



Ramon Mena Rodríguez

Tutor: Iván Cabrera Fausto

Septiembre 2017



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

RESUMEN

En los tiempos en los que vivimos, el deporte juega un papel muy importante en lo que se refiere a entretenimiento y diversión. De todos ellos, el fútbol es el que se encuentra en primera posición, ya que es el deporte que más movimiento de dinero produce además de los diversos acontecimientos deportivos que son vistos en todo el mundo aunque sea un campeonato de un solo continente, como la Eurocopa o la Champions League, o también eventos mundiales como es el Mundial de Fútbol.

Debido a esto, los clubes y ciudades donde estos se encuentran sacan provecho de este interés social que va en aumento, de modo que con el paso del tiempo, muchos clubs han decidido renovar sus instalaciones para estar a la altura de las exigencias que este deporte exige con el fin de albergar no solo los partidos del club, sino también los eventos deportivos que antes hemos mencionado, de modo que se empiezan a ver exigencias nuevas donde antes no estaban.

En nuestro estudio, analizaremos el Estadio da Luz (Estádio do Sport Lisboa e Benfica) donde el equipo SL Benfica juega sus partidos como local, el cual es un claro ejemplo de lo mencionado ya que fue construido para la Eurocopa de Portugal de 2004.

El trabajo final de grado que se va a realizar se basa en el estudio de la estructura del estadio y cómo influye esta en diferentes ámbitos del estadio, pero antes realizaremos otro análisis sobre la historia del fútbol, como llegó a Portugal, historia del club, del lugar, el proyecto del estadio que nos ayudara a entender la estructura empleada, ya que esta es la parte más llamativa del estadio.

Palabras clave:

Lisboa, Estadio da Luz, Estructura, Fútbol, Eurocopa de Portugal 2004

RESUM

En els temps en els quals vivim, l'esport juga un paper molt important pel que fa a entreteniment i diversió. De tots ells, el futbol és el que es troba en primera posició, ja que és l'esport que més moviment de diners produeix a més dels diversos esdeveniments esportius que són vistos a tot el món encara que siga un campionat d'un sol continent, com l'Eurocopa o la Champions League, o també esdeveniments mundials com és el Mundial de *Futbol.

A causa d'açò, els clubs i ciutats on aquests es troben trauen profit d'aquest interès social que va en augment, de manera que amb el pas del temps, molts clubs han decidit renovar les seues instal·lacions per a estar a l'altura de les exigències que aquest esport exigeix amb la finalitat d'albergar no solament els partits del club, sinó també els esdeveniments esportius que abans hem esmentat, de manera que es comencen a veure exigències noves on abans no estaven.

En el nostre estudi, analitzarem el Estadio da Luz (Estádio do Sport Lisboa e Benfica) on l'equip SL Benfica juga els seus partits com a local, el qual és un clar exemple de l'esmentat ja que va ser construït per a l'Eurocopa de Portugal de 2004.

El treball final de grau que es va a realitzar es basa en l'estudi de l'estructura de l'estadi i com influeix aquesta en diferents àmbits de l'estadi, però abans realitzarem una altra anàlisi sobre la història del futbol, com va arribar a Portugal, història del club, del lloc, el projecte de l'estadi que ens ajudara a entendre l'estructura emprada, ja que aquesta és la part més cridanera de l'estadi.

Paraules clau:

Lisboa, Estadio da Luz, Estructura, Fútbol, Eurocopa de Portugal 2004

ABSTRACT

In the times in which we live, the sport plays a very important role when it comes to entertainment and fun. Of all of them, football is the one that is in the first position, since it is the sport that more movement of money produces besides the diverse sporting events that are seen throughout the world even if it's a championship of a single continent, Such as the UEFA Champions League, or world events such as the World Cup.

Due to this, the clubs and cities where these are found take advantage of this increasing social interest, so that with the passage of time, many clubs have decided to renew their facilities to live up to the demands that the sport requires in order to host not only the club matches but also the sporting events mentioned above, so that you start to see new demands where they are not before.

In our study, we will analyze the Estadio da Luz where the SL Benfica team plays their home matches, which is a clear example of what was mentioned and was built for the Eurocopa de Portugal 2004.

The final grade work to be done is based on the study of the structure of the stadium and how it influences this in various areas of the stadium, but before we do another analysis on the history of football, as it came to Portugal, history of the club, of the place, the stadium project that help us understand the structure used, as this is the most striking part of the stadium.

Key words:

Lisbon, Estadio da Luz, Structure, Football, Eurocopa de Portugal 2004

INDICE			
Resumen.			
0. Introducción.	04		
0.1 Objetivos y metodología empleada.	04		
1. Historia y origen del futbol.	05		
2. Historia del futbol en Portugal.	06		
2.1 Eurocopa de Portugal en 2004.	07		
3. Historia del club SL Benfica.	08		
3.1 Inicios del club y primer estadio.	09		
3.2 Estadio da Luz.	10		
3.2.1 Datos del proyecto.	10		
3.3 Antecedentes tipológicos.	11		
3.3.1 Puente de la bahía de Sídney.	11		
3.3.2 Puente de la Alameda.	12		
3.3.3 Puente de la Barqueta.	13		
3.4 Arquitecto.	14		
3.4.1 Otros proyectos.	15		
3.4.1.1 Estadio Algarve.	15		
3.4.1.2 Principality Stadium.	16		
3.5 Ciudad de Lisboa.	17		
3.6 Concepto e Idea.	18		
4. Herramientas de análisis.	19		
4.1 Levantamiento Grafico.	19		
4.2 Elaboración de la maqueta.	20		
5. Influencia o relación de la estructura.	21		
5.1 Con la idea y forma.	21		
5.2 Con la circulación y accesos.	23		
5.3 con la cubierta y la luz.	26		
		6. Conclusión.	29
		7. Bibliografía.	30
		8. Índice de figuras.	31

0. INTRODUCCIÓN.

El trabajo que se va a desarrollar a continuación trata sobre el estudio y análisis de la estructura del Estadio da Luz de Lisboa.

Entre los objetivos de este estudio se encuentra conocer el funcionamiento de las grandes estructuras de los campos de fútbol, y en el caso que nos ocupa se ha tomado como ejemplo el Estadio da Luz de Lisboa, del equipo SL Benfica, uno de los estadios que más peso tuvo en la Eurocopa de Portugal de 2004, donde se jugó la final.

Para poder llegar a entender el estadio y su estructura, primero se realizara un análisis que compuesto de varios bloques explicando la historia del estadio y su evolución.

El trabajo se estructurara en 3 partes:

En una primera parte se analizara, la historia del fútbol, el fútbol en Portugal y la historia del club de Benfica.

A continuación se hablara del proyecto, comentado su idea proyectual, el arquitecto, anteriores proyectos del arquitecto y proyectos referentes.

Finalmente se analizara la estructura para ver cómo afecta a puntos importantes como el proyecto en sí, la circulación o la luz.

0.1 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA EMPLEADA.

El objetivo principal de este trabajo es poder comprender la forma y el funcionamiento de la estructura del Estadio da Luz de Lisboa, así como también aprender su historia, su arquitecto, su idea proyectual.

Para realizar este trabajo se han empleado varias formas de afrontarlo desde una intensa búsqueda de información online y libros específicos. La metodología parte de la lectura y el estudio de las publicaciones existentes relacionadas con el estadio de fútbol, el arquitecto, la ciudad...

Durante este proceso se han consultado diversas fuentes, tanto escritas como gráficas y videos, en varios idiomas como el castellano, inglés y portugués, con el fin de obtener una visión lo más amplia y neutra posible

Para la realización del trabajo se ha empleado distintas formas de afrontarlo desde una intensa búsqueda de información on-line, libros específicos La metodología parte de la lectura y el estudio de las publicaciones existentes relacionadas con el estadio de fútbol, el arquitecto, la ciudad... Con la información adquirida se realizó un filtrado de información y se hizo una selección de lo más importante, se pasó a la redacción de textos, donde se recurre de forma habitual a citas referenciadas para aclarar algunos conceptos o información gráfica, que resume y concreta la ideas que se tratan en cada caso.

Debido a que no obtuvimos respuesta del estudio que realizo el estadio, nos vimos en la obligación de dibujar el estadio, acorde los videos y a la documentación gráfica encontrada, lo más fiel posible a la realidad, con el fin de poder observar bien el estadio que vamos a analizar.

1. HISTORIA Y ORIGEN DEL FUTBOL.

La historia moderna del deporte más popular del planeta abarca más de 100 años de existencia. Comenzó en el 1863, cuando en Inglaterra se separaron los caminos del "rugby-football" (rugby) y del "association football" (fútbol), fundándose la asociación más antigua del mundo: la "Football Association" (Asociación de Fútbol de Inglaterra), el primer órgano gubernativo del deporte. (FIFA, 2017)

Ambos tipos de juego tiene la misma raíz y un árbol genealógico de muy vasta ramificación. Una profunda y minuciosa investigación ha dado con una media docena de diferentes juegos en los cuales hay aspectos que remiten el origen y desarrollo histórico del fútbol. Evidentemente, a pesar de las deducciones que se hagan, dos cosas son claras: primero, que el balón se jugaba con el pie desde hacía miles de años y, segundo, que no existe ningún motivo para considerar el juego con el pie como una forma secundaria degenerada del juego "natural" con la mano. (FIFA, 2017)

Todo lo contrario: aparte de la necesidad de tener que luchar con todo el cuerpo por el balón en un gran tumulto (empleando también las piernas y los pies), generalmente sin reglas, parece que, desde sus comienzos, se consideraba esta actividad como extremadamente difícil y, por lo tanto, dominar el balón con el pie generaba admiración. La forma más antigua del juego, de la que se tenga ciencia cierta, es un manual de ejercicios militares que remonta a la China de la dinastía de Han, en los siglos II y III AC. (FIFA, 2017)

Se lo conocía como "Ts'uh Kúh" (Fig. 1), y consistía en una bola de cuero rellena con plumas y pelos, que tenía que ser lanzada con el pie a una pequeña red. Ésta estaba colocada entre largas varas de bambú, separadas por una apertura de 30 a 40 centímetros. Otra modalidad, descrita en el mismo manual, consistía en que los jugadores, en su camino a la meta, debían sortear los ataques de un rival, pudiendo jugar la bola con pies, pecho, espalda y hombros, pero no con la mano. (FIFA, 2017)

Del Lejano Oriente proviene, mientras tanto, una forma diferente: el Kemari (Fig. 2) japonés, que se menciona por primera vez unos 500 a 600 años más tarde, y que se juega todavía hoy en día. Es un ejercicio ceremonial, que si bien exige cierta habilidad, no tiene ningún carácter competitivo como el juego chino, puesto que no hay lucha alguna por el balón. En una superficie relativamente pequeña, los actores deben pasárselo sin dejarlo caer al suelo. (FIFA, 2017)

Mucho más animados eran el "Epislyros" griego, del cual se sabe relativamente poco, y el "Harpastum" (Fig. 3) romano. Los romanos tenían un balón más chico y dos equipos jugaban en un terreno rectangular, limitado con líneas de marcación y dividido con una línea media. El objetivo era enviar el balón al campo del oponente, para lo cual se lo pasaban entre ellos, apelando a la astucia para lograrlo. Este deporte fue muy popular entre los años 700 y 800, y si bien los romanos lo introdujeron en Gran Bretaña, el uso del pie era tan infrecuente que su ascendencia en el fútbol es relativa. (FIFA, 2017)



Fig. 1 Ilustración Ts'uh Kúh



Fig. 2 Ilustración Kemari



Fig. 3 Ilustración Harpastum

2. HISTORIA DEL FÚTBOL EN PORTUGAL.

El primer trofeo disputado en Portugal fue un duelo entre las selecciones de Oporto y Lisboa. El partido fue organizado por Guilherme Pinto Basto, un profundo entusiasta de este deporte, y a quien el fútbol de este país debe mucho, ya que entre otros hechos fue él quien trajo desde Inglaterra a Portugal la primera pelota de fútbol. El partido fue un acontecimiento histórico que tuvo lugar el 2 de marzo de 1894, en Porto, y por primera vez en la historia el ganador se llevó a casa un trofeo, en este caso la Copa del Rey Carlos I. El equipo ganador del trofeo fue el Lisboa que venció por 1-0 a la Selección de Oporto (Fig. 4) (Barros, M. 21/1/2011).

