de ETFE en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

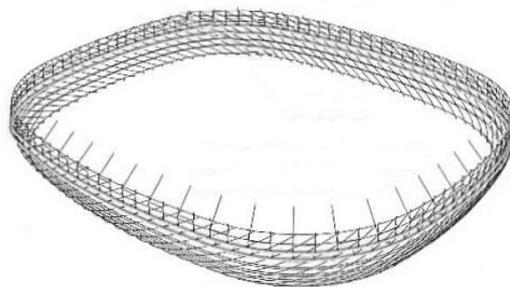


[5.17] Estructura principal de acero en cubierta en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

La inclusión de almohadillas de ETFE en la fachada del estadio no sólo se debe a motivos estéticos y de iluminación. Dicho material permite impermeabilizar al edificio y lo protege de las inclemencias meteorológicas como nieve, lluvia y viento; sin embargo no lo aíslan térmicamente, por lo que se tiene que construir un cerramiento convencional de vidrio en aquellas partes que deben estar calefactadas. Además, existe una gran posibilidad de que se produzcan condensaciones entre la piel exterior y la interior, lo que justifica la disposición de bandejas de recogida de condensados en todos los niveles del estadio.



[5.18] Detalle de la fachada de ETFE en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



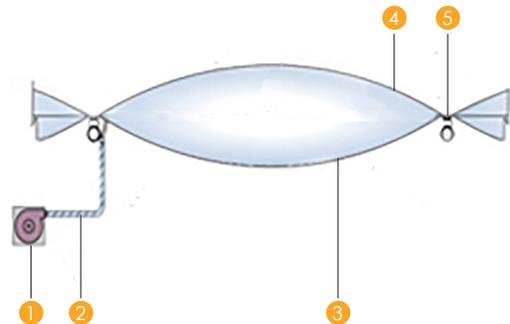
[5.19] Estructura secundaria de acero en la fachada en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

5.2.2. Fachada de ETFE.

El estadio Allianz Arena destaca sin ninguna duda por su innovadora fachada compuesta almohadillas hinchables de ETFE, siendo el recinto más grande del mundo realizado con dicho material. Este sistema constructivo neumático es un tipo de tensoestructura liviana y se basa en la diferencia de presión del aire entre el interior de una membrana y su entorno exterior, lo que produce una tensión superficial en forma de esfuerzo de tracción que le otorga rigidez y firmeza al conjunto. El hecho de que los cojines sean translúcidos permite que la fachada se ilumine fácilmente mediante la inclusión de un sistema de iluminación en la parte trasera de las almohadillas.

El ETFE fue creado por la firma Dupont en la década de los 70 como un aislamiento en la industria aeronáutica para cubrir las necesidades de un material altamente resistente a la corrosión y de gran fortaleza bajo condiciones de variaciones térmicas muy amplias. Las propiedades que tiene convierten a este material en un serio competidor frente al vidrio por su durabilidad (con una vida útil superior a los 25 años), transparencia (con una permeabilidad del 98% a la radiación solar ultravioleta), flexibilidad (con la posibilidad de adoptar formas planas y curvas), ligereza (con un peso de 350 gramos por metro cuadrado, equivalente al 1% del vidrio) y resistencia (con una capacidad de soportar 400 veces su peso).

El ETFE es un material reciclable y muy útil para realizar grandes cubriciones como la del estadio Allianz Arena, ya que su impacto medioambiental es muy reducido. También es hidrófugo y anti-adhesivo, pues el agua de lluvia puede remover cualquier partícula de suciedad, reduciendo así de forma sustancial las tareas de mantenimiento.



[5.20] Almohadilla hinchable de ETFE de dos capas.

1.Unidad de inflado / 2.Conducto de distribución de aire / 3.Lámina de ETFE inferior / 4.Lámina de ETFE superior / Perfil de anclaje de la almohadilla.



[5.21] Vista del anclaje de las almohadillas hinchables de ETFE a la subestructura de cubierta.



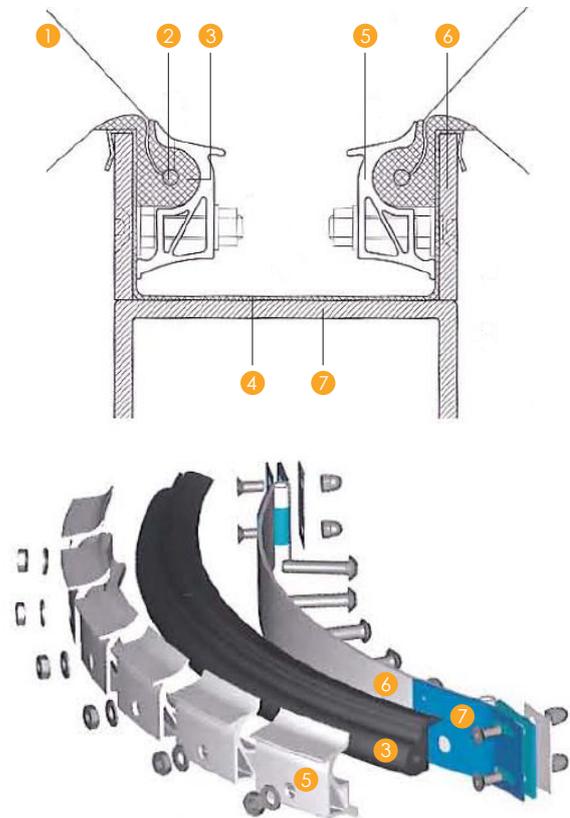
[5.22] Vista del anclaje de las almohadillas hinchables de ETFE a la subestructura de fachada.

La elección de dicho material como generador de la envolvente respondía sobre todo a la ligereza, flexibilidad de la forma y permeabilidad al paso de la luz. Para ello se han dispuesto un total de 2.874 almohadillas compuestas únicamente de dos hojas de ETFE de 0.2 mm de espesor y aire, lo que supone una significativa reducción del peso y de los costes económicos al aligerarse también la carga a soportar por estructura.

Los cojines se mantienen hinchados gracias a un circuito cerrado de aire comprimido que está en continuo movimiento a una presión de 3 milibares. Además, las características geográficas de Múnich hicieron incluir un sistema inteligente de medición de viento y nieve, que permite variar el flujo de aire en función de las inclemencias meteorológicas. El aire se recoge del exterior y, una vez filtrado y secado, se distribuye a cada uno de los cojines que forman la envolvente gracias a una red de 12 unidades de viento central. Cada una de éstas se compone de dos ventiladores mecánicos operados independientemente, de modo que si uno falla, el otro comienza a funcionar inmediatamente para garantizar así la estabilidad y la seguridad completa de la estructura.



[5.23] Vista de almohadilla hinchable de ETFE con cordón de fijación perimetral de EPDM, $\varnothing=6\text{mm}$.