El primer equipo de fútbol que se fundó en Portugal fue La Académica de Coimbra, equipo fundado en 1942. Se trata de un histórico equipo de la ciudad de Coimbra fundado en 1887, siendo el club de fútbol más antiguo de la Península Ibérica por delante del Real Club Recreativo de Huelva fundado en 1889 (Fig. 5) (Barros, M. 21/1/2011).

En 1905 fue fundado la Asociación de Fútbol Portugués como respuesta al continuo interés y crecimiento del fútbol a nivel competitivo en Portugal (Barros, M. 21/1/2011).

El primer campeonato que se conoce data del año 1910 y fue la Copa Monteiro da Costa (Fig. 6). Se trata de una competición de fútbol regional entre clubs del norte de Portugal y su primer ganador fue el FC Porto (Barros, M. 21/1/2011).

La Federación Portuguesa de Fútbol se fundó en el año 1914 y se afilió a la FIFA en 1923. En 1921, la Selección Portuguesa disputó su primer encuentro internacional (Fig. 7). Se decide organizar por primera vez el Campeonato Nacional en 1921 con un sistema de eliminación directa, el cual es conocido desde 1938 como la Copa de Portugal (Barros, M. 21/1/2011).

En 1934 se introduce el formato de ligas con los equipos del Campeonato Nacional y es a partir de 1938 cuando se efectúa el primer campeonato oficial (Barros, M. 21/1/2011).



Fig. 4 Equipo de Lisboa. Ganador de la Copa del Rey Carlos I



Fig. 5 Académica de Coimbra. Primer equipo en Portugal



Fig. 6 Copa Monteiro da Costa en 1910



Fig. 7 Selección portuguesa en 1921

2.1 EUROCOPA DE PORTUGAL 2004.

En 2004, Portugal logró ser la sede de la XII edición de la Eurocopa en la que la selección portuguesa llegó a la final contra Grecia pero la perdió por 0-1 (Fig. 8) (UEFA ,2004).

El día 12 de octubre de 1999, en el hotel Dorint Quellenhoff de Aquisgrán (Alemania), el comité Ejecutivo de la UEFA votó a la candidatura portuguesa como sede del torneo en 2004. Los portugueses competían contra España y contra una candidatura conjunta formada por Austria y Hungría (UEFA ,2004).

Se trató de un proyecto increíblemente ambicioso y pionero en el fútbol moderno ya que iba a tener diez sedes repartidas por todo el país. Cinco de los estadios fueron construidos para esta competición: Algarve, Dr.Magalhães Pessoa, Municipal de Aveiro, Cidade de Coimbra y Municipal de Braga. Los restantes, fueron reformados o remodelados de acuerdo con las normas de la entidad máxima del fútbol europeo (Fig. 9) (Fig. 10). El Estadio Municipal de Braga fue definido como el más espectacular, y fue designado por la UEFA como una de las obras más interesantes en el panorama de las estructuras deportivas. Tan sólo un estadio tenía una capacidad inferior a los 30.000 espectadores, el Estádio do Bessa XXI, lo que hacía ver la importancia del fútbol en el país y la magnitud del evento que iba a recibir (UEFA ,2004).

Ciudad	Estadio	Personas
Aveiro	Estádio Municipal de Aveiro	30.127
Braga	Estádio Municipal de Braga	30.357
Coimbra	Estádio Cidade de Coimbra	30.000
Faro-Loulé	Estádio Algarve	30.305
Guimarães	Estádio Dom Afonso Henriques	30.000
Leiria	Estádio Dr. Magalhães Pessoa	30.000
Lisboa	Estádio da Luz	65.400
Lisboa	Estádio José Alvalade	52.000
Oporto	Estádio do Bessa XXI	28.263
Oporto	Estádio do Dragão	52.000



Fig. 8 Logo Eurocopa 2004



Fig. 10 Mapa Portugal con las sedes



Fig. 9 Mapa Portugal con las sedes

3. HISTORIA DEL CLUB SL BENFICA.

El 28 de febrero de 1904, el Sport Lisboa e Benfica (originalmente conocido Grupo Sport Lisboa) fue fundado en una reunión en una farmacia de Lisboa, la Farmácia Franco, e involucró a 24 hombres encabezados por Cosme Damião (Fig.12). (UEFA, 1998)

Tras ganar diez campeonatos regionales de Lisboa, su primer título nacional llegó en el Campo das Amoreiras, de 15.000 espectadores de capacidad, en 1935/36. El Benfica luego se trasladó a Campo Grande, donde continuaron los éxitos. En 1954 se mudaron al Estádio da Luz. (UEFA, 1998)

Bajo las órdenes del húngaro Béla Guttmán, el Benfica acabó con el monopolio del Real Madrid CF en la Copa de Europa en 1960/61, derrotando al FC Barcelona en la final. Al año siguiente derrotaron al Madrid para defender el trofeo gracias al talento de un joven fichaje procedente de Mozambique: Eusébio. (UEFA, 1998)

Con Eusébio y un buen número de internacionales portugueses en el equipo, el Benfica dominó su liga en la década de los 60, alcanzando (aunque perdiendo) otras tres finales de la Copa de Europa en 1963, 1965 (Fig. 13) y 1968. El equipo lisboeta sufrió dos derrotas más en una final de la Copa de Europa en 1988 y 1990 tras más de dos décadas de dominio en Portugal del Sporting Clube de Portugal y del FC Porto. (UEFA, 1998)

El club logró su 30ª liga lusa en la temporada 1993/94, pero tuvo que esperar once años para lograr la número 31 con Giovanni Trapattoni. Desde entonces el Benfica juega en el nuevo Estádio da Luz, remodelado para la final de la UEFA EURO 2004. El Benfica logró su título 32 en la temporada 2009/10 con Jorge Jesus en el banquillo, acabando con los cuatro años de monopolio del Oporto. (UEFA, 1998)



Fig. 11 Escudo club SL Benfica



Fig. 12 Benfica en 1904



Fig. 13 Equipo del Benfica el 9 de mayo de 1965 antes de un partido contra el Ajax

3.1 INICIOS DEL CLUB Y PRIMER ESTADIO.

Desde la fundación del SL Benfica en 1904 este había jugado en estadios rentados uno de estos fue el Estádio do Campo Grande (Fig. 14) que se encontraba en la zona donde jugaba el Sporting Clube de Portugal su principal rival este campo fue sede del equipo de 1945 a 1954, aunque el equipo tuvo su propio estadio que era el Estádio das Amoreiras (Fig. 15) que fue sede del equipo de 1940 hasta que fue demolido en 1940. (SL Benfica, 2017)

Después de una larga negociación entre el equipo y el Municipio de Lisboa se decidió que se construiría un estadio para el club pero que también sirviera para la ciudad. (SL Benfica, 2017)

El estadio se proyectó con el nombre de Estádio de Carnide, los planes del estadio habían sido creados desde finales de los años 1940 por João Simões un ex jugador del SL Benfica (Fig. 16). (SL Benfica, 2017)

La construcción comenzó oficialmente el 14 de junio de 1953, el estadio tardó menos de 2 años en finalizarse debido al gran número de voluntarios que trabajaron en la construcción del estadio, finalmente el 1 de diciembre de 1954 se inauguró el estadio con capacidad para 40 000 espectadores que observaron el partido inaugural ante el FC Porto. (SL Benfica, 2017)

Este estadio sufrió varias remodelaciones, la primera ocurrió en 1960 debido los éxitos que obtenía el equipo en este año se decidió aumentar la capacidad del estadio que en un principio tenía capacidad para 40.000 espectadores a 70,000 espectadores colocando un tercer anillo a los otros dos existentes siendo conocido comúnmente como el Terceiro Anel. (SL Benfica, 2017)

En 1985 se volvió a aumentar la capacidad haciendo una zona de pie para los aficionados que alcanzaba la capacidad de 120.000, pero en ocasiones se rebasaba este número llegando a haber 137.000 espectadores en un partido entre el SL Benfica y el FC Porto, también se superó en la final de la Copa Mundial de Fútbol Juvenil de 1991 la que observaron alrededor de 127.000 personas. (SL Benfica, 2017)

En 1991 se vuelve a remodelar colocando asientos a todo el estadio reduciendo su capacidad a 78.000. (SL Benfica, 2017)

En un principio se pensó remodelar el estadio nuevamente ya que Portugal había ganado la sede de la Eurocopa 2004, pero sin embargo esta idea fue rechazada. También se había pensado que el Estádio da Luz no fuera sede de la Eurocopa, finalmente el 28 de septiembre de 2001, una asamblea general de los socios votó a favor de la construcción de un nuevo estadio. Esta decisión no fue fácil en el sentido emocional ya que se tendría que demoler el antiguo estadio, pero desde el lado financiero se veía más fácil construir un nuevo estadio que remodelar el ya existente. (SL Benfica, 2017)

El SL Benfica jugó en el estadio semidemolido hasta el 2003 y disputó sus últimos partidos de la temporada en el Estadio Nacional de Portugal. (SL Benfica)



Fig. 14 Estadio del Campo Grande



Fig. 15 Estadio das Amoreiras



Fig. 16 Estadio de SLB

3.2 ESTADIO DA LUZ.

El Estadio da Luz es un campo de fútbol situado en la ciudad de Lisboa (Portugal), con un aforo de 66 147 espectadores. Se inauguró el 25 de octubre de 2003. Fue construido con motivo de la Eurocopa 2004 reemplazando al colindante antiguo estadio Da Luz. Es el mayor estadio de Portugal y está catalogado por la UEFA como de élite (categoría 4), lo que le permite albergar finales europeas. (StadiumDB, 2017)

En este estadio juega como local el equipo SL Benfica, Se trata de una obra realizada por el arquitecto australiano Damon Lavelle, del estudio Populous, actualmente HOK Sport, quien tiene gran experiencia en proyectos de gran envergadura. (StadiumDB, 2017)

El estadio fue construido justo adyacente a la antigua casa del Benfica que solía estar allí desde 1954. La inversión fue impulsada por Portugal ya que recibe la Eurocopa 2004 y requieren una amplia inversión en infraestructura. Su nombre común, Estadio da Luz, se refiere al barrio de Luz en el que se encuentra. Los fans también se refieren a ella como A Catedral (Catedral) - ambos nombres heredados después de su predecesor, uno de los mayores lugares de Europa. (StadiumDB, 2017)

La construcción costó cerca de € 120m y fue hecha a lo largo del diseño por Populous (entonces HOK Sport). Curiosamente, el Benfica se encuentra entre muy pocos clubes en Portugal que financiaron su propio estadio. Aunque el tamaño demostró ser grande en la primera década, el club ha estado haciendo bien su trabajo atrayendo a multitudes y llenando el estadio. Sin embargo, la asistencia récord del partido inaugural sigue en pie (65.400). (StadiumDB, 2017)

El lugar es famoso por la inusual mascota de Benfica, un águila que vuela sobre el terreno de juego antes de cada partido. Gracias a su ubicación en Lisboa y su mayor capacidad en Portugal, fue la sede final de la Eurocopa 2004 y lugar de numerosos partidos internacionales de Portugal. En 2007 se anunció la nueva lista de las Siete Maravillas y la UEFA eligió a Da Luz como sede de la final de la Liga de Campeones de 2014. (StadiumDB, 2017)



Fig. 17 Vista interior del estadio

3.2.1 DATOS DEL PROYECTO.

Propietario: Sport Lisboa e Benfica.

Localización: Av. General Norton De Matos 1500, Lisboa, Portugal.

Arquitecto: Damon Lavelle

Construcción: HOK Sport.

Apodo: A Catedral (La Catedral)

Fechas de construcción: 2001-2003.

Apertura: 25 de octubre de 2003.

Superficie: Césped natural.

Dimensiones: 105m x 68m.

Coste: 120 millones de €.

Equipo local: Sport Lisboa e Benfica, Selección de fútbol de Portugal.

Categoría estadio según UEFA: 4



Fig. 18 Vista exterior del estadio

3.3 ANTECEDENTES TIPOLOGICOS.

Para entender el funcionamiento de la cubierta del Estadio da Luz, primero veremos antecedentes tipológicos, los cuales nos ayudaran a entender la estructura. Estos ejemplos se basan en el arco Bowstring (Fig. 19). Bowstring nace en junio de 2012 de la mano de Pablo Cembrero, Ingeniero de Caminos con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos y asistencia técnica de obras lineales y fundamentalmente estructuras.

El concepto bowstring es el de un arco superior atirantado por el tablero que sostiene. Tipológicamente es una de las estructuras más eficientes y elegantes posibles, por un lado, como en todo arco, se minimizan las flexiones del tablero empleando la antifunicularidad del arco y por otro el tablero resuelve el problema de soportar las reacciones horizontales que tienen los arcos. (Bowstring, 2017)



Fig. 19 Ejemplo puente Bowstring

Las ventajas de esta tipología pueden resumirse en:

Como arco permiten salvar grandes luces sin necesidad de pilas intermedias

Al no transmitir acciones horizontales a la cimentación puede apoyarse sobre cualquier terreno aunque este no sea competente.

El puente puede montarse y trasladarse o girarse siempre que se sostenga por sus extremos, particularmente puede trasladarse colocando flotadores en ambos extremos.

Estas ventajas hacen que sea una alternativa a considerar en la ejecución de puentes sobre ríos en el entorno de luces 100-300 m. (Bowstring, 2017)

3.3.1 PUENTE DE LA BAHÍA DE SÍDNEY.

El Puente de La Bahía de Sídney (Fig. 20), en Australia, tiene una longitud de más de un kilómetro y es uno de los iconos más representativos de esta ciudad australiana. El puente se encuentra en la zona de negocios de Sídney. (Structuralia, 2016)



Fig. 20 Puente de la Bahía de Sídney

La anchura del puente de la bahía de Sídney es de unos 20 metros, aproximadamente. El puente tiene ocho carriles para la circulación de vehículos automóviles, dos vías de ferrocarril, y una vía para bicicletas y peatones. La altura del puente es de unos 134 metros. (Structuralia, 2016)

La longitud del puente es de unos 1.150 metros y para permitir que los barcos pudiesen circular por debajo del puente sin interrupciones, su tablero se construyó a una altura de 49 metros sobre el nivel del agua. (Structuralia, 2016)

El material más empleado en la construcción de esta estructura es el acero, fueron utilizadas unas 53.000 toneladas de este material. A cada uno de los lados de este arco existen dos pilas de casi 90 metros de alto, fabricadas en hormigón y recubiertas con granito. En su construcción participaron más de 1.000 personas. (Structuralia, 2016)



Fig. 21 Vista superior Puente de la Bahía de Sidney

La construcción de este puente de arco comenzó en julio del año 1923, estando listo para entrar en servicio en el 1932. Esta estructura también es conocida con el nombre de Sidney Harbour Bridge. (Structuralia, 2016)



Fig. 22 Vista inferior Puente de la Bahía de Sidney

3.3.2 PUENTE DE LA ALAMEDA.

El puente de la Alameda (Fig. 23) se ubica en el antiguo cauce del Turia, en Valencia. Con una longitud total de 165 m, presenta un arco parabólico de 14 m de altura y 70° de inclinación con respecto al plano horizontal. Como es habitual en los puentes de Santiago Calatrava, la estructura se utiliza con habilidad para separar usos: a un lado del arco circulan los vehículos y al otro, los peatones. (Pedro Plasencia, 2011)

El arco está compuesto de dos tubos de sección ligeramente elipsoidal, uno superior y otro inferior, unidos por una serie de nervaduras triangulares situados cada 5,84 m. El tablero, ligeramente curvo, presenta una longitud transversal de 26 m y está constituido por una viga cajón de acero, estabilizado internamente mediante la división en celdas en la parte de la calzada, y por ménsulas laterales que soportan los carriles peatonales. (Pedro Plasencia, 2011)



Fig. 23 Puente de la Alameda

3.3.3 PUENTE DE LA BARQUETA.

El puente se sitúa en Sevilla sobre el canal de Alfonso XIII (Fig. 24) conectando el casco histórico de la ciudad con la Isla de la Cartuja, concretamente a la altura del que fuera el norte del recinto de la Exposición Universal de 1992 y que actualmente es el parque temático "Isla Mágica". (HistoriaCivil, 2014)

Puente de acero tipo Bowstring. Se trata de un puente colgante de un solo ojo, compuesto por un arco de acero atirantado, de 214 metros de longitud y 30 metros de altura, que se encarga de soportar el tablero de 168 metros de longitud y un ancho de 21,40 metros. Los extremos forman un pórtico triangular que se apoyan en cada una de las orillas en 4 pilas separadas 30 metros, sin apoyos intermedios. Se trata del puente más relevante de la Expo del 92, para la que fue construido. (HistoriaCivil, 2014)

Destaca porque fue el primer puente construido con una tipología Bowstring. El puente se compone de un solo arco atirantado que transmite la fuerza axial a los pórticos triangulares de las orillas, los cuales transmiten únicamente una fuerza vertical a la cimentación eliminando así la fuerza horizontal, que es absorbida por el tablero, consiguiendo de esta forma que el arco sea autoportante. Tanto el arco como los tirantes del mismo, se sitúan en la parte central del puente, sosteniendo el tablero solo en su parte central. Los nudos de conexión del arco con los pórticos tienen una gran importancia ya que gracias a ellos y mediante unas chapas internas la fuerza se puede transmitir hasta los apoyos. Las hendiduras longitudinales presentes a lo largo de la estructura metálica tiene la función de actuar como rigidizador, haciendo que no se necesite un rigidizador interno, como sería necesario si se tratara de un puente de hormigón. Se puede destacar también su metodología constructiva, debido a su tipología, ya que el puente se realizó en tierra y posteriormente mediante unas barcasas se giró 90°, apoyándose en uno de los extremos, hasta colocarlo en la posición definitiva. El material que destaca y del que se compone toda la construcción, salvo apoyos y cimentación, es el acero. (HistoriaCivil, 2014)



Fig. 24 Puente de la Barqueta



Fig. 25 Vista Puente de la Barqueta



Fig. 26 Vista inferior Puente de la Barqueta

3.4 ARQUITECTO.

Damon Lavelle (Fig. 27) nació en Melbourne, Australia y estudió en la Universidad de Melbourne, y la Universidad de Manchester, Inglaterra. (Populous, 2017)

Cuenta con una amplia gama de experiencia en el área, técnica y administración, siendo Arquitecto de Proyectos y Jefe de Equipo de Diseño para proyectos tan diversos como oficinas de varios pisos, teatros, estadios, arenas, centros comerciales y proyectos de entretenimiento de casino / hotel. (Populous, 2017)

Damon fue diseñador de proyectos para los dos proyectos de estadios diseñados por Populous, construidos para la Eurocopa 2004 en Portugal. El Estadio Benfica de 65.000 personas en Lisboa, principal sede de la Eurocopa 2004 y el Estadio Algarve de 30.000 asientos en Faro. (Populous, 2017)

También participó en el diseño inicial del O2 Arena de Londres y es diseñador de proyectos de la innovadora O2 Arena de Dublín y el nuevo estadio en Leeds, Inglaterra. También ha diseñado nuevas Arenas para Cork, Battersea, Amsterdam, Glasgow, Antalya y Kiev. (Populous, 2017)

A lo largo de los años ha colaborado ampliamente con la oficina de Peter Eisenman en Nueva York y la oficina de Frank Gehry en Los Ángeles sobre soluciones innovadoras para numerosos esquemas deportivos y de ocio en Europa. (Populous, 2017)

La sede principal de la Copa Mundial de la FIFA 2010, Soccer City Johannesburg, ha sido diseñada por Damon para Populous en colaboración con socios locales. También colaboró para Populous en el proyecto Nelspruit del estadio Mbombela para el mismo evento. (Populous, 2017)

Damon lidera los esfuerzos populosos en Rusia y Europa del Este: - es responsable del estadio Kazan y el Estadio Olímpico Central de Sochi. (Populous, 2017)

Ambos son lugares para la Copa Mundial de la FIFA 2018 y son respectivamente los principales lugares para los Juegos de la Universidad de 2013 y los Juegos Olímpicos de Invierno de 2014. (Populous, 2017)

Otros proyectos emblemáticos en Rusia incluyen estudios de plan maestro para el Parque Olímpico de Moscú en Luzhniky y el nuevo distrito de deportes y ocio en Rostov-on-Don, ambos incorporando propuestas detalladas para los estadios de la Copa Mundial de la FIFA. (Populous, 2017)

Damon también participa en proyectos en Turquía, incluso para el Club de Jockey Turco, TOKI, Besiktas Football Club y la Ciudad de Antalya. (Populous, 2017)



Fig. 27 Damon Lavelle



Fig. 28 Damon Lavelle hablando sobre el Estadio da Luz

3.4.1 OTROS PROYECTOS.

A la hora de proyectar el sistema estructural del estadio, Damon Lavelle rescató una serie de principios y sistemas vistos y estudiados en anteriores proyectos que le sirvieron como referencia. Así, vemos la relación directa entre la cubierta del estadio y las cubiertas con arcos y celosías, como la cubierta del estadio de Algarve, el cual proyectó el mismo año, o el estadio Principality Stadium, en Cardiff, también con celosías y arcos que van de esquina a esquina del estadio.