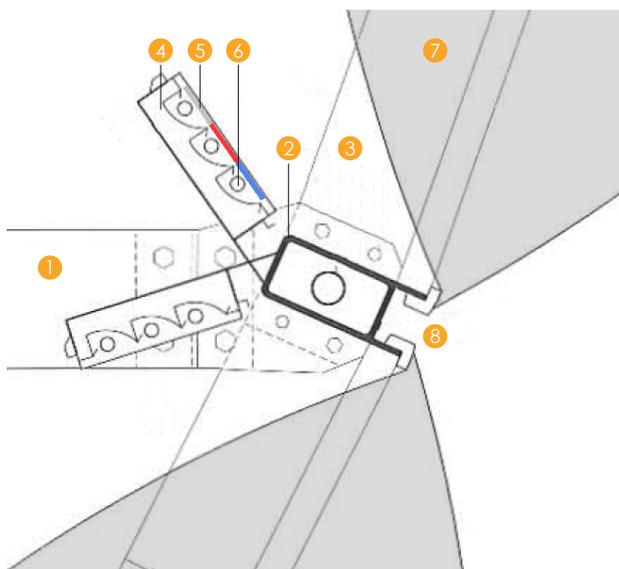
[5.24] Sección transversal y detalle del anclaje de las almohadillas de ETFE a la subestructura que las sujeta.

1.Lámina de ETFE de 0,2mm de espesor / 2.Cordón de fijación perimetral de EPDM de $\varnothing=6\text{mm}$ / 3.Guía de EPDM preensamblado / 4.Banda impermeabilizante de poliolefina / 5.Guía de sujeción de acero anodizado / 6.Perfil plano de acero 60-5mm / 7.Subestructura de acero 720-220mm.

Para poder llevar a cabo la unión entre la almohadilla y la subestructura, se deberá introducir previamente un cordón de EPDM ($\varnothing=6\text{mm}$) en todo el perímetro de la membrana de ETFE. Con el fin de eliminar cualquier canto vivo que pueda suponer la ruptura o desgarre de dicha membrana neumática, el cordón de fijación de las almohadillas se atará a unos perfiles prefabricados de EPDM, siendo éstos los que se anclen después a la guía de acero anodizado. La unión de ésta con la estructura secundaria de acero se realiza mediante la colocación de una membrana intermedia impermeabilizante de poliolefina que sella

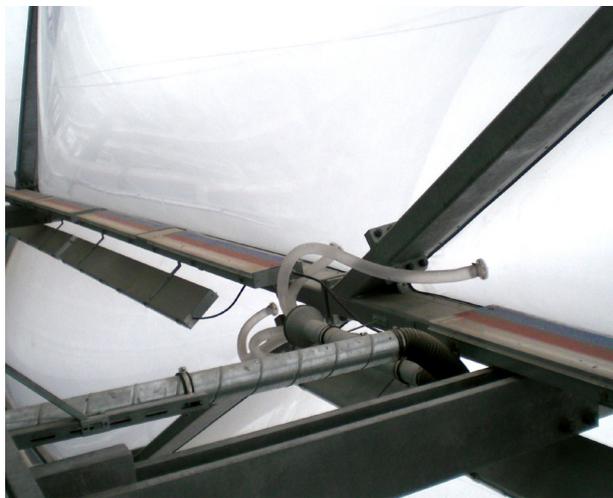
todas las juntas, garantizando la estanquidad del sistema y evitando el par galvánico entre el aluminio y el acero. La liviandad de los elementos permite realizar montajes de grandes superficies en muy poco tiempo.

Cerca de 1.062 paneles ETFE de los 2.874 que componen el estadio participan de la iluminación de la envolvente. Cada una de estas almohadillas es translúcida y se ilumina desde el interior gracias a la inclusión de dos cajas de luces en la base de la subestructura y otras dos en la parte superior de la misma. En el interior de cada caja de luz, encontramos tres tubos fluorescentes de 58 W, uno para cada color. El cambio de tono de la fachada se logra colocando unos acrílicos de colores sobre los tubos de luz, de modo que una vez encendidos, cada almohadilla toma el color que tiene en la parte superior y se ilumina de forma independiente.



[5.25] Detalle del anclaje de la fachada de ETFE y el sistema de iluminación.

1.Anclaje de acero al forjado / 2.Subestructura horizontal / 3.Subestructura vertical / 4.Caja de luz / 5. Acrílico de metacrilato transparente, rojo y azul / 6.Tubo fluorescente / 7.Almohadilla hinchable de ETFE / 8.Anclaje de las almohadillas de ETFE a la subestructura.



[5.26] Vista interior de la almohadilla hinchable de ETFE, el sistema de iluminación y el de aire comprimido.



[5.27] Esquema de la instalación de iluminación de las almohadillas hinchables de ETFE.



[5.28] Esquema de la instalación de aire comprimido de las almohadillas hinchables de ETFE.

5.2.3. Instalaciones y sostenibilidad.

La piel del estadio Allianz Arena se compone de paneles translúcidos que impiden filtrar luz a su paso, obligando así a iluminar todos los espacios interiores de forma artificial. Este hecho agrava los costes económicos del estadio al tener que implementar diferentes sistemas electrónicos que garanticen el acondicionamiento interior. Este sistema de ETFE, sin embargo, sí que produce un notable ahorro energético en el graderío ya que, al dejar filtrar parte de la luz exterior, se requiere de un menor porcentaje de iluminación artificial. Para posibilitar la generación de sombra durante los partidos de fútbol se dispone de una serie de toldos retráctiles bajo la estructura de la cubierta, que se deslizan mediante la acción de 51 motores.



[5.29] Vista interior de la cubierta de toldos retráctiles en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

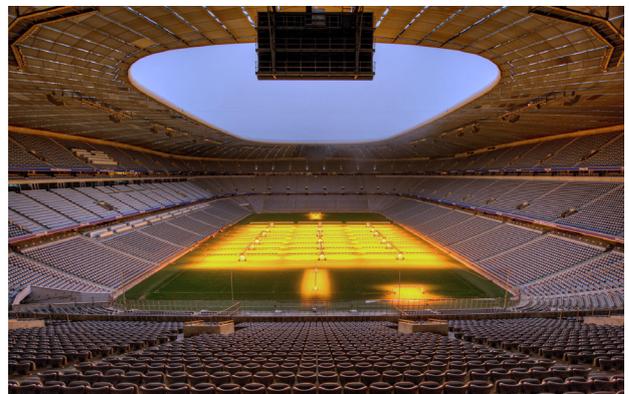


[5.30] Vista exterior de la cubierta translúcida (blanca) y transparente (gris) en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Los estadios de gradas abiertas no presentan problemas de asoleamiento pero la excesiva verticalidad del Allianz Arena y la cubrición total del aforo hizo que se planteara una solución ingeniosa: la sustitución de las almohadillas translúcidas por transparentes en la parte sur de la cubierta para que el césped reciba así radiación solar directa durante todos los días del año. La ventilación del césped también está garantizada ya que la superposición del extremo superior del primer anillo con el inferior del segundo hace que estos puntos, junto al exterior de la sección transversal, actúen de forma combinada produciendo un "efecto boquilla". Por otro lado, la decisión de construir la primera grada por debajo de la rasante y dotarla de un perfil redondeado garantiza un buen flujo laminar de aire.



[5.31] Vista del terreno de juego (verano) en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.