Las gradas están cubiertas por un sistema de arco tubular metálico que va en sentido longitudinal a la grada, de una esquina a otra, desde donde se conectan unos perfiles circulares metálicos que sostienen las cerchas que soportan la cubierta. Tanto las cerchas como los tubos están atados mediante otras cerchas.



Fig. 29 Estadio de Algarve

3.4.1.1 ESTÁDIO ALGARVE.

Estádio Algarve (Fig. 29) fue construido para servir como uno de los lugares de juego del torneo Euro 2004. (StadiumGuide, 2017)

El Estádio Algarve se inauguró oficialmente el 23 de noviembre de 2003. El primer partido jugado fue un amistoso entre los clubes locales SC Farense y Louletano DC. (StadiumGuide, 2017)

Durante la Eurocopa 2004, el estadio acogió dos partidos de grupo y los cuartos de final entre Holanda y Suecia (0-0). (StadiumGuide, 2017)

El estadio fue antes el hogar de Farense y Louletano, que actualmente están jugando en las ligas inferiores. Como resultado, ambos han optado por jugar la mayoría de sus partidos en casa en estadios locales más pequeños, utilizando el Estádio Algarve sólo para partidos importantes. (StadiumGuide, 2017)

Estádio Algarve, diseñado por Populous, es más conocido por su notable arquitectura. Las características destacadas son sus tejados curvos de 73 metros de altura sobre dos de los stands (Fig. 30), los cuales son sostenidos por una estructura de acero ligada a cuatro pilares. (StadiumGuide, 2017)



Fig. 30 Vista interior Estadio Algarve

3.4.1.2 PRINCIPALITY STADIUM.

En 1984 Wales erigió su primer estadio nacional oficial del rugby, sin embargo pronto resultó ser anticuado. El diseño creado en 1960 y la capacidad comprometida después de Taylor Report (hasta 47.500) llevó a las conversaciones de una revisión importante ya a mediados de 1990. En 1994 se creó una comisión especial para dirigir el trabajo, impulsada por la selección de Gales como anfitriones de la Copa Mundial de Rugby 1999. (StadiumDB)

Se tuvieron en cuenta dos opciones: remodelar el lugar existente o trasladarse a una nueva ubicación. Este último parecía inviable, sobre todo por razones de transporte. La primera, por otra parte, requirió de tierra adicional que fue adquirida para encajar en un terreno más grande. (StadiumDB)

Las principales expectativas fueron la capacidad de aplicación. 75.000 asientos - mucho en la parcela modesta disponible - y un techo retráctil (Fig. 32). Esta característica era muy innovadora en los días, solamente Amsterdam Arena tenía uno entonces, con Gelredome que era planeado en el mismo tiempo que estadio del milenio. La empresa de diseño HOK S + V + E (más tarde llamada Populous) estaba en el trabajo. Se creó un cuenco de tres niveles, excepto el puesto Norte, que debía quedar del suelo anterior debido a restricciones de espacio. La megaestructura se pudo llevar a cabo gracias a la financiación privada en su mayoría, con subsidios públicos, asignaciones de asientos a largo plazo y deuda de apoyo al presupuesto. (StadiumDB)

El primer evento fue organizado en junio de 1999 antes de una "prueba-multitud", pero todos los stands fueron abiertos unos meses más tarde, para la Copa del Mundo de Rugby de otoño. El inquilino principal es el equipo nacional del rugby con su equivalente del balompié que juega más juegos en terrenos más pequeños. Otros partidos importantes en el fútbol y el rugby ocurrieron aquí sin embargo, para nombrar solamente la taza del desafío o de la taza de FA (durante la renovación de Wembley). (StadiumDB)

Además de eventos deportivos (incluyendo boxeo y motorsports), otros eventos a gran escala se llevan a cabo aquí también. La arena tiene un sistema de cortina que permite "cortar" stands para eventos más pequeños a 46.000 o incluso 12.000 asientos solamente. (StadiumDB)



Fig. 31 Principality Stadium

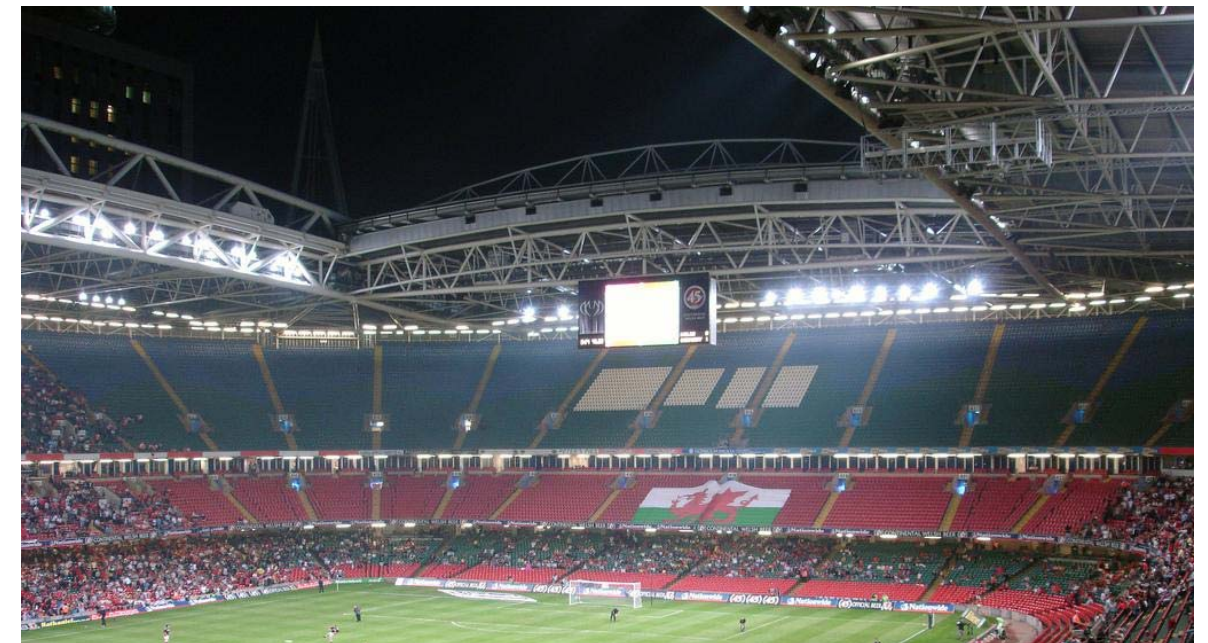


Fig. 32 Vista techo retráctil Principality Stadium

3.5 CIUDAD DE LISBOA.

Lisboa, capital de Portugal, tiene menos de 600 mil habitantes y constituye un auténtico nido de historia y cultura, donde encontrarás gente de todos los lugares. Lisboa también es la capital del distrito y del área metropolitana que lleva su mismo nombre. La importante historia de esta ciudad está marcada por el constante cambio de culturas que ha sufrido. La ciudad fue dominada durante el neolítico por pueblos íberos que utilizaban su puerto para transportar alimentos por vía marítima hacia el condado de Cornualles y la actual Sicilia. Fue habitada por los celtas, por colonias pre-romanas que dominaban el Olissipo; por romanos, que dejaron importantes vestigios repartidos por toda la ciudad; por musulmanes, y sólo entonces fue conquistada por los portugueses, gracias a su primer rey D. Afonso Henriques, en el año 1147. Esta ciudad se encuentra muy bien comunicada, tanto por vía terrestre, como ferroviaria y subterránea, con el Metro de Lisboa, y cuenta con dos majestuosos puentes que conectan la ciudad con la otra orilla del río Tejo. Por todas estas vías llegan cerca de 500 mil automóviles cada día. Una de las expresiones culturales más típicas e importantes de la ciudad de Lisboa es el Fado, un canto típico que aporta una importante influencia en el estilo de vida y la forma de vivir de los lisboetas. El pequeño barrio de Alfama, ubicado en las laderas de la ciudad, es considerado como la cuna del Fado, ya que aquí nacieron y se desarrollaron una gran parte de los grandes artistas con renombre internacional de esta expresión artística. Lisboa también cuenta con una amplia oferta de ocio y entretenimiento para todos los gustos en la que encontrarás desde zonas de compras, como la amplia y glamurosa Avenida da Liberdade, los Armazéns do Chiado, o hasta el Barrio Alto, la zona alternativa de la ciudad que, además de tiendas y talleres de pintura, también alberga una gran cantidad de animados bares, por los que pasan cientos de personas diariamente. (Lisbon-Portugal-Guide, 2017)

Por lo que se refiere al clima, Lisboa es una de las capitales más suaves de Europa. Mientras que su latitud al sur del continente le otorga un clima similar al del resto de países mediterráneos, el moderado efecto del Atlántico evita que los veranos puedan ser excepcionalmente calurosos y los inviernos extremadamente fríos. Asimismo, y con un promedio de 260 días de sol al año, Lisboa también es una de las capitales con más sol del continente. La temperatura mínima durante la primavera tiene un promedio de unos 10° C, mientras que la máxima alcanza los 20° C; durante esta época del año el sol predomina en los cielos de la ciudad, aunque no hay que descartar que la lluvia también pueda ocasionalmente hacer acto de presencia. Tanto mayo como junio son tradicionalmente poco lluviosos. La temperatura máxima durante el mes de mayo a duras penas supera los 20° C, mientras que en junio llega a los 25° C, por lo que estos dos meses podrían ser la época ideal para visitar la ciudad. Julio y agosto son, por lo general, soleados, secos y calurosos, con unas temperaturas máximas que se sitúan alrededor de los 28° C. (Portugal-live, 2017)

Los inviernos pueden ser frescos y lluviosos, con una temperatura mínima que ronda los 8° C y una máxima que sube hasta los 15° C. Pero incluso en invierno,

los termómetros pueden alcanzar los 25° C bajo preciosos cielos soleados. El hielo y la nieve son fenómenos muy poco habituales en Lisboa. En 2006, un par de días de agua nieve y granizo fueron suficientes para que se hablará de la primera nevada de los últimos cuarenta años. Lisboa goza de un promedio de 3.300 horas de sol al año, o de casi 9 horas al día. (Portugal-live, 2017)