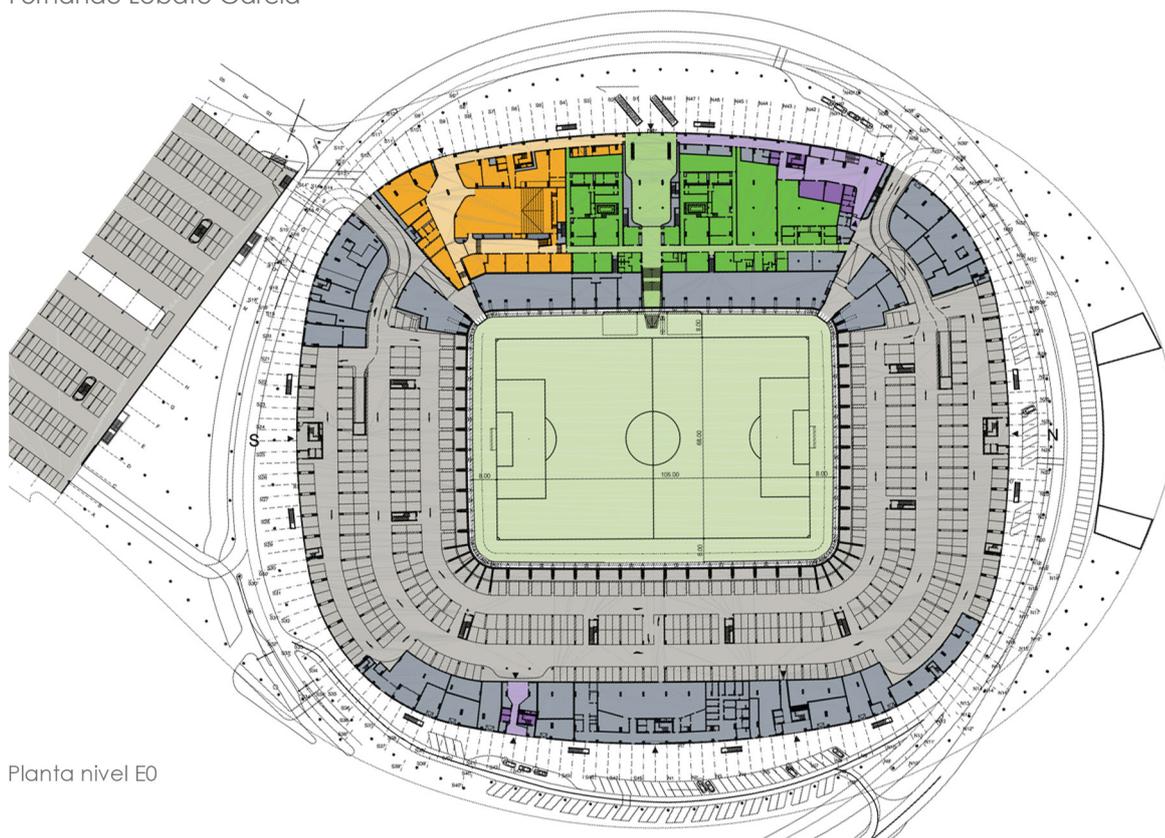
[5.32] Vista del terreno de juego (invierno) con lámparas térmicas lumínicas en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Las reducidas temperaturas y abundantes precipitaciones que experimenta la ciudad de Munich durante gran parte del año garantizan la presencia de nieve durante los meses invernales. Para evitar que el césped se congele, se decide ejecutar un sistema de calefacción subterráneo de agua caliente compuesto de 27 kilómetros de tuberías de 3,2 cm de diámetro que ayudan a mantener una temperatura superficial de entre 35 y 50°C.

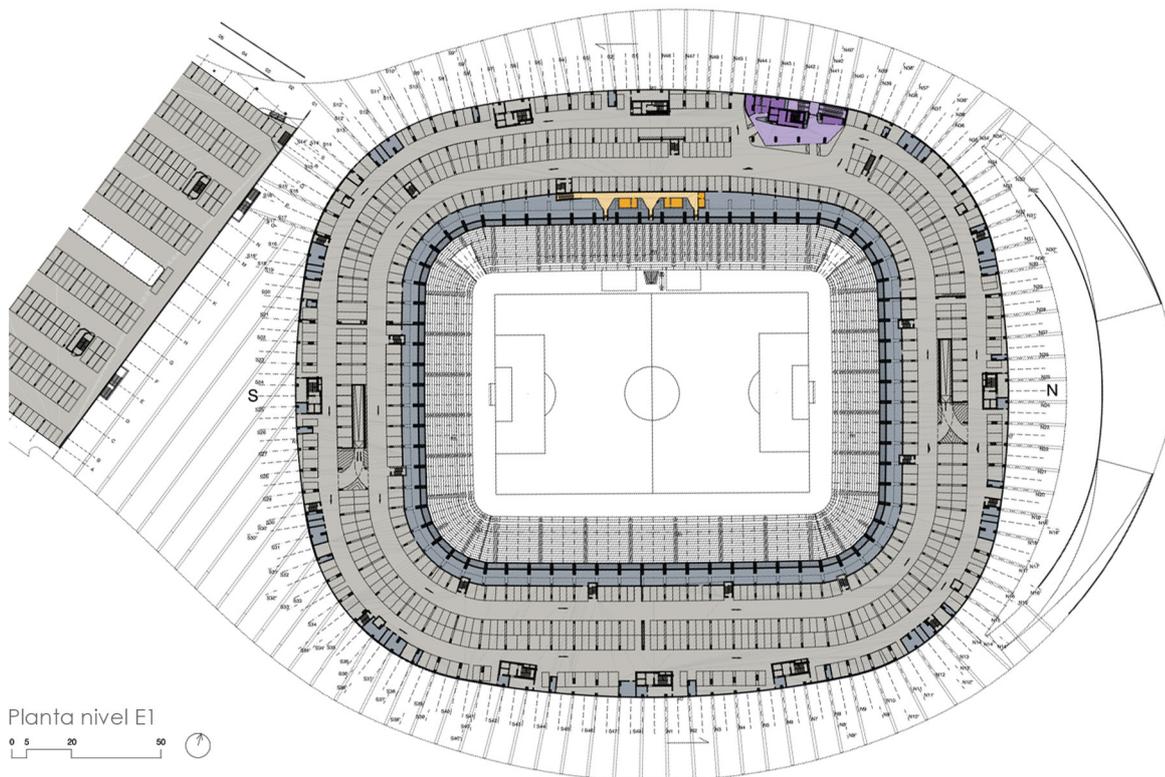
Sin embargo, las condiciones del césped nunca están aseguradas completamente debido al sobreuso al que está expuesto el estadio ya que es compartido por dos equipos al mismo tiempo. Por este motivo la hierba tiene una elevada calidad, aunque suele ser reemplazada por tepes una vez al año, y se plantea un generoso sistema de drenaje compuesto de 14 tuberías perforadas dispuestas a una distancia de entre 4 y 6 metros por donde recoger el agua de lluvia. La canalización hacia unos depósitos situados bajo el graderío permite su tratamiento y posterior irrigación del campo.

5.3. Documentación gráfica.

Para entender y ejemplificar de un mejor modo todos los temas tratados en el presente trabajo, se adjunta una documentación gráfica del estadio Allianz Arena. Se incluye, de este modo, las ocho plantas del edificio, dos secciones y dos detalles constructivos a una escala ampliada para entender de un mejor modo el funcionamiento de la envolvente.