Fig. 33 La Praça do Comércio



Fig. 34 Imagen del distrito de Belem

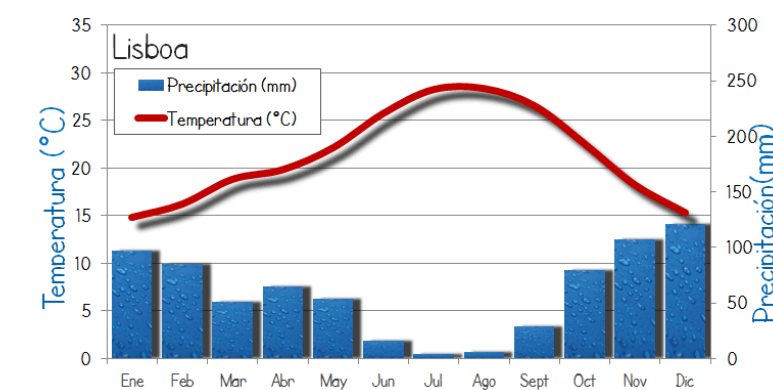


Fig. 35 Tabla de clima de Lisboa

3.6 CONCEPTO E IDEA.

Según dice Damon Lavelle en el video, la cuestión era saber lo que ellos querían, era preciso saber cuál era la ambición del Benfica. La idea era que querían que fuera el mayor y más importante estadio de Portugal lo que obviamente se enmarca en el estatuto que el club tiene, como si fuera un estadio nacional. (Damon Lavelle, 2011)

El punto de partida en términos de diseño era crear un espacio que tenía muy simple y de hecho, aquí caben dos esferas y el centro de las esferas esta en medio de la bancada, además es en la tribuna presidencial. (Damon Lavelle, 2011)

Después tenemos el campo rectangular que cumple con todos los requisitos de la FIFA y la UEFA. Y ahí, a través de la visión que tenemos de la pelota, desarrollamos criterios que permiten tener una visión oval de la planta (Fig. 36). Es una aproximación de un diagrama elíptico. Cuando combinamos esa elipse con el rectángulo tenemos esta estructura en 3 dimensiones, y rápidamente nos quedamos con esta estructura ondulada. Si estuviéramos en uno de los rincones, lo que vemos son estas curvas juntarse y convertirse en una. (Damon Lavelle, 2011)

Y obviamente, con la supercolumna en el centro, que es una doble columna fundida, podemos decir que tenemos 2 arcos que se funden en el hormigón, que se transforman en hormigón y viajan hasta el suelo. (Damon Lavelle, 2011)

Luego creamos esta estructura que permite la entrada de luz, Estadio de la luz, aquí esta, Es un ave abstracta, que flota literalmente sobre el resto de la estructura (Fig. 37). Es un símbolo del lema del Benfica, es el Emblema del Benfica. (Damon Lavelle, 2011)

Colocamos 9mil butacas en medio como oferta vip una oferta empresarial tenemos un primer anillo bastante grande con cerca de 23mil personas porque en determinados juegos no se llena el estadio del todo y queremos maximizar no solo para lo que se ve en la televisión, si no también maximizar la atmosfera del estadio. Y, al mismo tiempo, queremos queda la gente vea a toda la gente, y eso es una innovación para un estadio de esta escala. Todo está abierto, desde cada lugar podemos ver cualquier otro lugar y de esa forma conseguimos ver y comunicar con toda la gente. (Damon Lavelle, 2011)

Asumimos el compromiso de construir este maravilloso ejemplo de un estadio eficiente y de bajo coste que es la envidia de muchos clubes europeos. Como se puede alcanzar algo así, dentro del tiempo y del presupuesto. Es incluso una historia de éxito. (Damon Lavelle, 2011)



Fig. 36 Vista exterior del Estadio da Luz



Fig. 37 Vista interior de la cubierta

4. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.

Una de las primeras partes que conforman este trabajo fue la búsqueda y selección de información acerca de todos los aspectos que se querían afrontar en el mismo. Frente a la alta necesidad de elaboración de las herramientas de análisis para el estudio posterior de la relación o influencia de la estructura con los distintos elementos proyectuales, ha sido necesaria la producción propia, debido a la falta de información contribuida por todas las empresas e instituciones a las que se les ha pedido dicha documentación.

La fuente principalmente elegida en un principio fue el contacto directo mediante correo electrónico enviado a todas las instituciones relacionadas con la construcción del Estadio da Luz de Lisboa, de modo que se enviaron varios correos electrónicos al Club Sport Lisboa e Benfica, al estudio de arquitectura encargado de la elaboración del proyecto Populous y al que fuera anteriormente HOK sport.

4.1 LEVANTAMIENTO GRÁFICO.

Debido a la falta de documentación propia de la construcción del estadio, y con el añadido de la necesidad de realizar un levantamiento gráfico del mismo, para poder entender mejor el proyecto y porque se han tomado dichas decisiones, se vio necesario tomar la arriesgada medida de elaborar la información necesaria por nuestra propia cuenta, siendo cautos para ser lo más leales al proyecto en la medida de lo posible y no aventurarnos en aquello que no estábamos seguros.

La información que se necesita para un levantamiento gráfico íntegro es bastante delicada y exclusiva porque representa la esencia del proyecto. En esta información se encuentra: todo tipo de planos de distribución, estructura e instalaciones; secciones generales y detalles constructivos, el modelo volumétrico en 3D, necesario para comprobar las dimensiones y ver el proyecto completo en su conjunto, y por supuesto, fotografías y vistas específicas de la construcción real para poder entender y comprobar el resultado final. De toda la información necesaria, y que se les solicitaba a las empresas e instituciones adecuadas para poder transferirla, sólo ha sido posible utilizar fotografías de vistas del acabado final, encontradas por la red y facilitadas por el tutor Iván Cabrera Fausto, el cual visito el estadio, y además varios modelos 3d encontrados en internet de baja calidad.

A partir de estas fotografías y modelos, y tras un agudo estudio del estadio, con el fin de comprender su funcionamiento y su estructura, ha sido elaborado minuciosamente e intentando acercarse lo máximo posible a la realidad de la construcción, un modelo 3d, que ayuda y facilita el posterior análisis del proyecto.

Este modelo 3d es clave para comprender el sistema estructural del estadio y la relación de éste con todos los aspectos arquitectónicos necesarios en cualquier proyecto.

Además, dicho modelo ha sido utilizado para elaborar distintos renders, lo más fieles y realistas posibles, explicativos del proyecto, como se puede apreciar a continuación, además de una maqueta en la impresora 3D.



Fig. 38 Render Volumétrico del estadio

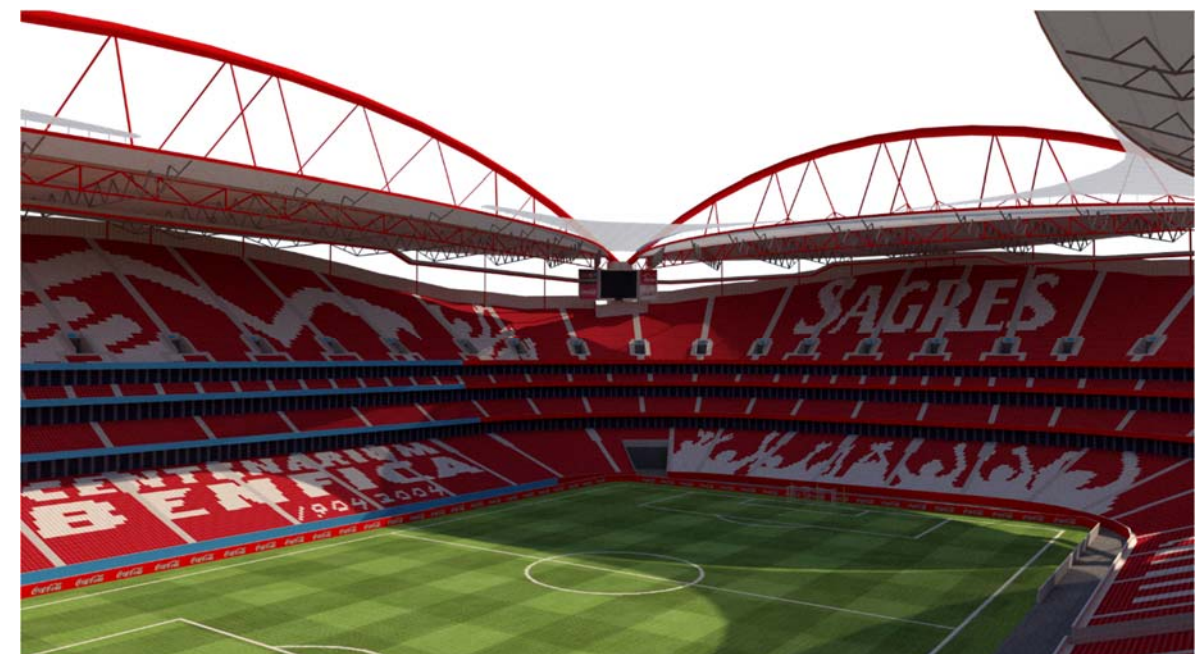


Fig. 39 Render Vista interior desde el cuarto anillo de butacas

4.2 ELABORACIÓN DE LA MAQUETA.

La fabricación de una maqueta era uno de los objetivos principales de este trabajo, porque deliberamos que era la forma más visual y rápida de entender cómo afecta la decisión de un sistema estructural u otro en los proyectos de estadios de fútbol, principalmente, sobre los distintos aspectos que se deben abordar y solucionar.

La intención inicial de la maqueta era facilitar a distinguir en un rápido golpe de vista el sistema estructural del estadio y cómo éste afecta a otras decisiones importantes en la construcción de un estadio de fútbol, y para ello, queríamos crear una maqueta a una escala 1/500 con ayuda de las máquinas de impresión 3D BQ Witbox (Fig. 40), cuyos ejemplos de impresión mostramos a continuación (Fig. 41), a las cuales nos facilitaba el acceso la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, que disponían en el taller de maquetas.

Tras unas primeras impresiones, nos dimos cuenta de la dificultad de mostrar todo el detalle que poseía el modelo inicial en ese tipo de impresión, a causa de la escala tan reducida a la que estábamos imprimiendo. Ello nos hizo repasar y cambiar la estrategia. La decisión final vino condicionada por varios motivos que hay que tener en consideración al imprimir en este tipo de máquinas de impresión 3D, y son: el tiempo de impresión, la calidad de impresión, el tamaño de la maqueta, la elaboración de los archivos y la atención necesaria mientras se realiza la impresión.

Finalmente, teniendo en cuenta todos los aspectos influyentes, se decidió confeccionar una rebanada característica del estadio a una escala mayor de 1/200, en la que se pudiera comprobar el detalle al que ha sido dibujado y creado el modelo. Esta maqueta de detalle se realizó con una calidad de impresión media, después de realizar varias impresiones variando las diferentes de calidad que permitía el programa, que junto al desglose del modelo, permitían crear unos archivos de impresión con un tiempo de impresión de entre una a seis horas, aunque una pieza llegó a alcanzar las 22 horas, un tiempo algo asequible para poder estar pendiente de su impresión, que finalice la impresión el mismo día que empieza y con margen de tiempo para reaccionar si sucede cualquier imprevisto. La utilización de una impresora 3D ha venido condicionada por la intención de comprobar los límites a los que pueden llegar estas innovadoras impresoras 3D.