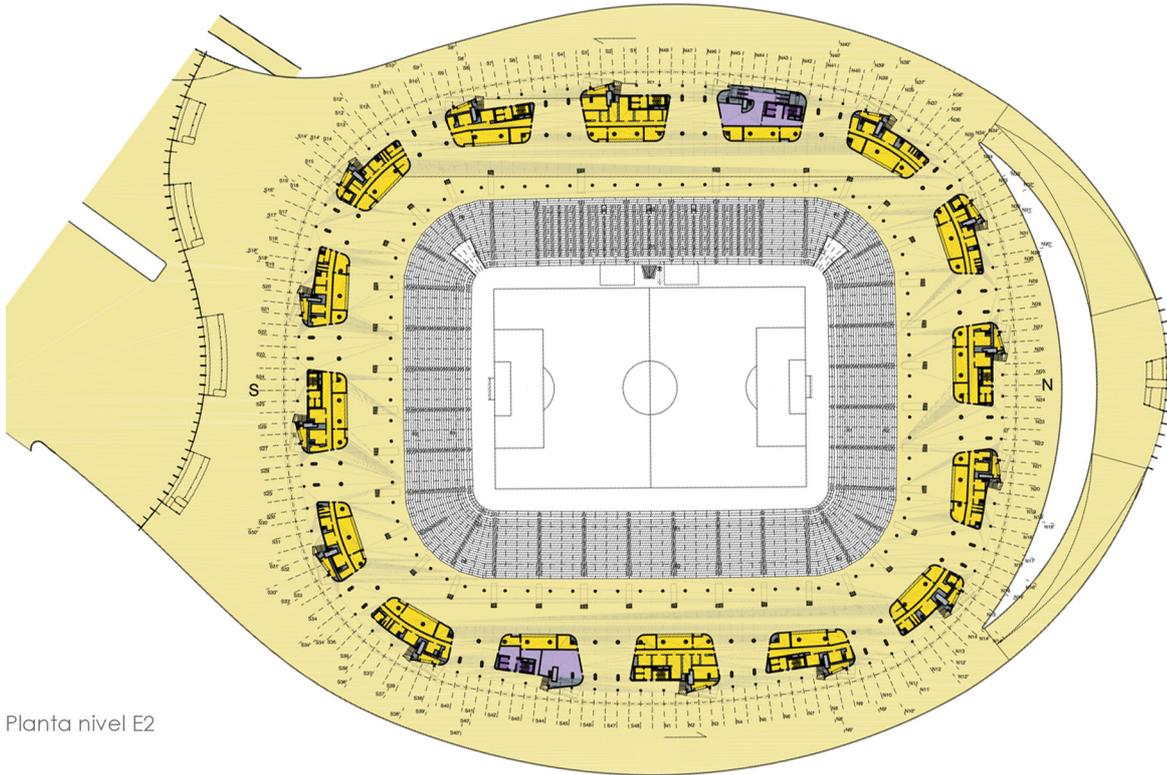
Planta nivel E0



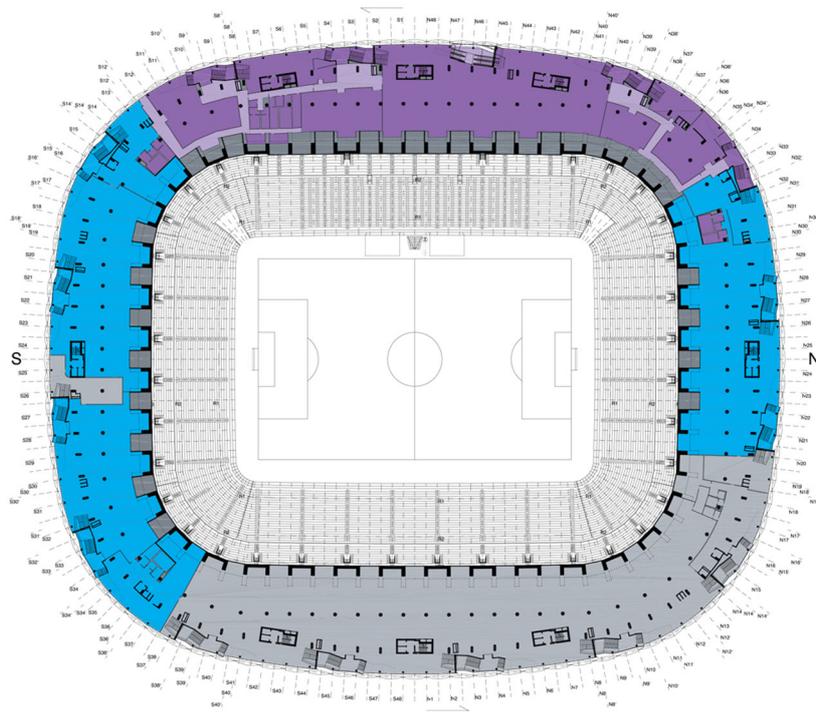
Planta nivel E1



- | | | |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Vestibulos de periodistas | Zona acogida VIP | Aparcamiento |
| Instalaciones de periodistas | Zonas VIP y palcos | Uso por definir |
| Campo de juego | Kiosko y tienda del club | Instalaciones |
| Zona mixta | Zona de restauración | Seguridad |
| Zona de jugadores | Cubiertas de paseo E2-E6 | |

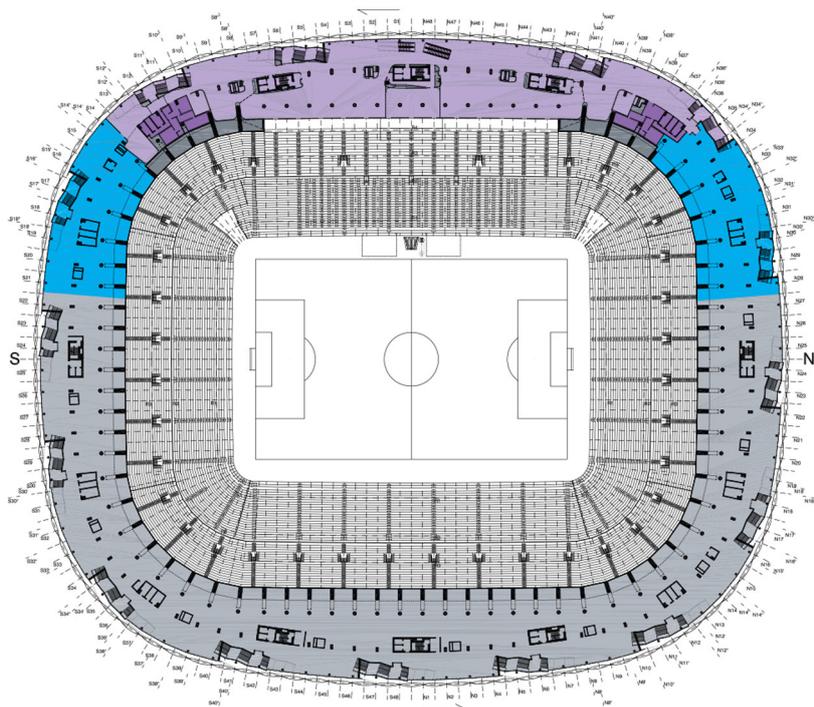


Planta nivel E2

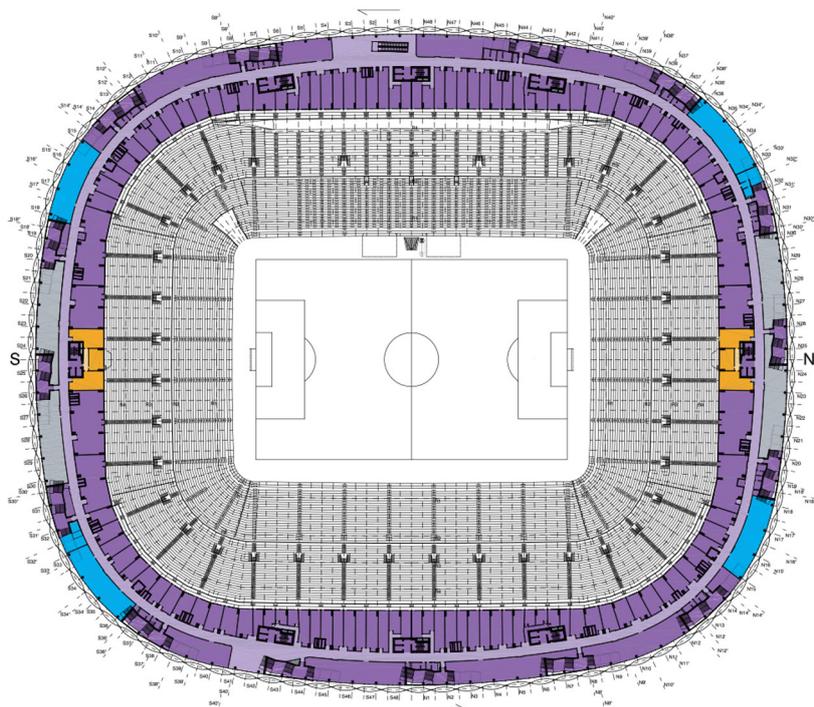


Planta nivel E3

- | | | |
|--|--|---|
|  Vestíbulos de periodistas |  Zona acogida VIP |  Aparcamiento |
|  Instalaciones de periodistas |  Zonas VIP y palcos |  Uso por definir |
|  Campo de juego |  Kiosko y tienda del club |  Instalaciones |
|  Zona mixta |  Zona de restauración |  Seguridad |
|  Zona de jugadores |  Cubiertas de paseo E2-E6 | |



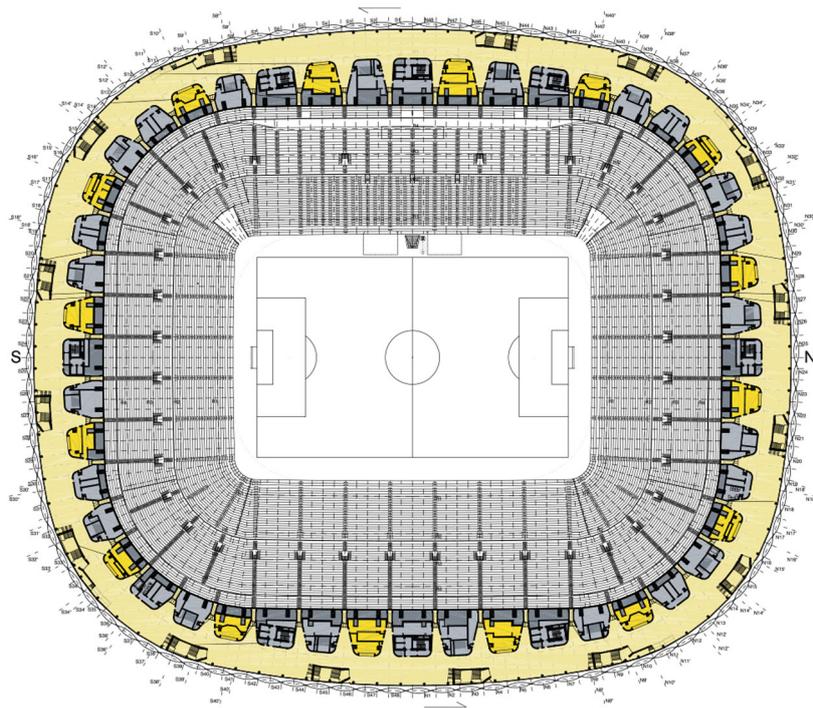
Planta nivel E4



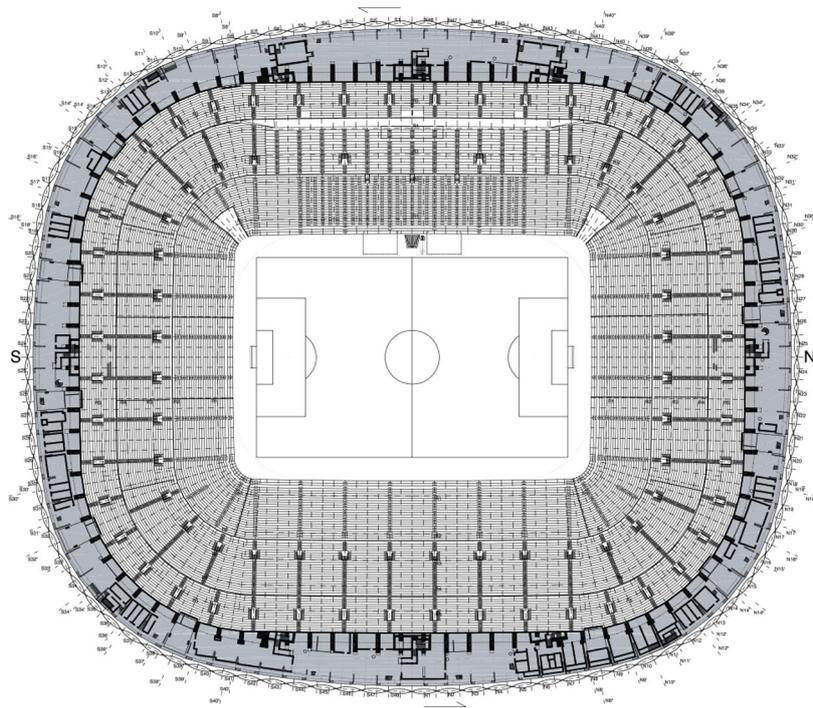
Planta nivel E5



- | | | |
|--|--|---|
|  Vestíbulos de periodistas |  Zona acogida VIP |  Aparcamiento |
|  Instalaciones de periodistas |  Zonas VIP y palcos |  Uso por definir |
|  Campo de juego |  Kiosko y tienda del club |  Instalaciones |
|  Zona mixta |  Zona de restauración |  Seguridad |
|  Zona de jugadores |  Cubiertas de paseo E2-E6 | |