El resultado final es una maqueta detalle de la sección más característica del Estadio da Luz, como se puede apreciar en las figuras siguientes (Fig. 42)(Fig. 43), que ha tardado cerca de 65 horas en imprimir todas las piezas servibles, sin contar las que se debieron repetir por algún error de material o fallo de impresión.



Fig. 40 Modelo de impresora 3D BQ Witbox



Fig. 41 Ejemplos de impresión 3d

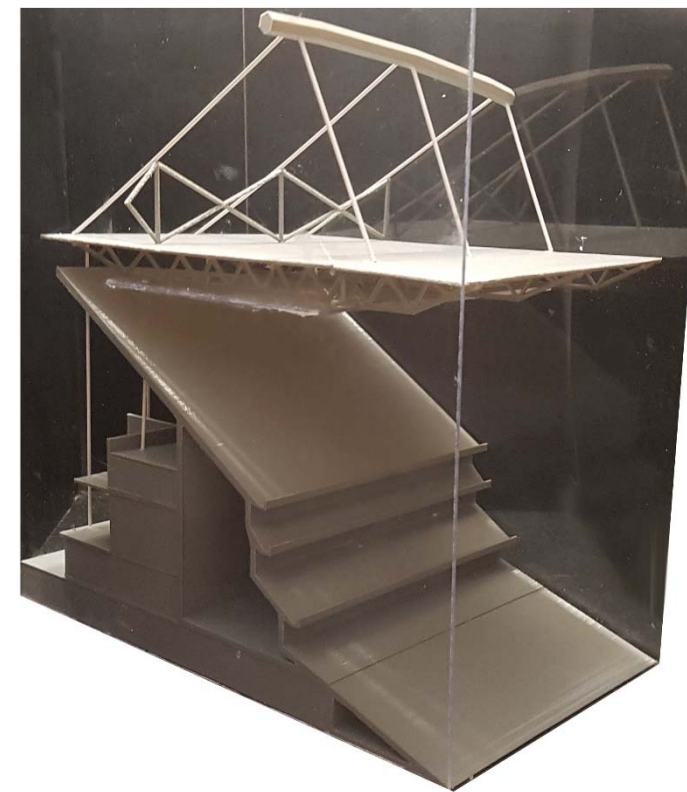


Fig. 42 Vista de la maqueta 1



Fig. 43 Vista de la maqueta 2

5. INFLUENCIA O RELACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

5.1 CON LA IDEA Y FORMA.

La estructura del estadio Estadio da Luz de Lisboa es el elemento principal más particular y diferenciador del resto de estadios existentes hasta ahora. Los pilares altos y esbeltos junto a los 4 arcos que se sitúan en la cubierta, hacen que la imagen del estadio y su forma de trabajo estructural, sea una manera rompedora de la percepción que se tenía hasta el momento de este tipo de construcciones (Fig. 44)

Al ser la estructura un elemento tan importante y abundante en el Estadio da Luz de Lisboa es inevitable que su presencia influya en la mayoría de los aspectos arquitectónicos fundamentales en la construcción de estadios, de igual modo que otros aspectos habrán afectado o condicionado la relación con la estructura desde el punto de vista funcional.

Así pues, la idea de proyecto según el arquitecto Damon Lavelle, viene determinada por el emplazamiento en el que se encuentra. Al situarse cerca del barrio de Luz, donde se encontraba el anterior estadio, se decidió crear un estadio con una idea rompedora, en la que la estructura facilitase la entrada de luz al estadio. Esta relación con el barrio Luz fue conseguida gracias a la construcción de unos grandes arcos que liberaban la fachada del estadio permitiendo la entrada de luz al interior del estadio. La forma también vino condicionada por la decisión de que todos los espectadores tuvieran la mejor visual posible del estadio, y por eso se optó por una forma del estadio elíptica, la cual facilita la visual a los espectadores, no solo hacia el terreno de juego si no al resto de gradas.

La forma elíptica también ayudo a que el estadio se percibiera como novedoso, ya que los estadios más antiguos tienen las gradas en forma rectangular, realizando una pequeña curva en las esquinas para poder situar más butacas, de modo que en estos estadios la visión pasaba ser frontal al contrario que pasa en los estadios elípticos donde pasa a ser una visión panorámica.

Los pilares de las gradas como las celosías de la cubierta realizan un juego de repetición bastante interesante ya que en vez de colocar un pilar en el medio de la fachada, lo que realiza es un vaciado de esa zona, lo que llama realmente la atención desde el exterior y se ve claramente el punto medio de la fachada (Fig. 45). Esto repetido en el resto de fachadas hace que sean fácilmente visibles los ejes de la elipse que conforma el estadio (Fig. 46).

Como podemos ver desde el exterior, el juego de los pilares se relaciona con la cubierta de modo que alterna la altura de los pilares haciendo que uno llegue a la cubierta y el siguiente finaliza en la grada, lo que enfatiza más la visual del punto medio que nombramos.



Fig. 44 Visual estructura Estadio da Luz



Fig. 45 Vista exterior de la repetición de los pilares



Fig. 46 Render Vista exterior para percibir el juego de repetición de los pilares y la marca de los ejes de la elipse

Visualmente desde el exterior lo que más llama la atención es la cubierta y los pilares metálicos que arrancan hacia la cubierta y la grada, ya que en la parte baja son de hormigón (Fig. 47). Estos llaman la atención porque son los únicos que están coloreados en rojo, que es el color de la equipación local del Benfica. El resto del estadio está construido en hormigón, ya que el club no podía costar un estadio de mucho capital. Una de las cosas que más llama del estadio es la forma curva del ultimo anillo de las gradas. Esto se realiza para enfatizar de nuevo el punto medio de los laterales y a su vez los ejes. El resto de pilares que llegan a la cubierta lo hacen pasando de largo la grada, lo que permite una apertura por donde entra luz al interior

El hecho de que tanto los pilares como la estructura de la cubierta estén coloreadas el resto del estadio mantenga el tono grisáceo del hormigón, resalta la estructura de la cubierta y hace que esta se vea ligera y parezca volar sobre el estadio.

En cuanto a los anillos de las gradas se puede observar que es una clara referencia a las varias remodelaciones que sufrió el anterior Estadio da Luz, de modo que podemos entender que cada anillo es una de las remodelaciones que sufrió el primer Estadio da Luz (Fig. 48).

En la cubierta podemos observar la abstracción del ave para cubrir las zonas donde se encuentra los grandes pilares donde apoyan los arcos. Esta abstracción la utiliza para cubrir bien todo lo que es la zona de la grada junto con las cubierta de los arcos, y además hacer una referencia a el águila, que es uno de los más importantes símbolos del club.

En resumen podemos decir que la idea y forma hacen referencias a las necesidades que un estadio de una Eurocopa necesita, también hace referencias al barrio donde se sitúa dando protagonismo a la luz con una estructura de cubierta potente que facilita la entrada de luz natural al estadio y sin olvidarse al gran Estadio da Luz con sus varias remodelaciones.



Fig. 47 Vista general de los pilares exteriores



Fig. 48 Render Vista interior anillos de butacas

5.2 CON LAS CIRCULACIONES Y ACCESOS.

El proyecto arquitectónico de un estadio tiene unos aspectos fundamentales a resolver que son definitivos si se quiere que tenga éxito y buen funcionamiento. Las circulaciones que se generan en un estadio como este donde se han celebrado Europa y finales de Champions League, ya sea de personas como de mercancías para los eventos, y los accesos a dicho estadio son los aspectos más importantes a tener en cuenta ya que estos se deben realizar de la manera más rápida y fluida posible.

En lo que respecta al acceso al Estadio da Luz de Lisboa, tiene una importancia ya que el Benfica es uno de los clubs con más seguidores de Portugal y es un estadio con unas condiciones idóneas para grandes eventos como los que ha albergado.

El acceso al estadio y a los diferentes equipamientos que este contiene a sus alrededores se ve condicionado por las diferentes carreteras que rodean al terreno donde se edificó. El hecho de que se edificara cerca del antiguo estadio era para evitar sobrecostes en el proyecto, por lo que se decidió edificar justo al lado.

Pese a que el acceso al estadio es algo difícil por las carreteras mencionadas, existen varias maneras de llegar al estadio mediante transporte público, ya sea mediante varias líneas de autobuses, metro o tren. Los accesos peatonales se realizan por varias zonas habilitadas (Fig. 49) de manera que la fluencia del tráfico peatonal no se veía aglomerada en muchas ocasiones.

Una vez llegas a la zona del estadio te encuentras con varios equipamientos alrededor como son el museo Cosme Damiao, el campus Caixa Futebol, Loja DO Sócio En El Estadio, un complejo deportivo una Fanzona del Benfica. Claramente el estadio contiene equipamientos alrededor de los que disfrutar para conocer el equipo y su historia antes de entrar en el estadio. Todos estos equipamientos se encuentran donde se encontraba el anterior Estadio da Luz.

El acceso al estadio se realiza por diferentes partes del estadio de manera que se consigue que no se cree una aglomeración continua para llegar hasta el estadio. Estos accesos son por el Túnel CC Colombo (peatonal), la 2ª Circular (carretera), Alto dos Moinhos (metro) y la Porta 18 (peatonal).

Cuando el espectador va camino hacia el estadio, ya sea por coche o a pie no hay nada que obstaculice la visual hacia el estadio, donde se ve claramente la estructura de la cubierta. Para salvar la carretera que se encuentra entre el Centro Comercial Colombo y el estadio, se crea un túnel por debajo de la carretera lo que conecta el estadio con el centro comercial (Fig. 50). Una vez ya en la zona del estadio, se podrá acceder al interior del estadio por el anillo que rodea al estadio, donde se encuentran más tiendas y equipamientos.



Fig. 49 Zona de acceso peatonal al estadio



Fig. 50 Túnel de conexión entre centro comercial y estadio

A la hora de hablar de las circulaciones interiores del estadio, haremos una separación para hablar de la circulación de los aficionados y la circulación de los jugadores y de sus respectivos agentes de la directiva del club, por lo que hablaremos de circulación pública y circulación privada.

La circulación de los aficionados es un aspecto fundamental en el buen funcionamiento de un estadio, por ello es una pieza clave en el Estadio da Luz de Lisboa. Como ya hemos mencionado anteriormente, los pilares se situaban en principio y fin de los anillos de las gradas y en algunos casos en puntos medio de estas, y esto sumado a la forma elíptica de nuestro estadio, hace más que visible que la circulación de los aficionados una vez hayan entrado serán recorridos elípticos entre los anillos que forman los pilares.

Esta forma de circulación ya viene usándose desde hace mucho tiempo, aunque la estructura fuese diferente. Así pues podemos ver como las circulaciones en el Antiguo coliseo romano (Fig. 51) se producían de manera elíptica entre sus arcos que se repetían desde el exterior hacia el interior creando grandes pasillos por donde moverse para ir de un lado del coliseo a otro, y que cuando fuese necesario acceder al interior de este, solo debía ir en dirección perpendicular al anillo y ya saldría a la grada a través del vomitorio.

Podríamos decir que la circulación de aficionados del Estadio da Luz funciona de la misma manera que en el coliseo, una vez han accedido al interior del estadio (Fig. 52) tan solo tiene que dirigirse a la planta donde tenga su grada, circular de manera perimetral al estadio hasta que llegue a un vomitorio próximo a su localidad y una vez haya entrado al propio campo por el vomitorio, por las escaleras subir o bajar esta la línea de butacas en la que se encuentre su butaca.

Antes de acceder a sus butacas, los aficionados puedes pasear por el interior de este ya que en todos los anillos se encuentran varias dotaciones a lo largo de todo el estadio, como por ejemplo en el primer anillo (21800 asientos) encontramos 12 bares y asientos para personas con discapacidad, en el segundo anillo (7300 asientos) encontramos salas de apoyo exclusivas, un Health club (Fig. 53) o un restaurante panorámico (Fig. 54), en el tercer anillo (2500 asientos) volvemos a encontrar 8 bares, cabinas de negocios y socios, Business center y corporate center, otro Health club y otro restaurante panorámico, por último en el cuarto anillo (33600 asientos) encontramos 23 bares y otro Health club. Como podemos ver tenemos ocio tanto en el interior del estadio como en sus anillos.

La circulación de los equipos se centrara básicamente en el primer anillo, ya que a ese nivel acceden los autobuses de los equipo y tienen entrada directa a los vestuarios, desde donde accederán al campo.

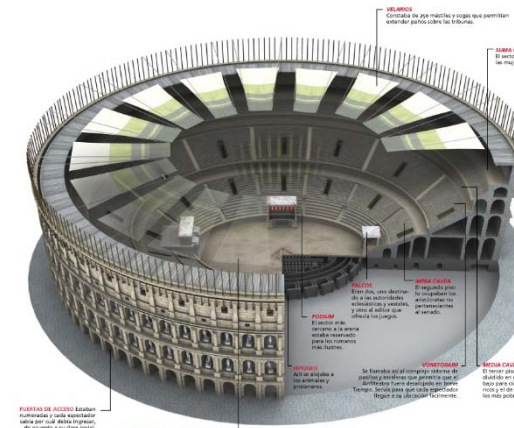


Fig. 51 Circulación Antiguo Coliseo Romano

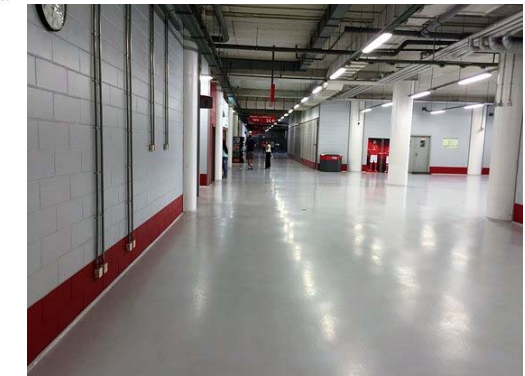


Fig. 52 Circulaciones interiores del estadio



Fig. 53 Sala Health Club



Fig. 54 Restaurante Panorámico



Fig. 55 Restaurante interior



Fig. 56 Sala de prensa



Fig. 57 Gimnasio Health Club



Fig. 58 Vestuario

5.3 CON LA CUBIERTA Y LA LUZ.

La espectacular cubierta con la que Damon Lavelle cubre el Estadio da Luz de Lisboa es la guinda de un proyecto en el cual la palabra luz tiene casi la misma importancia que la palabra fútbol. Parte del mérito la tiene la cubierta que se descuelga de los arcos donde el espectador no percibe ningún pilar bajo el y que le permite tener una visión sin ningún tipo de interrupciones.

Está de más decir que la cubierta es una parte esencial de todo estadio deportivo al que se le quiera dotar de confort para el aficionado. La función principal es la de proteger de la climatología del exterior y garantizar una estancia agradable y cómoda. Para conseguir esto se debe prestar especial atención al diseño y construcción de la estructura que será algo clave para afrontar todas las condiciones marcadas en un principio, algo que Damon Lavelle sabe con gran experiencia.

En el caso de la estructura del Estadio da Luz de Benfica, Damon se centró en buscar una estructura con la que la luz penetrase lo máximo posible de todos los lugares posibles. Como ya hemos visto, Damon tiene bastante experiencia en la creación de estructuras bastante complejas de modo que satisfagan lo máximo posible las necesidades de los espectadores, por lo que optó por crear una estructura basada en arcos los cuales se apoyarían en las esquinas del estadio (Fig. 59), de modo que cubre toda la grada sin colocar ningún pilar intermedio en las gradas, incluso ni en las zonas de esquina donde coloca una cubierta que apoya sobre las de las gradas.

Dicha cubierta se sustenta a base de unas vigas en celosía que recogen toda la cubierta, las cuales están sustentadas por unas barras de acero circulares que unen el punto inicial, donde se conectan con los pilares esbeltos antes mencionados, y el final de la celosía al arco, y sobre estas celosías se colocara la estructura secundaria para colocar el material de acabado del cual hablaremos más adelante.

Dichas celosías están bien arriostradas para que no hayan movimientos diferentes entre ellas y trabajen todas como una única estructura, por eso podemos observar como por la parte inferior, una viga en celosía recoge todas las vigas en celosía que van en dirección con la cubierta (Fig. 60), y en la parte superior, en las barras circulares, otra celosía más con el fin de que las barras solo reciban los esfuerzos de tracción transmitidos por las celosías, y de estas al arco que descansa sobre los pilares de hormigón (Fig. 65), los cuales están unidos de 2 en dos y reciben el esfuerzo de 2 arcos.

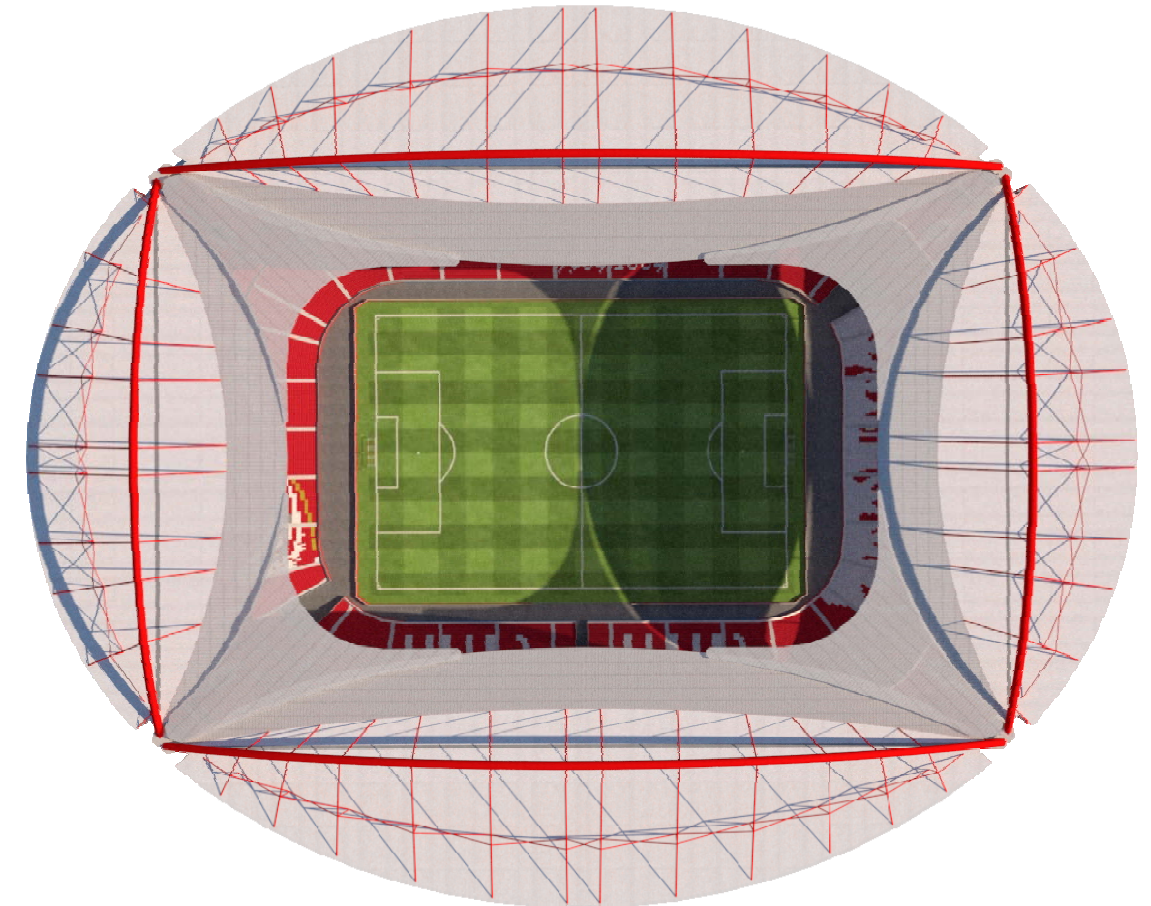


Fig. 59 Render Planta estructura cubierta



Fig. 60 Estructura inferior de la cubierta

Otro aspecto a comentar del proyecto del Estadio da Luz de Lisboa de Damon, es la búsqueda de la luz natural en todo el estadio. Este elemento necesario en la arquitectura actual es necesario en todo tipo de proyectos arquitectónicos, en el Estadio da Luz no pasa desapercibido. Pese a que los estadios suelen estar abiertos hacia el exterior y aparentemente parecen recibir bastante luz natural, la verdad es que suele ser bastante oscuros en su interior en la mayoría de los estadios. Cambiar esa idea y realizar un estadio abierto al exterior ligero y con carga de luz natural de una de las primeras conclusiones a la que llegó Damon y que ha conseguido totalmente como vamos a ver

Como hemos dicho antes, la palabra luz tiene mucho peso a la hora de diseñar un estadio el cual tiene su nombre, la luz natural debería de bañar de manera natural la totalidad del estadio. Para ello recurre a una cubierta que cubre la grada sin incurrir en la visual, con un material de policarbonato translucido (Fig. 61) el cual permite el paso de la luz al interior del estadio, de modo que consigue que la luz tenga más espacio para entrar y con este material consigue crear una cubierta ligera que parezca flotar.

Con el fin de que entre más luz al interior, las gradas y la fachada no llegan a tocar con la cubierta por lo que genera unas aperturas en las esquinas del estadio que, junto a la cubierta de policarbonato, hace que prácticamente todo el estadio permanezca el máximo de tiempo posible iluminado con luz natural (Fig. 62).