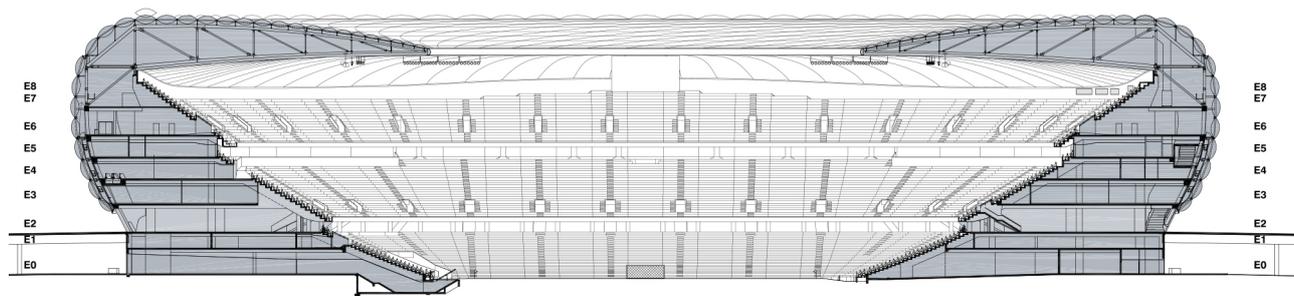
Planta nivel E6



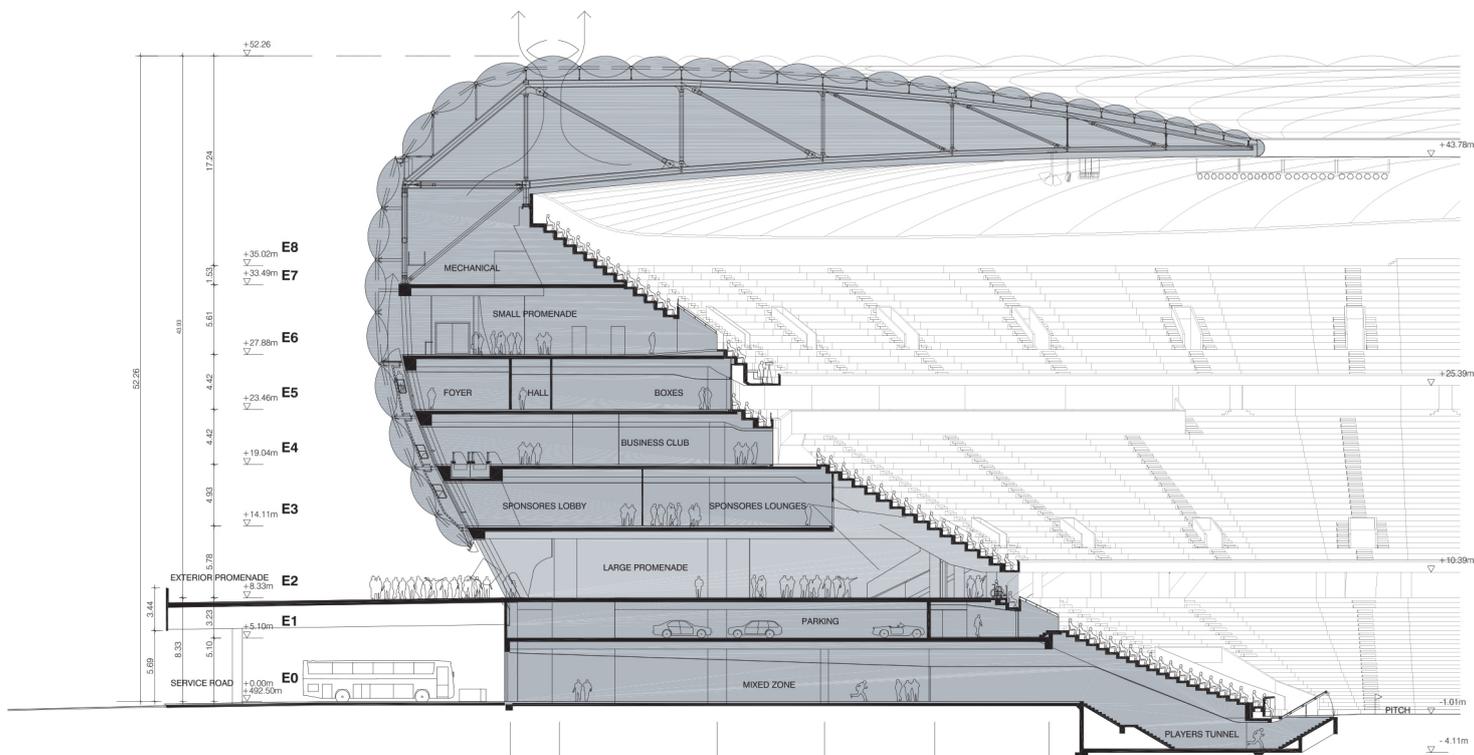
Planta nivel E7



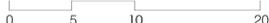
- | | | |
|--|--|---|
|  Vestibulos de periodistas |  Zona acogida VIP |  Aparcamiento |
|  Instalaciones de periodistas |  Zonas VIP y palcos |  Uso por definir |
|  Campo de juego |  Kiosko y tienda del club |  Instalaciones |
|  Zona mixta |  Zona de restauración |  Seguridad |
|  Zona de jugadores |  Cubiertas de paseo E2-E6 | |

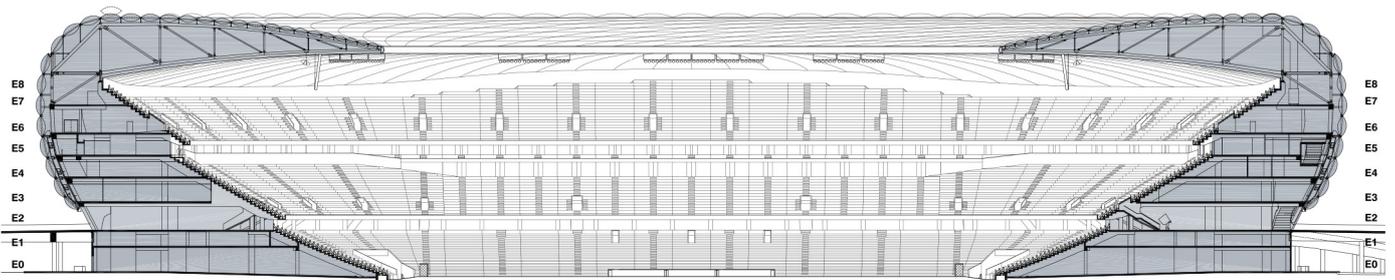


Sección transversal este-oeste



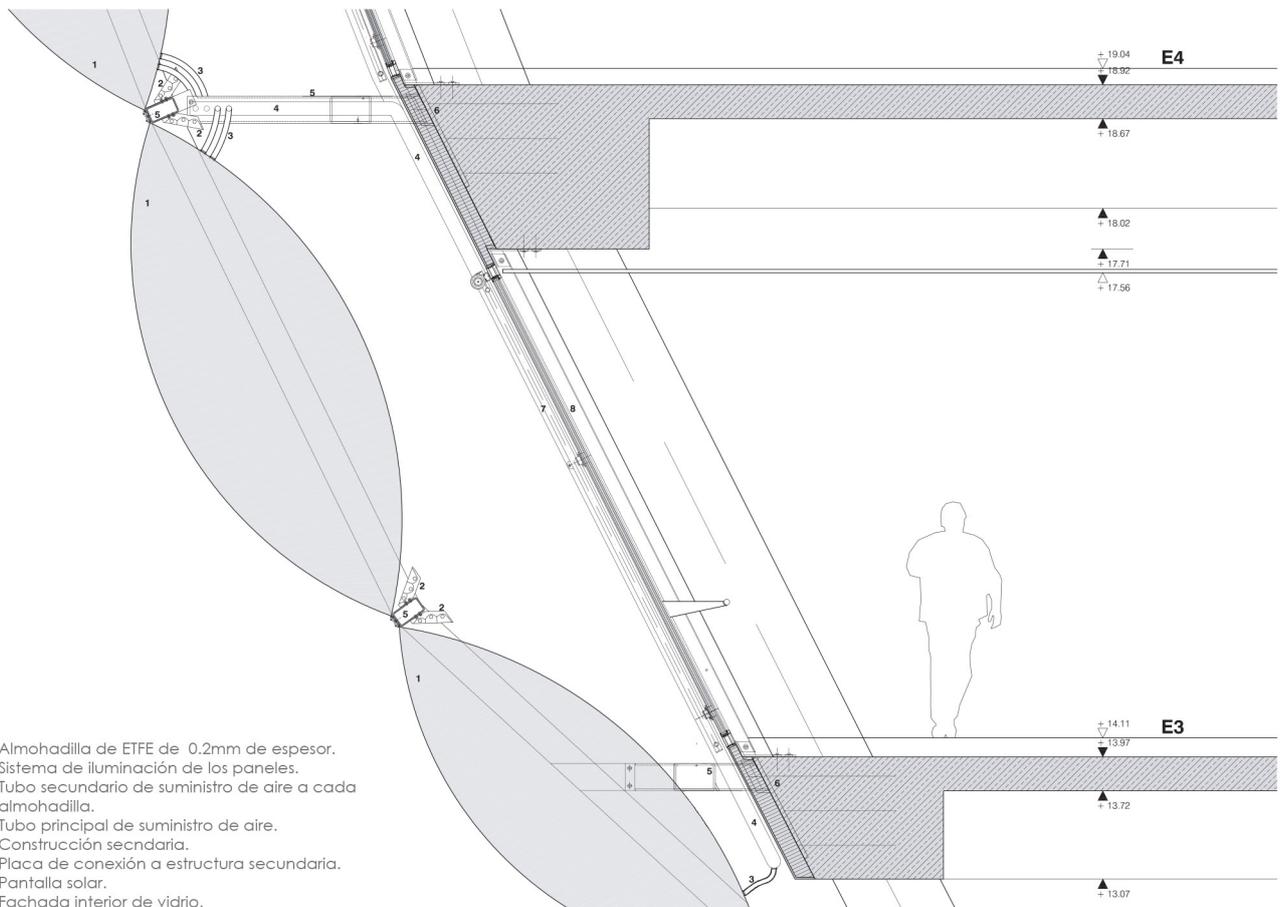
Detalle de la sección transversal





Sección longitudinal norte-sur

0 5 20 50



Detalle de la fachada

0 0.1 0.2 0.5 1

Referencias a documentos gráficos del apartado 5.

[5.01] Emplazamiento de los dos estadios más grandes de la ciudad de Múnich.
Elaboración propia.

[5.02] Emplazamiento del estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Elaboración propia.

[5.03] Iluminación de la fachada en función del equipo local en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de "El croquis". Número 129/130.

[5.04] Sección transversal en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de "El croquis". Número 129/130.

[5.05] Plantas en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de "El croquis". Número 129/130.

[5.06] Sección en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Elaboración propia y extraído de "El croquis".
Número 129/130.

[5.07] Esquema de la isóptica para graderíos altos y bajos en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Elaboración propia y extraído de "El croquis".
Número 129/130.

[5.08] Distancias de las zonas de espectadores al césped en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Elaboración propia.

[5.09] Vista del acceso por la explanada sur en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de <http://www.detail-online.com/inspiration/the-allianz-arena-in-munich-103591.html>

[5.10] Vista de las zonas de circulación en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de "El croquis". Número 129/130.

[5.11] Vista del terreno del graderío y terreno de juego en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de "El croquis". Número 129/130.

[5.12] Colocación de los graderíos prefabricados de hormigón sobre las vigas de graderío de hormigón in-situ en el estadio Allianz Arena.
Munich, 2005.
Extraído de <http://footage.framepool.com/en/>

[5.13] Estructura principal de hormigón (en naranja los elementos prefabricados y en blanco los in situ) en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.14] Vigas de graderío de hormigón in situ a la espera de colocar los elementos de graderío prefabricados en el estadio Allianz Arena.
Munich, 2005.
Extraído de <http://footage.framepool.com/en/>

[5.15] Colocación de los elementos de graderío prefabricados sobre las vigas de graderío de hormigón in-situ en el estadio Allianz Arena.
Munich, 2005.
Extraído de <http://footage.framepool.com/en/>

[5.16] Detalle de la cubierta de ETFE en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.17] Estructura principal de acero en cubierta en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.18] Detalle de la fachada de ETFE en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.19] Estructura secundaria de acero en la fachada en el estadio Allianz Arena.
Múnich, 2005.
Extraído de la revista "Detail". Número 9.

Referencias a documentos gráficos del apartado 5.

[5.20] Almohadilla hinchable de EFTE de dos capas.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.21] Vista del anclaje de las almohadillas hinchables de EFTE a la subestructura de cubierta.

Extraído de <http://www.to-experts.com/en/projects/allianz-arena-muenchen-wartung-der-ette-kissen-und-innendecke>

[5.22] Vista del anclaje de las almohadillas hinchables de EFTE a la subestructura de fachada.

Extraído de <http://www.hoehenspezi.de/rueckblick.htm>

[5.23] Vista de almohadilla hinchable de EFTE con cordón de fijación perimetral de EFDM, $\varnothing=6\text{mm}$.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.24] Sección transversal y detalle del anclaje de las almohadillas de EFTE a la subestructura que las sujeta.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.25] Detalle del anclaje de la fachada de EFTE y el sistema de iluminación.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.26] Vista interior de la almohadilla hinchable de EFTE, el sistema de iluminación y el de aire comprimido.

Extraído de la revista "Detail". Número 9.

[5.27] Esquema de la instalación de iluminación de las almohadillas hinchables de EFTE.

Extraído de <https://es.pinterest.com/allianzhungaria/allianz-arena/>

[5.28] Esquema de la instalación de aire comprimido de las almohadillas hinchables de EFTE.

Extraído de <https://es.pinterest.com/allianzhungaria/allianz-arena/>

[5.29] Vista interior de la cubierta de toldos retráctiles en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Extraído de <http://www.to-experts.com/en/projects/allianz-arena-muenchen-wartung-der-ette-kissen-und-innendecke>

[5.30] Vista exterior de la cubierta translúcida (blanca) y transparente (gris) en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Extraído de <https://chelseanewsletter.wordpress.com/2012/04/28/its-all-you-want-to-know-about-allianz-arena/>

[5.31] Vista del terreno de juego (verano) en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Extraído de <http://dorsalcinco.blogspot.com.es/2012/11/bueno-bonito-y-lujoso.html>

[5.32] Vista del terreno de juego (invierno) con lámparas térmicas lumínicas en el estadio Allianz Arena. Múnich, 2005.

Extraído de http://www.nikonians.org/html/contests/contest_2011_hdr_winners.html

Conclusiones.

El estadio de fútbol siempre ha sido una pieza de extraordinaria complejidad, ya que sólo la práctica de este deporte requiere, como mínimo, de un terreno de juego de 105m de largo y 68m de ancho. Por este motivo, ya desde sus incicios, la gran mayoría de los campos de fútbol se empezaron a construir en la zona exterior de las ciudades. La aparición del aficionado que acude a ver un partido no sólo mantuvo esta tendencia, sino que la reforzó ya que hizo necesaria la construcción de graderíos: surgen así los primeros estadios de fútbol. La progresiva mercantilización de este deporte ha intensificado dicho crecimiento alrededor del campo de juego, tanto para acoger a un mayor número de aficionados como para incluir usos terciarios.

Este aumento de la capacidad hace que los requisitos de seguridad sean cada vez más restrictivos, obligando a aumentar las dimensiones tanto en el interior como en el exterior del recinto deportivo. Se mantiene, por tanto, la tendencia de ubicarlos en el perímetro de las ciudades, donde las infraestructuras de comunicación son mejores, la cantidad de suelo disponible es mayor y el precio de éste resulta más asequible.

De este modo, los estadios de fútbol se han convertido en los recintos de mayor aforo, actúan como vectores de crecimiento urbano y son un nuevo símbolo representativo de nuestras ciudades. Esta razón ha comprometido a arquitectos y políticos a gastar gran parte de los recursos disponibles en estos recintos, lo que se traduce en un fuerte desembolso económico con el objetivo de colocar a la ciudad en la vanguardia. Surge así la crítica de un amplio sector de la población, que no entiende destinar una gran cantidad de dinero público a una instalación utilizada por un club privado y con un uso muy bajo (un

día de cada dos semanas). Por este motivo, han surgido ya los primeros estadios en Europa flexibles, que permiten acoger cualquier tipo de actividad o espectáculo y funcionan con un gran porcentaje del programa destinado a usos terciarios. Se obtienen, de este modo, grandes beneficios económicos. Son los nuevos pabellones, teatros o salas de concierto de gran aforo de nuestras ciudades.

En la actualidad, la mayoría de estos estadios se plantea con un elevado número de elementos tecnológicos para facilitar su multifuncionalidad. Cumplen el prototipo de recinto de grandes dimensiones, con una fachada muy singular, situado sobre una gran superficie de parking y con diferentes infraestructuras de comunicación en las inmediaciones. El papel del arquitecto es más importante que nunca, tratando de organizar este proceso y coordinarlo desde las labores de planificación urbana hasta el detalle constructivo de la envolvente.

Referencias bibliográficas.

Libros y revistas.

Luft, Licht, Leichtigkeit: Allianz Arena München. Covertex, Siteco.

Institut für Internationale Architektur-Dokumentation (Múnich, 2008).

Allianz Arena.

Hubertus Hamm; Franz Beckenbauer (Múnich, 2006).

Revista Detail 9/2005. Konzept Stadien.

El Croquis N.129/130. Herzog & de Meuron.

Páginas web.

Estadios de fútbol. Mirada sobre la evolución y tendencia a futuro.

Extraído de <http://www.farq.edu.uy/tesinas/wp-content/blogs.dir/220/files/2013/05/Nu%C3%B1ezGepp.pdf>

Impacto de las grandes construcciones deportivas en las grandes ciudades.

Extraído de http://www.ub.edu/escult/Water/waterf_06/W06_05.pdf

Los estadios de fútbol y la tecnología como fuente de pasiones.

Extraído de <http://agaxede.org/uploads/file/Arti%CC%81culo%20Estadios%20Futbol%20Revista%20Instalaciones%20Deportivas.pdf>

Principios fundamentales de diseño y solución de problemas.

Extraído de http://www.aegreenkeepers.com/descargas/Articulos_tecnicos/Estadios_de_futbol,_principios_fundamentales_de_diseño_y_solución_de_problemas.pdf

Megaconstrucciones los estadios.

Extraído de <http://es.slideshare.net/PedroHernandezMontes/mega-construcciones-los-estadios-2>

Los estadios de fútbol serán ágoras de la comunicación y convivencia del hombre en el siglo XXI.

Extraído de http://www.difusioncultural.uam.mx/casadeltiempo/90_jul_ago_2006/casa_del_tiempo_num90-91_74_76.pdf

Guía básica construcción canchas de fútbol.

Extraído de http://es.slideshare.net/Vann_cerdo_conejo/guiabasicaconstruccioncanchasdefutbol

Estudio para el diseño de drenaje, riego y gramado de estadios de fútbol.

Extraído de <http://es.scribd.com/doc/92589310/Drenajes-en-Estadios-de-Futbol#scribd>

Seguridad y mantenimiento de los campos de fútbol de césped artificial.

Extraído de <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/inst-dep/seguridad-y-mantenimiento-de-los-campos-de-futbol-de-cesped-artificial-web.pdf>

Claves para el diseño de un campo de futbol de césped artificial.

Extraído de http://www.agesport.org/agesport/wp-content/uploads/2009/11/granada_futbol.pdf

Natural Turf for Sport. Sport England.

Extraído de <https://www.sportengland.org/media/30865/Natural-turf-for-sport.pdf>

Field Building Handbook.

Extraído de www.fieldturf.com/media/fieldturf-building-handbook.pdf

Green Roofs. Roof Garden Systems.

Extraído de <http://www.greentechitm.com/pdf/rooftop.pdf>

Canchas de fútbol.

Extraído de http://es.slideshare.net/Vann_cerdo_conejo/guiabasicaconstruccioncanchasdefutbol

Referencias bibliográficas.

Modular turf evolves to the next level.
Extraído de <http://sturf.lib.msu.edu/article/2001aug22.pdf>

Natural Turf Modules.
Extraído de http://www.strathayr.com/Images/PDFs/2014-StrathAyr_Module_Brochure-English-%281%29.aspx

Guía básica construcción canchas de fútbol.
Extraído de http://es.slideshare.net/Vann_cerdo_conejo/guibasicaconstruccioncanchasdefutbol

Siemens. Alistan tecnología para Champions League.
Extraído de http://www.siemens.com.mx/cms/mam/press/Documents/17_mayo_2012.pdf

Análisis histórico del Allianz Arena.
Extraído de <http://es.slideshare.net/sm92/allianz-arena-guillermo-vallecillo-7668285>

Estadio Allianz Arena Múnich.
Extraído de <http://es.slideshare.net/SeigyoKanashimi/allianz-vale>

Allianz Arena. Las instalaciones de un grande de Europa.
Extraído de <http://www.aegreenkeepers.com/descargas/revistas/46.pdf>

Materiales de última generación y materiales eficientes.
Extraído de https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/allianz%20arena%20material%20ETFE%20%28Rosana%20Casas%29.pdf

Arquitectura deportiva contemporánea.
Extraído de <http://myslide.es/documents/arquitectura-deportiva-558c23258e260.html>

Estadios de metal, los campeones indiscutibles.
Extraído de http://www.metalactual.com/revista/32/construccion_estadios.pdf

Arquitectura deportiva contemporánea.
Extraído de <http://es.slideshare.net/pabel92/trabajo-4-phabelsaballos>

Metamorphose. Bauen im Bestand. 03/11 Sportbauten.
Extraído de http://www.luxelements.com/lux/pdf/presse/Metamorphose03_2011.pdf

Guía FIFA. Green Goal 2010 Legacy Report.
Extraído de https://www.capetown.gov.za/en/GreenGoal/Documents/Green_Goal_Legacy_Report%20final.pdf

Guía FIFA. Green Goal 2004 Legacy Report.
Extraído de <http://www.oeko.de/oekodoc/292/2006-011-en.pdf>

Guía FIFA. Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos.
Extraído de http://es.fifa.com/mm/document/tournament/competition/01/37/17/76/s_sb2010_stadiumbook_ganz.pdf

Guía UEFA. Estadios de calidad.
Extraído de http://es.uefa.org/MultimediaFiles/Download/uefaorg/Stadium&Security/02/11/78/29/2117829_DOWNLOAD.pdf