Este juego de introducir luz al interior hace que se generen en el interior un juego de sombras debido a la estructura de la cubierta, lo que se traduce en una proyección de sombras, las cuales abordan el terreno de juego haciendo que la estructura se vea incluso cuando el espectador está prestando atención al partido. Está cubierta tan ligera y que permite la entrada de luz hace que el espectador perciba la cubierta como algo flotante que tiene sobre él y que le cubra del clima exterior.

Para la entrada de luz a las equipamientos interiores que antes hemos mencionado, Damon recurre a colocar grandes ventanales tanto en el exterior como a lo largo todo el anillo por lo que la luz natural pasa dentro del estadio, y del estadio a los diferentes equipamientos interiores, consiguiendo que estemos donde estemos del estadio siempre este la luz.



Fig. 61 Cubierta de Policarbonato translucido



Fig. 62 Aberturas en las esquinas del estadio



Fig. 63 Estructura inferior de la cubierta



Fig. 64 Cubierta en la esquina del estadio



Fig. 65 Pilares donde apoyan los arcos

6. CONCLUSIONES.

Una vez ejecutado y elaborado este trabajo final de grado no nos cabe duda de que como arquitectos de ser apasionante realizar una obra de las magnitudes como a un estadio de fútbol se refiere, y poder enfrentarse a los diferentes retos que se te plantean durante el proceso. Como hemos podido ver no es algo fácil de encontrar una solución como Damon Lavelle ha encontrado para el Estadio da Luz.

Además, lo que hemos analizado y estudiado a lo largo de este trabajo no solo nos muestra lo referido a estructura, construcción, idea... si no también lo que puede producir en la sociedad un proyecto de esta envergadura, la aceptación del resultado final de un proyecto tras mucho tiempo de dedicación.

Al hablar de la parte estructural, no hay duda en decir que es una estructura innovadora y singular, la cual influye en todos los campos del proyecto ya que es raro ver estructura de este tipo en estadio de fútbol.

Pienso que la elección del tipo de estructura de la cubierta del tipo arco bowstring es más que acertada por la necesidad de llenar de luz el estadio. Haber elegido un sistema de cubierta que cerrase más al exterior el estadio, como puede ser el estadio del Allianz Arena del Bayern Múnich, el cual fachada y cubierta se funden en uno y tan solo entra la luz por la parte superior, hubiera sido un gran error ya que no se podría haber conseguida tanta luz natural como con esta opción. La idea de generar la estructura de la cubierta con arcos no le condiciona la idea de crear el campo de forma elíptica con lo que ganaría mejores visuales al estadio y le permitirá poder abrir las esquinas para la entrada de luz sin repercutir mucho al número de asiento de las gradas.

Por otra parte, la fabricación de todos los documentos gráficos necesarios para analizar profundamente el estadio y su estructura, y para la realización de la maqueta, ha ayudado a entender el porqué de todas las decisiones tomadas por Damon Lavelle, e identificar las soluciones elegidas para conseguir los objetivos que se habían planteado desde un principio.

Para concluir, puedo decir que la elaboración de un trabajo de estas características me ha enseñado a seguir una técnica de trabajo de investigación que puede serme útil para futuros proyectos.

7. BIBLIOGRAFIA.

- FIFA (2017). "Historia del fútbol - La cuna del fútbol - FIFA.com" < <http://es.fifa.com>> (22/05/2017)
- Barros, M. (2009). "Historia del fútbol en Portugal.", <<http://museuvirtualdofutebol.webs.com>> (20/05/2017)
- UEFA (2004). "Eurocopa de Portugal", <<http://es.uefa.com>> (23/05/2017)
- UEFA (2011). "UEFA Champions League 2016/17 - Historia - Benfica – UEFA.com", <<http://es.uefa.com>> (28/05/2017)
- SL Benfica (2017). "Estadio del SLB - Site Oficial do Sport Lisboa e Benfica", <<http://www.slbenfica.pt>> (15/06/2017)
- StadiumDB (2017). "Estádio Sport Lisboa e Benfica (Estádio da Luz) – StadiumDB.com" <<http://stadiumdb.com>> (16/06/2017)
- Bowstring (2017). "Sobre bowstring", <<http://bowstring-ingenieria.com>> (23/07/2017)
- Structuralia (2016). "Structuralia - Puente de La Bahía de Sídney, el gigante de acero australiano", <<https://www.structuralia.com>> (23/07/2017)
- Pedro Plasencia (2011). "Puente de la Alameda | Puentemania", <<http://www.puentemania.com>> (23/07/2017)
- HistoriaCivil (2014). "Puente de la Barqueta | Construcción Civil", <<https://historiacivil.wordpress.com>> (23/07/2017)
- Populous (2017). "Damon Lavelle | POPULOUS", <<http://populous.com>> (25/07/2017)
- StadiumGuide (2017). "Estádio Algarve - The Stadium Guide", <<http://www.stadiumguide.com>> (25/07/2017)
- StadiumDB (2017). "Principality Stadium – StadiumDB.com" <<http://stadiumdb.com>> (25/07/2017)
- Lisbon-Portugal-Guide (2017). "Guía de Lisboa, Portugal: ¡Completamente Actualizada para 2017!", <<http://lisbon-portugal-guide.com>> (28/07/2017)
- Portugal-Live (2017). "Clima en Lisboa", <http://www.portugal-live.com> (28/07/2017)
- Damon Lavelle (2011). "Arquitecto Damon Lavelle fala sobre o Estádio da Luz", <<https://www.youtube.com/>> (25/07/2017)

8. INDICE DE FIGURAS.

Fig. 10 Ilustración Ts'uh Kúh (Emaze)	05	Fig. 44 Visual estructura Estadio da Luz (El domingo a las cinco)	21
Fig. 11 Ilustración Kemari (Japan Info)	05	Fig. 45 Vista exterior de la repetición de los pilares (Cedidas por el tutor)	21
Fig. 12 Ilustración Harpastum (Flashback – A history journal)	05	Fig. 46 Render Vista exterior para percibir el juego de repetición de los pilares y la marca de los ejes de la elipse (Elaboracion propia)	21
Fig. 13 Equipo de Lisboa. Ganador de la Copa del Rey Carlos I (Museo virtual do futebol)	06	Fig. 47 Vista general de los pilares exteriores (Cedidas por el tutor)	22
Fig. 14 Académica de Coimbra. Primer equipo en Portugal (Museo virtual do futebol)	06	Fig. 48 Render Vista interior anillos de butacas (Elaboracion propia)	22
Fig. 15 Copa Monteiro da Costa en 1910 (Museo virtual do futebol)	06	Fig. 49 Zona de acceso peatonal al estadio (Portalnet)	23
Fig. 16 Selección portuguesa en 1921 (Museo virtual do futebol)	06	Fig. 50 Túnel de conexión entre centro comercial y estadio (Portalnet)	23
Fig. 17 Logo Eurocopa 2004 (UEFA)	07	Fig. 51 Circulación Antiguo Coliseo Romano (Algargos, Jimdo)	24
Fig. 9 Mapa Portugal con las sedes (UEFA)	07	Fig. 52 Circulaciones interiores del estadio (Tripadvisor.com.br)	24
Fig. 10 Mapa Portugal con las sedes (UEFA)	07	Fig. 53 Sala Health Club (Jazzy Life Club)	24
Fig. 11 Escudo club SL Benfica (SL Benfica)	08	Fig. 54 Restaurante Panorámico (NiT)	24
Fig. 12 Benfica en 1904 (labs.mil.up.pt)	08	Fig. 55 Restaurante interior (10Best)	25
Fig. 13 Equipo del Benfica el 9 de mayo de 1965 antes de un partido contra el Ajax (equipos de fútbol - blogger)	08	Fig. 56 Sala de prensa (Cedidas por el tutor)	25
Fig. 14 Estadio del Campo Grande (SL Benfica)	09	Fig. 57 Gimnasio Health Club (Jazzy Life Club)	25
Fig. 15 Estadio das Amoreiras (SL Benfica)	09	Fig. 58 Vestuario (Cedidas por el tutor)	25
Fig. 16 Estadio de SLB (SL Benfica)	09	Fig. 59 Render Planta estructura cubierta (Elaboracion propia)	26
Fig. 17 Vista interior del estadio (Una Pajarita para Nico)	10	Fig. 60 Estructura inferior de la cubierta (Sopitas)	26
Fig. 18 Vista exterior del estadio (The Stadium Guide)	10	Fig. 61 Cubierta de Policarbonato translucido (Sopitas)	27
Fig. 19 Ejemplo puente Bowstring (Bowstring-ingenieria)	11	Fig. 62 Aberturas en las esquinas del estadio (Cedidas por el tutor)	27
Fig. 20 Puente de la Bahía de Sídney (Structuralia)	11	Fig. 63 Estructura inferior de la cubierta (Cedidas por el tutor)	28
Fig. 21 Vista superior Puente de la Bahía de Sídney (Structuralia)	12	Fig. 64 Cubierta en la esquina del estadio (Cedidas por el tutor)	28
Fig. 22 Vista inferior Puente de la Bahía de Sídney (Structuralia)	12	Fig. 65 Pilares donde apoyan los arcos (Cedidas por el tutor)	28
Fig. 23 Puente de la Alameda (Puentemania)	12		
Fig. 24 Puente de la Barqueta (HistoriaCivil)	13		
Fig. 25 Vista Puente de la Barqueta (HistoriaCivil)	13		
Fig. 26 Vista inferior Puente de la Barqueta (HistoriaCivil)	13		
Fig. 27 Damon Lavelle (Populous)	14		
Fig. 28 Damon Lavelle hablando sobre el Estadio da Luz (Youtube)	14		
Fig. 29 Estadio de Algarve (Stadiumdb)	15		
Fig. 30 Vista interior Estadio Algarve (Stadiumdb)	15		
Fig. 31 Principality Stadium (Stadiumdb)	16		
Fig. 32 Vista techo retráctil Principality Stadium (Stadiumdb)	16		
Fig. 33 La Praça do Comércio (Lisbon-portugal-guide)	17		
Fig. 34 Imagen del distrito de Belem (Lisbon-portugal-guide)	17		
Fig. 35 Tabla de clima de Lisboa (Lisbon-portugal-guide)	17		
Fig. 36 Vista exterior del Estadio da Luz (El domingo a las cinco)	18		
Fig. 37 Vista interior de la cubierta (El domingo a las cinco)	18		
Fig. 38 Render Volumétrico del estadio (Elaboración propia)	19		
Fig. 318 Render Vista interior desde el cuarto anillo de butacas (Elaboración propia)	19		
Fig. 40 Modelo de impresora 3D BQ Witbox (Imprimalia3D)	20		
Fig. 41 Ejemplos de impresión 3d (Imprimalia3D)	20		
Fig. 42 Vista de la maqueta 1 (Elaboración propia)	20		
Fig. 43 Vista de la maqueta 2 (Elaboración propia)	20		

TRABAJO FINAL DE GRADO:
**ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA
DEL ESTADIO DA LUZ DE LISBOA**



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA