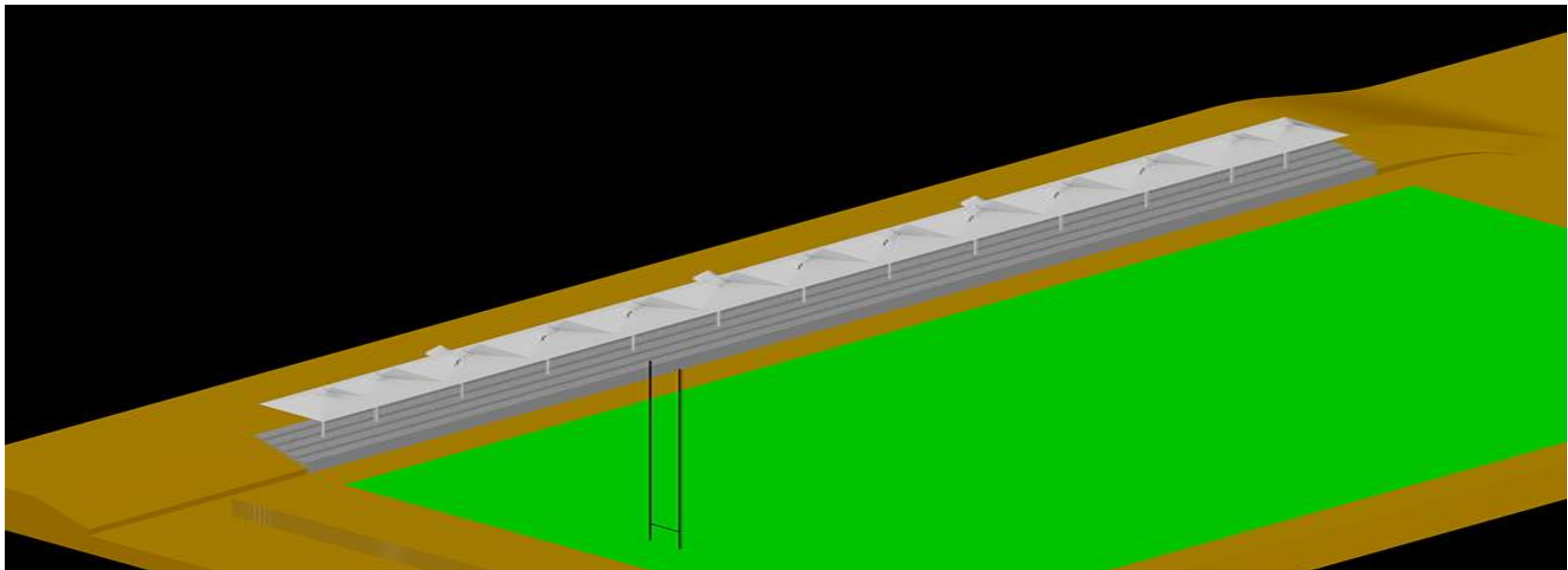




Remodelación del campo de rugby en Acea da Ma (Culleredo)
Remodeling the rugby field in Acea da Ma (Culleredo)





Índice

1._MEMORIA

1. PLANOS DE SITUACIÓN

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Análisis del problema
- 1.3. Situación actual
- 1.4. Estudio de necesidades
- 1.5. Condicionantes del diseño
- 1.6. Estudio de alternativa

2._PLANOS

1. PLANOS DE SITUACIÓN

- 1.1. SITUACION GEOGRAFICA DE LA OBRA
- 1.2. SITUACION ACTUAL
- 1.3. SITUACION DE LA OBRA
- 1.4. SITUACION ACTUAL 1:500
- 1.5. SITUACION DE LA OBRA 1:500

2. CUBIERTA

- 2.1. PERFIL GLOBAL DE LA ACTUACIÓN

2.2. ALZADO GLOBAL DE LA ACTUACIÓN

2.3. PLANTA GLOBAL DE LA ACTUACIÓN

2.4. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE DETALLES

2.5. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA MODULO A

2.6. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA MODULO B

2.7. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA VIGA APOYO

2.8. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA POSICION VIGA APOYO

2.9. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA GRADA GENERAL

2.10. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA GRADA DE PILAR

2.10. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA GRADA DE FINALIZACION

2.11. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA MURO APOYO

2.12. DEFINICIÓN ARMADO GRADA GENERAL

2.13. DEFINICIÓN ARMADO GRADA DE PILAR

2.14. DEFINICIÓN ARMADO GRADA DE FINALIZACION

2.15. DEFINICIÓN ARMADO MURO APOYO

2.16. VIGA TRANSVERSAL GEOMETRIA Y DETALLES

2.17. PILAR Y ANCLAJE GEOMETRIA Y ARMADURA

2.18. CABLES GEOMETRIA Y DETALLE



3. MARQUESINA

3.1. GEOMETRIA

3.2. DOTACION

3.1. GEOMETRIA PILAR Y ANCLAJES

4. PARQUIN

4.1. DEFINICION GENERAL

4.2. DETALLES

4.3. GEOMETRIA

6. INSTALACIONES

6.1. INSTALACIONES

3._PRESUPUESTO

1. UNIDADES

2. MEDICIONES

3. PRESUPUESTO

4. RESUMEN

Memoria

Índice

1. Antecedentes	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objeto del proyecto	1
1.3. Encargo de la redacción del proyecto	1
2. Análisis del problema	1
2.1. Condiciones de diseño	1
2.2. Estudio de la problemática existente.....	2
2.3. Demanda actual	2

2.4. Demanda actual.....	3
2.5. Demanda futura.....	4
3. Situación actual	5
3.1. Situación geografica.....	5
3.2. Accesos	5
4. Estudio de necesidades	5
4.1. Aforo	6
4.2. Introducción.....	6
5. Condicionantes del diseño	7
5.1. Condicionantes geométricos	7
6. Estudio de alternativas	14
6.1. Introducción.....	14
6.2. Criterios de diseño.....	15
6.3. Propuesta de alternativas.....	16



1. Antecedentes

1.1. Introducción

Para la obtención del título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad de A Coruña es requisito indispensable la redacción de un Proyecto Fin de Carrera. La finalidad de este proyecto es la de completar dichas condiciones.

En este caso el proyecto propuesto ha sido la *renovación y adecuación del campo de rugby de Acea da Ma, en el Ayuntamiento de Culleredo*, con la construcción de una grada y su correspondiente cubierta, urbanización del entorno y la renovación del terreno de juego.

En los distintos documentos que reúne este proyecto se definirá, justificarán, condicionarán y valorarán todos los aspectos relacionados con la construcción de los equipamientos descritos.

Se ha supuesto que el encargo de realización de este proyecto ha sido realizado por la Xunta de Galicia, mediante los órganos competentes.

1.2. Objeto del proyecto

Este proyecto pretende aproximarse lo más posible a lo que sería un proyecto de construcción en la vida real, pero teniendo siempre presente el hecho de que se trata de un proyecto de carácter académico.

Asimismo, el carácter académico de este proyecto permite que algunos de los datos, especialmente los referidos a geología, geotecnia y topografía, no sean totalmente rigurosos. Aun así, estos datos pretenden ser coherentes con la información recabada de proyectos reales en la zona y con las observaciones de campo.

Dado el carácter académico de este proyecto se debe suponer un motivo que en el ámbito profesional justificase su redacción. En este caso, dado que se trata de un campo de fútbol municipal, se ha supuesto que la redacción del proyecto ha sido encargada por la Xunta de Galicia, organismo que licitaría y promovería la obra.

La actuación que se va a llevar a cabo se justifica en la necesidad de remodelar las actuales instalaciones debido a la circunstancia de que, por encontrarse descubiertas, durante gran parte del año, por cuestiones climáticas o falta de luz, restringen en gran medida el uso de las instalaciones.

Debido a esto no se puede aprovechar todo el potencial que tienen dichas instalaciones, pudiéndose orientar para la organización de eventos de ocio o deportivos de mayor envergadura.

El objetivo es dejar el campo en buenas condiciones para su uso, no solo por parte de los clubs usuarios de las instalaciones, sino también por los vecinos que deseen utilizarlas.

1.3. Encargo de la redacción del proyecto

Dado el carácter académico del Proyecto Fin de Carrera es necesario suponer un motivo que justifique su redacción dentro del ámbito profesional.

En este caso se ha supuesto que la redacción del proyecto ha sido encargada por la Xunta de Galicia, que promovería la obra y se haría cargo de la cesión de los terrenos. Todos los costes que se produzcan, tanto de proyecto como de construcción, correrán a cargo del ayuntamiento, y garantizará la dotación de los servicios necesarios para su realización completa.

2. Análisis del problema

El objeto del presente anexo es realizar un estudio de necesidades, con la caracterización de aquellos objetivos fundamentales a la hora de ejecutar una reforma de un estadio de estas características, de acuerdo a la demanda existente en el emplazamiento, para garantizar en todo caso el correcto dimensionado de sus instalaciones. Por ello, en adelante se procederá a establecer las principales condiciones a tener en cuenta a la hora de construir y explotar unas.

A continuación, se realizará un análisis y estudio de necesidades, en la que se expondrán las necesidades a satisfacer, los factores sociales, técnicos, económicos, medioambientales y administrativos considerados para atender el objetivo fijado, evaluando la situación actual de los diferentes elementos que componen las instalaciones deportivas de Acea da Ma, analizando la evolución de los volúmenes de uso y las características de funcionamiento actuales, estudiando la problemática actual y evaluando los principales alicientes para el fomento de la práctica de deporte dentro del área metropolitana de Coruña. Finalmente, se calcularán las necesidades de la realización del presente proyecto.

2.1. Condiciones de diseño

La demanda de futuras instalaciones tiene que basarse en las actividades deportivas de la población, tanto actuales como futuras. Primero hay que comparar la demanda deportiva y la capacidad de las instalaciones disponibles. Debido al déficit en instalaciones, o la precariedad en la calidad de las mismas, una solución es la ampliación de la capacidad de las instalaciones existentes.

El análisis de la demanda debe tener en cuenta factores conocidos de influencia, así como cualquier cambio en ellos en un período de tiempo que pueda ser predecible con una razonable certeza. Tales cambios de factores de influencia pueden darse significativamente como resultado de:

- Cantidad de ocio disponible (disminución de las jornadas laborales).
- Mayor nivel cultural.
- Cambios en la movilidad de la población (mayor uso del automóvil).
- Cambios en el número de participantes de un deporte concreto.
- Interés por actividades alternativas o deportes de competición y otras formas de ocio.
- Cambios en la participación de espectadores y sus demandas de confort de instalaciones.

Las actividades deportivas de la población son generalmente producto de las preferencias demostradas y la intensidad del interés. Para los deportistas individuales son esencialmente resultado de:

- El número de personas que practican ese deporte (o que quieren practicarlo pero no lo hacen debido a la falta de instalaciones accesibles).



- La intensidad de la práctica deportiva, la cual se basa en un diferente número de horas de práctica y competición por semana, dependiendo de la edad y del rendimiento.

La capacidad de las instalaciones deportivas según el deporte y el tipo de instalación dependerá de los factores siguientes:

- Número de atletas que pueden entrenar o competir simultáneamente por su rendimiento de espacio disponible.

- Número de horas por semana durante las cuales la instalación puede ser usada (el clima y los tiempos de mantenimiento reducen el tiempo máximo disponible para su uso).

La comparación entre la demanda de instalaciones deportivas y la capacidad de las instalaciones existentes dará como resultado la demanda total, en la cual los déficits se evidencian cuando la capacidad de las instalaciones no es suficiente para alcanzar las necesidades de la población en cuanto a la realización de actividades deportivas.

Además de áreas para la práctica deportiva, también se requieren áreas para:

- Servicios auxiliares deportivos
- Espectadores, visitantes e invitados
- Instalaciones auxiliares para espectadores, sobre todo discapacitados
- Acceso interno
- Equipamiento para el cuidado y mantenimiento
- Espacios de aparcamiento para vehículos de motor (autobuses y coches) para todos los grupos de usuarios

El área para los requisitos de las instalaciones deportivas (área bruta) puede variar el tamaño en comparación con el área neta. Incluso en los campos deportivos sin instalaciones para espectadores puede necesitarse un 100% de área adicional.

Los requerimientos de espacio para grandes instalaciones no pueden ser estimados en términos generales, particularmente el aforo (y por tanto el ámbito de las instalaciones para los espectadores).

2.2. Estudio de la problemática existente

Las instalaciones deportivas existentes actualmente en el complejo deportivo de Acea da Ma presenta unas condiciones insuficientes para acoger competiciones de carácter nacional, presentando unas características muy deplorables que hacen que en ocasiones las instalaciones sean inoperables.

Las características principales de esta instalación son las siguientes:

- Localización: Avda. Rutis, s/n - 15670 Culleredo (A CORUÑA).

- Propietario: Cedida al club
- Superficie: Hierba natural
- Superficie total aproximada: 19800 m² aprox.
- Dimensiones terreno de juego: 120*50 m. aprox.
- Capacidad: 150 espectadores
- Equipos que lo usan: Linces, Jabatos, Prebenjamines, Benjamines, Alevines, Infantiles, Sub-18, Sub20, Senior masculina/femenino tanto nacional como autonómico, veteranos.
- Instalaciones:
 - 4 vestuarios jugadores.
 - 1 vestuarios árbitros.
 - 1 almacenes material deportivo.
 - 1 grada 50*4 m. aprox.

Las carencias encontradas en estas instalaciones se centran en diversos aspectos:

- El terreno de juego carece de un buen sistema de drenaje, por lo que se deteriora y encharca con gran facilidad.
- El aparcamiento es insuficiente
- Las gradas son escasas y de difícil acceso, formadas con planchas de fibrocemento sin asientos.
- El acceso inmediato al campo es deficiente y se encuentra en un estado muy deteriorado, dificultando el acceso de la asistencia médica mecanizada.
- El campo carece de material auxiliar básico, como puede ser banquillos o vallas de protección.

2.3. Demanda actual

Según cifras de del ministerio de educación cultura y deporte, el rugby se consolida como el deporte con mayor crecimiento en la última década, consolidándose como una firme opción a deportes mayoritarios, como es el futbol. Una muestra de esto es que solo en la ciudad de Coruña existen más de doscientas fichas de categorías menores de sub-16, demostrando una fuerte tendencia al alza en el número de personas vinculadas a este deporte en un futuro inmediato.

Según la norma NIDE, la necesidad de espacios útiles al deporte o superficie (todos aquellos compuestos por una planta definida por las superficies estrictas de competición de cada especialidad



deportiva, con sus bandas exteriores de seguridad y por las alturas libres correspondientes) se calcula como el máximo de tres superficies:

- superficie escolar, como la superficie necesaria para desarrollar actividades lúdicas con menores en edad de escolarización. Su relación es

$$SE = C \times U/5 (H_p/h_u \times Z_a + H'p/h'u \times Z_b) \geq 100 \text{ CU}$$

Siendo:

- SE, la superficie necesaria para la "Zona de ejercicios"
- C, el Coeficiente multiplicador según tipo climático (0,8 clima continental, 0,9 clima atlántico, 1 clima mediterráneo y subtropical)
- U, el número de unidades escolares.
- H_p, H'p, el número de horas semanales dedicadas a la actividad física de cada unidad escolar.
- h_u, h'u, el número de horas diarias que se puede utilizar cada instalación para escolares.
- Z_a, Z_b la superficie mínima de cada "Zona de ejercicios" (1.800 m² – 2.500m²)

Con número de unidades escolares 9 (cinco escuelas infantiles y cuatro institutos de educación secundaria presentes en el municipio), clima atlántico, número de horas diarias que se puede utilizar cada instalación para escolares h_u, h'u de ocho horas (horario laboral) y número de horas dedicadas a la actividad física de cada unidad escolar de 2 horas, queda una superficie escolar de 2408 m²

- Superficie de población, dirigidas a la práctica del deporte recreativo para todos. Se calcularán basándose en el coeficiente idóneo por la población "Área de Influencia" expresada en nº de habitantes y se obtendrán los Espacios útiles al deporte para todos en Campos Grandes y de Atletismo en metros cuadrados totales. en este caso los coeficientes que modifican dependen del número de habitantes del área de influencia y del clima. Considerando los condicionantes anteriores (normativa y demografía), y siguiendo las indicaciones de la NIDE, y tomando como población horizonte 30.000 habitantes en el municipio y un clima atlántico, el resultado que arrojan las tablas indica que se necesitan 0,084 m² por habitante, lo que supone un total de 2.520 m² de espacios útiles al deporte. La altura libre mínima en el área de juego será de 7 metros.

Superficie de competición alude a las necesidades del deporte federativo de competición. Estas son de una singularidad tal que resulta imposible traducirlas en un estándar urbanístico de metros cuadrados por habitante. En cada especialidad deportiva (o grupo de especialidades afines), estas necesidades están en relación con el número de deportistas federados (fichas), el número de equipos (si existen) el número de clubes, el número de horas

diarias que se puede utilizar cada instalación (h_u), el número de horas semanales de entrenamiento y/o competición (H_p) y la(s) clase(s) de Campo(s) Grande(s) y Atletismo consideradas reglamentarias para la competición o el entrenamiento del deporte citado. . Al tener que alcanzar las dimensiones reglamentarias, en algunos casos habrá de superarse el tamaño de Campo Grande y Pista de Atletismo, que nos ha venido dado por el Cálculo de las Necesidades escolares y demográficas. Como consecuencia de todo lo anterior saldrán calculados los Espacios útiles al deporte de competición en Campos Grandes (SC).La superficie de competición actual es de 6000 m², muy superior a las otras, por lo que la superficie de diseño será la marcada en las normas reglamentarias de las normas NIDE para campos grandes de rugby.

2.4. Demanda actual

La población de Culleredo ha crecido de un modo paulatino y continuado en las últimas décadas, ganando peso demográfico dentro de la comarca y de la provincia. Esto es debido a los fenómenos de expansión de la ciudad de A Coruña hacia su área inmediata en detrimento de las zonas más alejadas que pierden población. Según los datos, en 1991 (exceptuando el dato de A Coruña) Culleredo concentraba el 28,4% de la población del área metropolitana sobre el 17,9% de la superficie, superando su densidad la media de los cuatro municipios (Oleiros, Arteixo, Cambre y Culleredo). Esta trayectoria de concentración de población es común en el conjunto del área metropolitana. En el caso concreto de Culleredo, alcanzó en 2014 una densidad de 781,79 hab./km², incrementándose su peso en el área metropolitana hasta el 29% de la población de los cuatro municipios. Desde 1970, Culleredo crece demográficamente de un modo continuado, crecimiento que se ha mantenido en los últimos años. En conclusión, el municipio de Culleredo es uno de los principales receptores de la población que ha llegado al área metropolitana de A Coruña, así como de aquellos habitantes que abandonaron la ciudad central y se trasladaron a estos municipios.

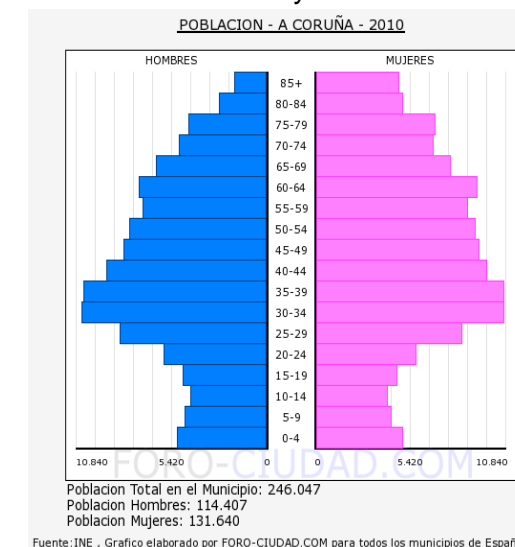


Tabla 1 Población de Coruña



Es cierto que la pirámide de población del ayuntamiento fue madurando en los últimos años, de forma que el grupo de menores de 15 años se ha reducido en favor de los grupos de edades intermedias y también del grupo de mayores de 65 años. No obstante, este envejecimiento de la pirámide no ha llevado a una estructura tan envejecida como la pirámide provincial o gallega. La población de Culleredo sigue manteniendo una estructura más joven que la población de la provincia y la gallega.

Población de CULLEREDO por sexo y edad 2010 (grupos quinquenales)			
EDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
0-4	897	784	1.681
5-9	756	714	1.470
10-14	635	629	1.264
15-19	651	622	1.273
20-24	693	700	1.393
25-29	882	919	1.801
30-34	1.220	1.402	2.622
35-39	1.558	1.582	3.140
40-44	1.391	1.508	2.899
45-49	1.226	1.111	2.337
50-54	929	1.001	1.930
55-59	731	763	1.494
60-64	715	770	1.485
65-69	587	576	1.163
70-74	424	489	913
75-79	386	520	906
80-84	210	314	524
85-	118	324	442
TOTAL	14.009	14.728	28.737

Tabla 2 Población Culleredo por sexo y edad

Según el IGE, en 2010, la participación relativa de los menores de 15 años en el conjunto de la población de Culleredo era del 15%, mientras que en Galicia este porcentaje era de un 11%.

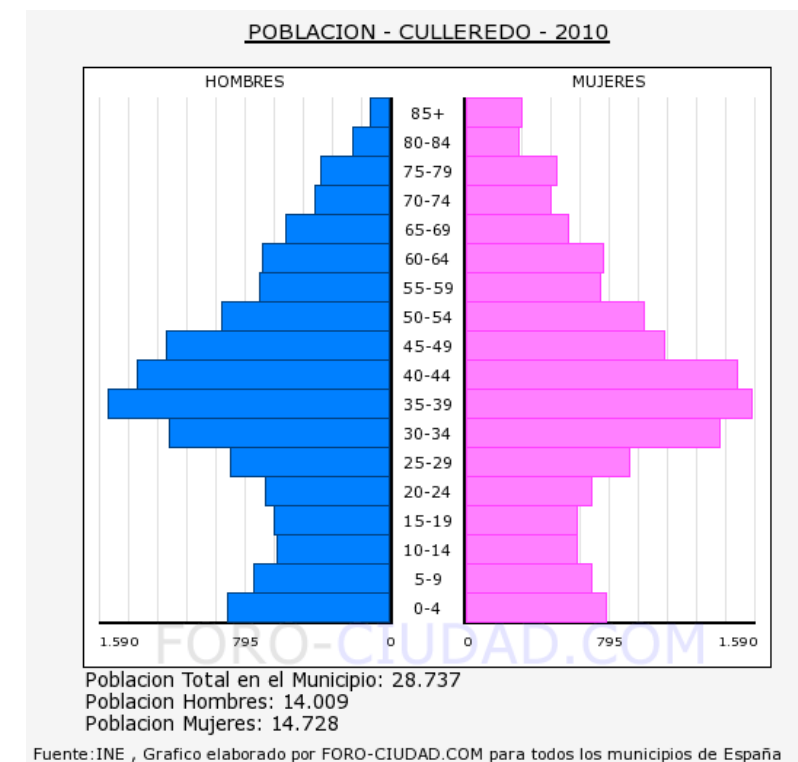


Tabla 3 Población Culleredo

Por el contrario, los mayores de 65 años suponían el 16% de la población total de Culleredo, mientras que esta proporción era del 21% en la provincia y del 22% para el conjunto gallego.

2.5. Demanda futura

Tal y como ya hemos comentado, la población de Culleredo ha crecido de un modo paulatino y continuado en las últimas décadas, ganando peso demográfico dentro de la comarca y de la provincia. En el área de influencia también se ha registrado un incremento notable. Debido a este incremento de población que se ha producido en los últimos años, no es demasiado arriesgado asumir que esta tendencia va continuar en los años próximos.

Además, debido a la reciente profesionalización del rugby, y al esfuerzo de difusión que se ha venido produciendo en los últimos años, se puede asumir sin mucho error un considerable aumento en la demanda de instalaciones para la práctica de este a un nivel superior.



3. Situación actual

3.1. Situación geográfica

El Complejo Deportivo de Acea da Ma está situado al norte del ayuntamiento de Culleredo, inmerso en el área metropolitana de A Coruña. Se encuentra entre las parroquias de Rutis, O Burgo y Almeiras, las más pobladas del ayuntamiento. El ayuntamiento cuenta con una población de más de 28.000 habitantes. El complejo cuenta además con accesos cercanos de importancia tales como la N-550, N-VI y autopista A-9 con acceso en O Burgo

El Complejo Deportivo se sitúa inmerso en una zona eminentemente urbana y por tanto con numerosos servicios. Se trata de un recinto cerrado delimitado por las calles Condes de Andrade, Vicente Risco y la avenida de Rutis, además de limitar con el C.E.I.P. Sofía Casanova y con el I.E.S. Cruceiro Baleares.



Ilustración 1 Localización ámbito nacional

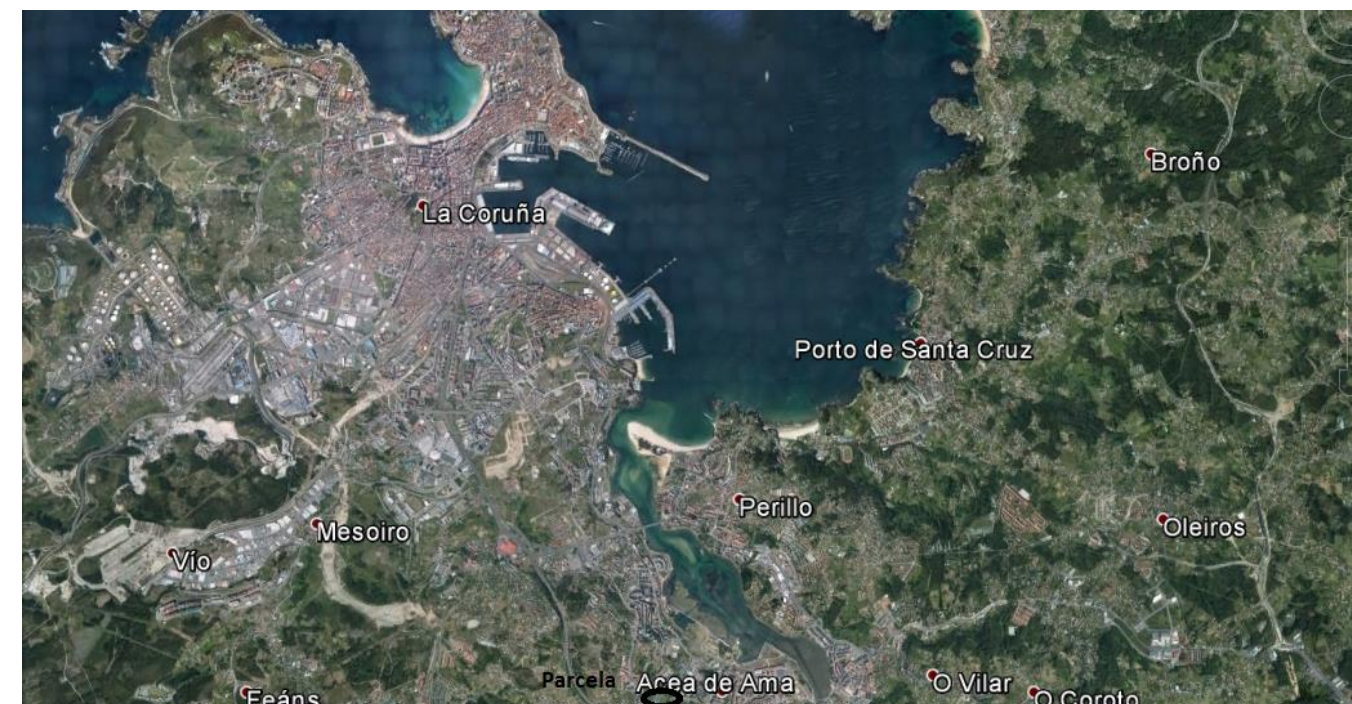


Ilustración 2 Situación de la Parcela

3.2. Accesos

Los accesos peatonales con los que cuenta el recinto que se analiza se realizan por la calle Vicente Risco, por la calle Condes de Andrade y por la avenida de Rutis. El acceso para vehículos sólo es posible a través de la entrada situada en la Avenida de Rutis, desde la que se accede al aparcamiento del recinto.

4. Estudio de necesidades

El objeto de este proyecto es la construcción de un nuevo campo de fútbol en Culleredo paliando, de esta forma, las carencias y deficiencias de las actuales instalaciones. Para cumplir este objetivo es imprescindible la identificación del conjunto de necesidades que debe de cumplir el campo de rugby y sus alrededores. Las necesidades a cubrir son las siguientes: □

- UTILIDAD. La utilidad es el aspecto principal en el diseño de la instalación. Ésta debe estar concebida de forma que sus usuarios puedan utilizarla para sus necesidades de forma satisfactoria.
- FUNCIONALIDAD. También ha de ser funcional y polivalente, de forma que pueda ser empleada por el mayor número posible de usuarios de forma simultánea, especialmente cuando éstos se dediquen a la práctica de actividades diversas.



- ESTÉTICA. La funcionalidad debe estar íntimamente ligada a la estética, no debemos concebirlas por separado. La nueva instalación debe agradar visualmente a los usuarios y ser un icono estético del equipamiento social de estas parroquias.
- IMPACTO AMBIENTAL. Todas las decisiones sobre las distintas alternativas tienen que tener muy presente el Impacto Ambiental. El proyecto debe reducir al máximo los efectos negativos sobre el entorno y potenciar los positivos, si queremos cierta integración ambiental y la aceptación social.
- SEGURIDAD. Las instalaciones deben de ser seguras en todos los sentidos. Las instalaciones deben de contar con las salidas de emergencia debidamente señalizadas que contemple la normativa vigente, así como de un correcto estudio de evacuación hacia las mismas.
- TERRENO DE JUEGO. El terreno de juego debe cumplir los requisitos óptimos para la práctica deportiva, tanto en dimensiones como en condiciones de la superficie del mismo. Las dimensiones y características quedan fijadas por las normas NIDE. También es importante la orientación del mismo para evitar el deslumbramiento de los deportistas.
- GRADA. El graderío debe contar con la capacidad suficiente para albergar a los espectadores para los que haya sido diseñado. Estos espectadores han de gozar de las condiciones de comodidad y visibilidad adecuadas. En cuanto al número de localidades que se deberán disponer, se deben tener en cuenta los estudios anteriores sobre la demanda y la oferta. Otro factor a tener en cuenta es la colocación con respecto al terreno de juego para evitar el deslumbramiento de los espectadores.
- INSTALACIONES AUXILIARES. El uso por parte de deportistas y usuarios provoca que haya que disponer de distintas instalaciones para satisfacer las necesidades de los distintos colectivos: vestíbulos, bar,... Otras actividades que requieren de espacios de uso específico son las administrativas (control de acceso, locales de clubes,...) y de mantenimiento (almacenes, sala de máquinas,...). La sala de máquinas o cuarto de instalaciones debe de diseñarse teniendo en cuenta la ubicación, instalación eléctrica, tipo de combustible para el agua caliente, almacenaje del combustible, ventilación, calderas,... También se debe destinar un espacio a botiquín y enfermería, que debe estar correctamente comunicado con el terreno de juego y con el exterior, para facilitar el traslado de los accidentados.
- EXTERIOR. Esta parcela debe ser dotada del correspondiente mobiliario urbano y de las áreas de ajardinamiento adecuado. Los flujos de vehículos deben estar distribuidos de forma que no generen problemas de tráfico. El número de plazas será el adecuado para el aforo de la instalación y para el porcentaje de espectadores que van a acceder con sus vehículos, además se tendrán en cuenta la provisión de zonas para minusválidos y para el aparcamiento de autobuses.
- BARRERAS ARQUITECTÓNICAS. Del mismo modo, las instalaciones deberán de presentar una total accesibilidad y funcionalidad para las personas con minusvalías.
- ILUMINACIÓN NATURAL. La iluminación de las dependencias interiores del graderío tiene que poder aprovechar la iluminación natural al máximo para disminuir el consumo energético de la instalación.
- ILUMINACIÓN ARTIFICIAL. Las instalaciones deben ser funcionales en condiciones de baja luminosidad o nocturnidad, tanto en sus dependencias auxiliares como en el propio terreno de juego.

- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. En cuanto a la protección contra incendios los aspectos fundamentales a considerar son: Iluminación de emergencia, equipos de extinción, alarmas, rociadores/extintores.
- ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMUNICACIONES. Éstos son puntos que se deben estudiar en lo relativo a las instalaciones de energía eléctrica y de comunicaciones:
 - o Carga
 - o Distribución
 - o Integración
 - o Cuadro de distribución eléctrica
- FONTANERÍA Y SANEAMIENTO. Por último, las instalaciones de distribución de agua y saneamiento también tienen algunas características singulares que requieren un estudio riguroso:
 - o Zonificación
 - o Mantenimiento
 - o Protección contra la corrosión

4.1. Aforo

4.2. Introducción

Para el dimensionamiento correcto del campo es imprescindible conocer en primer lugar el aforo, pues de él dependerán las dimensiones de la grada y del aparcamiento, así como algunas instalaciones auxiliares. La capacidad debe ser razonable, ni estar infrautilizado ni utilizado en exceso, sobre todo en los primeros años de puesta en servicio. El aforo debe corresponderse con las necesidades reales por lo que dependerá directamente de:

- Tamaño de las poblaciones a las que va a dar servicio.
- Interés del público por el espectáculo deportivo.
- Nivel de los equipos locales.
- Clima.
- Comodidad y confort de los espectadores.

a) Área de influencia

En apartados anteriores se ha hecho un análisis pormenorizado de la demografía pasada, actual y futura del Concello de Culleredo. Aun así, el interés por estas instalaciones trasciende más allá de los límites del ayuntamiento, y afecta a un área de influencia que va hasta los límites autonómicos, ya que se trata de único estadio de uso exclusivo para rugby en la comunidad, y es ampliamente usado por equipos tanto locales como seleccionados autonómicos de todas las categorías para entrenar y realizar competiciones, tanto de nivel autonómico, como nacional y recientemente internacional.



b) Interés público por el rugby a nivel local

Dentro de la ciudad de Coruña encontramos dos grandes clubs de rugby que aglutinan la actividad de este deporte a nivel local. Además la federación gallega de rugby tiene su sede en la ciudad de Coruña y todos los exámenes de acceso a árbitros, entrenamientos y concentraciones de las distintas selecciones autonómicas se realiza en en estas instalaciones.

En cuanto a afición, a los partidos que aquí se celebran suelen asistir unas 500 personas aunque en estos partidos especiales pueden triplicar esta cifra, por lo que los espectadores se ven obligados a agolparse por las bandas y espacios libres del actual campo. Estas cifras varían dependiendo de la categoría, ya que con los partidos del CRAT femenino, de primer nivel nacional, y el recién ascendido CRAT masculino a segunda nacional, estas cifras se cumplen holgadamente, poniendo de manifiesto las carencias de las instalaciones no ya para albergar eventos de carácter nacional, sino internacional, limitando enormemente el desarrollo de este deporte.

De los puntos anteriores se llega a la conclusión que serían necesarias unas 800 plazas sentadas ubicadas en 7 o 8 filas en una sola grada, dependiendo de las configuraciones. No es necesario plantear la posibilidad de dos graderíos ya que el aforo sería desproporcionado y económicamente inviable. Es importante que el número de plazas no sea muy superior al necesario, si bien es cierto que se deben de prever todos los acontecimientos deportivos de interés que pueden disputarse en esta instalación, así como el futuro crecimiento poblacional, un sobredimensionamiento provocará la sensación de vacío y desaprovechamiento del graderío, y la consiguiente pérdida económica.

Además, en caso de necesidad podría proyectarse la futura ampliación con una grada colocada en alguno de los restantes frentes del campo con lo que se puede aumentar significativamente el aforo.

Mínimo	115	66
--------	-----	----

b) BANDAS EXTERIORES

Alrededor del campo de juego habrá un espacio libre de obstáculos, al exterior de las líneas laterales y de balón muerto denominado "área perimetral" cuya anchura será de 5 m cuando sea posible y como mínimo de 3,50 m, siempre con la misma superficie deportiva que el área de juego.

El área de juego más el área perimetral se denomina "recinto de juego" Las dimensiones totales del recinto de juego estarán, por tanto, entre los límites siguientes:

RECINTO DE JUEGO	DIMENSIONES	
	Longitud (m)	Anchura (m)
Máximo e idóneo	154	80
Mínimo	122	73

c) TRAZADO DEL CAMPO

Todas las líneas tendrán una anchura de 10 cm y serán de color preferentemente blanco de forma que se distingan claramente del color de la superficie de juego. Todas las líneas continuas son exteriores a las áreas que delimitan, excepto las líneas de marca que pertenecen a las zonas de marca.

Del trazado completo se especifican los siguientes detalles:

3a) Líneas continuas:

- Líneas de balón muerto y líneas de lateral de marca, ambas se consideran fuera de las áreas de zona de marca.

- Líneas de marca, pertenecen a las áreas de zonas de marca pero fuera del campo de juego.

- Línea de centro o mitad de terreno, es paralela a las líneas de marca.

- Líneas de lateral, se consideran fuera del campo de juego.

5. Condicionantes del diseño

5.1. Condicionantes geométricos

a) Tamaño del terreno de juego

Las normas NIDE establecen que el terreno de juego debe ser un rectángulo entre los siguientes límites:

ÁREA DE JUEGO	DIMENSIONES	
	Longitud (m)	Anchura (m)
Máximo e idóneo	144	70



3b) Líneas discontinuas:

- Líneas de 10 metros, van de una línea lateral a la otra, a 10 m de cada lado de la línea de centro y paralelas a la misma.

- Líneas de 5 metros, van de una línea cortada de 5 metros a la otra, paralelas a las líneas de lateral.

- Líneas de 15 metros, enlazan las líneas discontinuas de 5 metros y están a 15 metros y paralelas a las líneas de lateral.

3c) Líneas cortadas:

- Seis líneas cortadas, cada una de 1 m de largo, a 5 m de cada línea de marca, a 5 m y 15 m de cada línea lateral y una frente a cada poste de ensayo.

- Dos líneas cortadas, cada una de 1 m de largo, a 15 m de cada línea lateral que en una línea cortada de 5 m empieza y en la otra termina.

- Una línea corta de medio metro de largo marcando el centro de la línea de mitad del terreno.

d) ALTURA LIBRE DE OBSTÁCULOS

Será de 15 m como mínimo sobre el campo y las bandas exteriores.

Para cumplirlo limitamos el vuelo de la cubierta hasta el límite de la línea de banda.

e) ORIENTACIÓN

El eje longitudinal del campo será N-S admitiéndose una variación comprendida entre N-NE y N-NO.

La orientación cumple, aunque no se podría modificar aunque se quisiese debido a la falta de espacio.

f) ILUMINACIÓN

La iluminación artificial será uniforme y de manera que no dificulte la visión de los jugadores, del equipo arbitral ni de los espectadores. Cumplirá la norma UNE-EN 12193 "Iluminación de instalaciones deportivas" y contará con los siguientes niveles mínimos de iluminación:

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (exterior)		
NIVEL DE COMPETICIÓN	Iluminancia horizontal	
	E med (lux)	Uniformidad E min/ Emed
Competiciones internacionales y nacionales	500	0,7
Competiciones regionales y locales, entrenamiento alto nivel	200	0,6
Entrenamiento, deporte escolar y recreativo	75	0,5

Los báculos o las torres de iluminación no se colocarán en ningún caso en las bandas exteriores, las cuales estarán libres de obstáculos.

La distribución de los báculos o de las torres de iluminación será en dos líneas paralelas a las líneas laterales, disponiendo tres o cuatro en cada banda.

La altura de montaje de las luminarias en los báculos o torres de iluminación será de 18 m como mínimo para que no haya deslumbramiento, en cualquier caso el ángulo formado por la línea que va desde la línea de montaje de las luminarias a la línea central del campo será como mínimo de 25°.

Cuando existan graderíos, los báculos o torres se instalarán tras ellos, si el graderío lo permite por su aforo limitado. Cuando las cubiertas de graderíos tengan altura suficiente las luminarias se pueden colocar sobre ellas en disposición lateral a las líneas de banda.

g) EQUIPAMIENTO

Dentro del equipamiento necesario, la parte más importante es la ubicación de los banquillos, que según la norma NIDE:

Se situarán paralelos a la línea de banda y a una distancia mínima de dicha banda de 1 m. Así mismo se colocarán a una distancia mínima de 5 m de la línea de medio campo. Se preverán dimensiones de banco para 10 personas sentadas. Es recomendable que dispongan de respaldo. Los bancos deben



estar al nivel de la superficie de juego y no por debajo de ella. Los bancos deben estar protegidos de las inclemencias meteorológicas o de objetos lanzados por los espectadores, si los hubiera, esta protección puede ser de material transparente siempre que cumpla eficazmente su función. Se situarán de forma que no sean accesibles a los espectadores. Puesto que cada asiento ocupa 50cm de ancho y el banquillo debe disponer al menos de 10 plazas, éste tendrá una longitud de 5m. Además el banquillo tendrá una profundidad de 1m y puesto que debemos dejar una distancia mínima de 1m desde el banquillo hasta la banda tendremos que disponer de 2m en la banda en la que se coloquen los bancos de jugadores. Esto hace, tal y como explicamos en el apartado anterior, que las dimensiones totales (incluyendo el campo de juego, la banda y el perímetro) sean 107 m de largo y 66m de ancho.

h) LA GRADA

El prediseño del graderío es un paso fundamental para el diseño global de la estructura. Una vez conocido el aforo, serán la orientación, la visibilidad, la funcionalidad, el acceso de minusválidos, etc. los factores que van a condicionar la distribución y dimensiones de la grada. El diseño de la grada será el punto de partida del estudio de la cubierta y de las instalaciones adicionales bajo el graderío.

Los factores que se estudian a continuación son los que posibilitan una mejor utilización de la instalación, induciendo a la comodidad y confort por parte de los espectadores, que son, en este caso, los usuarios que se deben de tener en cuenta para un correcto diseño:

- **Orientación:** La orientación de la grada es importante para el confort tanto térmico como visual de los espectadores. En nuestro caso, solo vamos a contemplar la posibilidad de disponer las gradas en uno de los lados longitudinales del campo, pues la construcción de más gradas elevaría considerablemente el presupuesto y una sola será suficiente para el aforo estudiado. Por otro lado, la disposición de la grada va a estar condicionada por las características geográficas de la parcela que, como ya hemos comentado, tan solo nos permiten dos orientaciones del campo para que el aprovechamiento del suelo sea máximo:
 - A lo largo de la banda oeste del campo. En este caso el sol incidiría directamente sobre la grada a media tarde por lo que dificultaría en gran medida la visibilidad de los espectadores. Además la mayoría de los partidos se celebran al mediodía o por la tarde. En el aspecto estético y visual sería, sin embargo, una opción bastante atractiva pues por un lado (al discurrir la parcela en pendiente hacia el suroeste) permitiría disimular es desmonte necesario para realizar la explanación, integrando la parte inferior de la grada en el terreno.
 - A lo largo de la banda este del campo. En este caso no habría problemas en lo que respecta al sol. Sin embargo, en lo que se refiere al aspecto estético y visual el impacto sería mucho mayor pues la parcela discurre en pendiente, es decir, la grada actuaría de barrera visual y el desmonte existente en la banda noreste impediría la adecuada integración en el entorno dirección
- **Análisis de visibilidad:** Otro de los factores que debe de cumplir una grada es que todos los espectadores vean perfectamente el área deportiva y su visión no sea perturbada por

otros asistentes al evento o por los soportes de marquesinas, parapetos, elementos separadores, altavoces, focos, etc. que deben estar situados de forma que no impidan la visibilidad. Para conseguir este propósito es necesario dotar a la grada de una pendiente adecuada que se determinará gracias a la línea de visión hasta un punto de referencia. Se debe comprobar que la línea de visión supera la de la fila delantera en una cabeza. El punto de referencia se considera la línea de fuera de banda más cercana a los espectadores. Para asegurar esta visibilidad se empleará la siguiente expresión:

$$H = \frac{H_v + C}{L - B}$$

donde:

H: altura del ojo y el punto de referencia

Hv: altura entre el ojo de la fila delantera y el punto de referencia.

C: altura de la cabeza.

L: distancia desde el punto de referencia.

B: profundidad de la grada

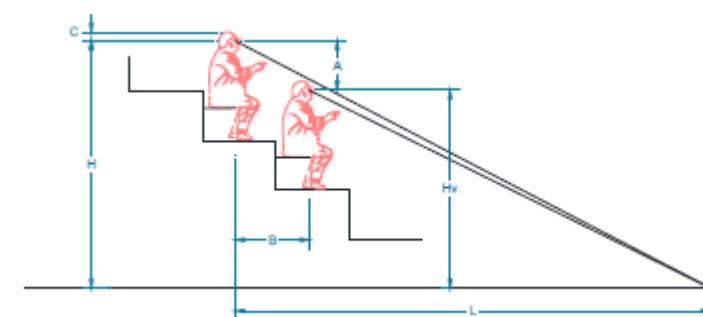


Ilustración 3 Diagrama de visibilidad

- **Accesibilidad para los minusválidos:** En lo referente a las personas con discapacidades es conveniente que la disposición arquitectónica y el acondicionamiento de locales de convivencia e instalaciones abiertas al público y también los locales escolares, universitarios y de formación en general sean tales que permitan el acceso a los mismos de dichas personas. Para el estudio de las distintas características que deben cumplir los elementos arquitectónicos nos basaremos en "Ley 8/1997, de 20 de agosto, de Accesibilidad y Supresión de Barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia, DOG 166, de 29-08-97". Debemos de tener en cuenta los siguientes aspectos recogidos en la ley que establecen los requisitos mínimos y de obligado cumplimiento. Cuando la técnica y la economía lo posibiliten deberán de disponerse elementos más confortables que los que indican las propias normas. Otros aspectos concernientes a los aseos y aparcamientos se contemplarán en los apartados correspondientes. Es obligatorio que, al menos, uno de los accesos peatonales al interior de



los edificios de uso público esté diseñado y ejecutado de forma que cumpla las condiciones establecidas para itinerarios adaptados o practicables, según el caso. La movilidad horizontal entre espacios, instalaciones y servicios comunitarios emplazados en edificios de uso público se realizará mediante itinerarios y rampas que deberán cumplir las condiciones establecidas en la presente Ley y en las normas que la desarrollen. Los espacios e itinerarios de comunicación horizontal, previstos para su utilización por personas de movilidad reducida, deberán, como mínimo, responder a las siguientes características:

- Los vestíbulos, una vez amueblados y libres del barrido de las puertas, permitirán inscribir un círculo de 1,50 metros de diámetro.
- Los pasillos tendrán un ancho mínimo de 1,20 metros, con estrechamientos puntuales de 0,90 metros. Para facilitar la movilidad vertical entre espacios, instalaciones y servicios comunitarios emplazados en edificios de uso público, los desplazamientos entre diferentes niveles se realizarán mediante un elemento -ascensor, escaleras, rampas y tapices rodantes- que deberá cumplir las condiciones establecidas para ser considerado adaptado o practicable, en cada caso. Se deberán reservar espacios especialmente destinados a personas con movilidad reducida. Los espacios reservados estarán debidamente señalizados.

Partiendo de estas premisas obtenemos:

ITINERARIOS PEATONALES:

Anchura mínima libre de obstáculos: La anchura mínima libre de obstáculos en áreas desarrolladas a través de instrumentos de planeamiento integral será de 1,80 metros y en situaciones puntuales podrá ser de 1,50 metros. En las áreas no incluidas en el párrafo anterior será de 0,90 metros.

Pendiente máxima longitudinal: La pendiente máxima longitudinal será del 10 % y en situaciones excepcionales será del 12 %, siempre que no supere con esa pendiente un tramo horizontal de 1,50 metros.

Pendiente máxima transversal: La pendiente máxima transversal no será mayor del 2 %.

Altura mínima libre de obstáculos: La altura mínima libre de obstáculos será de 2,10 metros.

ITINERARIOS MIXTOS DESTINADOS AL TRÁFICO DE PEATONES Y VEHÍCULOS:

Anchura mínima libre de obstáculos: La anchura mínima libre de obstáculos será de 3 metros.

Pendiente máxima transversal: La pendiente máxima transversal no será mayor del 2 %.

Altura mínima libre de obstáculos: La altura mínima libre de obstáculos será de 3 metros.

Radio de giro: Su trazado deberá permitir a los vehículos en los cruces un radio de giro de 6,50 metros.

VADOS PEATONALES:

Tipo A: Son los que se desarrollan en sentido perpendicular al itinerario peatonal.

Anchura mínima libre de obstáculos: La anchura mínima libre de obstáculos en áreas desarrolladas a través de instrumentos de planeamiento integral será de 1,80 metros. En las áreas no incluidas en el párrafo anterior será de 0,90 metros.

Pendiente máxima: La pendiente máxima será del 12 %.

Paso mínimo en la acera: Deberá dejarse un paso mínimo libre en la acera de 0,90 metros.

Resalto máximo: El resalto máximo permitido entre el vado y la calzada será de 2 centímetros.

Tipo B: Son los que se desarrollan en el sentido del itinerario peatonal en todo el ancho de la acera.

Longitud mínima en el sentido del itinerario: La longitud mínima en el sentido del itinerario será de 1,50 metros.

Anchura mínima: La anchura mínima será de 0,90 metros. A este ancho se le sumará el ancho del bordillo.

VADOS PARA VEHÍCULOS:

Dimensión mínima: La dimensión mínima en el sentido perpendicular a la calzada no será menor de 0,60 metros.

Resalto máximo: El resalto máximo permitido entre el vado y la calzada será menor de 2 centímetros.

PASOS DE PEATONES:

Anchura mínima:

a) Itinerarios peatonales: La anchura mínima en áreas desarrolladas a través de instrumentos de planeamiento integral será de 1,80 metros. En las áreas no incluidas en el párrafo anterior será de 0,90 metros.

b) Itinerarios mixtos de peatones y vehículos: La zona definida para la circulación de peatones tendrá una anchura mínima de 0,90 metros.

ESCALERAS:

Anchura mínima: El ancho mínimo será de 1,20 metros.

Rellano mínimo: El rellano tendrá una longitud mínima de 1,20 metros.



· Tramo máximo: El tramo máximo de escaleras sin rellano será el que salve una altura máxima de 2 metros.

Tramo mínimo: No podrá haber desniveles salvados por un solo escalón. En este caso el desnivel deberá resolverse con una rampa.

Peldaños: La altura máxima de la tabica será de 0,17 metros.

La dimensión del peldaño será la que resulte de la relación $2t + h = 0,62$ a 0,64 metros (gal.: $2t + p = 0,62$ a 0,64 metros).

Espacio bajo la escalera: El espacio bajo la escalera deberá estar cerrado o protegido para evitar accidentes cuando su altura sea menor de 2,10 metros.

Pasamanos: Se situarán a una altura comprendida entre 0,90 y 0,95 metros sobre el nivel del suelo. Se recomienda la colocación de un segundo pasamanos a una altura de 0,70 metros.

Nivel de iluminación: La iluminación nocturna artificial en el exterior deberá ser mayor de 10 lux.

RAMPAS:

Anchura mínima: El ancho mínimo será de 1,50 metros. Cuando sea suplementaria de una escalera podrá tener un ancho mínimo de 0,90 metros.

Pendiente máxima longitudinal: La pendiente longitudinal máxima será para rampas de longitud menor de 3 metros del 10 %; para rampas de longitud entre 3 y 10 metros, del 8 %, y para rampas de longitud igual o superior a 10 metros del 6 %. Si las condiciones físicas del lugar no lo permitiesen, se podrán, justificándolo con una Memoria, superar las pendientes máximas citadas en un 2 %.

Rellano mínimo: Siempre que haya tramos con distinta pendiente o tramos que alcancen la longitud máxima exigida, habrá un rellano. El rellano tendrá una longitud mínima de 1,50 metros y una anchura igual a la de la rampa. En caso de tramos con giros a 90 °, los rellanos tendrán un área que permita inscribir un círculo de 1,50 metros de diámetro.

Protección: Llevará una protección en los lados libres situada a una altura entre los 5 y 10 centímetros sobre el nivel del suelo.

Espacio bajo rampas: El espacio bajo rampas deberá estar cerrado o protegido para evitar accidentes cuando su altura sea inferior a 2,10 metros.

Pasamanos: Se situarán a ambos lados a una altura de 0,90 metros. Se recomienda la colocación de un segundo pasamanos a una altura de 0,70 metros.

Nivel de iluminación: La iluminación nocturna artificial en el exterior deberá ser mayor de 10 lux.

- Aspectos de diseño relacionados con el Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas, (RGPEPAR):

Es importante estudiar el reglamento y la norma de protección contra incendios para así tener unos criterios mínimos de dimensionamiento con respecto a las evacuaciones y control de los espectadores en los espectáculos deportivos. En el caso del reglamento las principales indicaciones son:

- Los aforos de los campos o recintos estarán en relación con los anchos de las vías públicas o espacios abiertos colindantes, en la proporción de 200 espectadores o concurrentes o fracción, por cada metro de anchura de éstos.
- Las localidades, en todos los campos o recintos, cualquiera que sea su categoría, serán fijas y numeradas las destinadas a asientos, debiendo ser las filas de 0,85 metros de fondo, de los cuales se destinarán 0,40 metros al asiento y los 0,45 metros restantes al paso, con un ancho de 0,50 metros cada asiento, como mínimo.
- Los pasos centrales o intermedios serán, cuando menos, de 1,20 metros de ancho.
- Las galerías o corredores de circulación serán de 1,80 metros por cada 300 espectadores, con un aumento de 0,60 metros por cada 250 más o fracción.
- Entre dos pasos, el número de asientos de cada fila no podrá ser mayor de 18 y por cada 12 filas deberá existir un paso. En nuestro caso estos condicionantes se plasman en las siguientes especificaciones:
- El ancho de la vía pública colindante será al menos de 5 metros ya que el aforo del estadio es de 1000 espectadores.
- Las filas serán de 0,9 metros de fondo, 0,4 metros de asiento y 0,5 metros de paso. El ancho de los asientos será de 0,5 metros.
- Los pasos centrales serán de 1,2 metros cumpliendo así con las recomendaciones de accesibilidad para personas minusválidas.

- Aspectos de diseño relacionados con el CTE- SI: Seguridad en caso de incendio:

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico SI, es decir, Seguridad en caso de incendio establece lo siguiente:

- COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO.
De acuerdo con la Tabla 1.1 del DB-SI y el uso previsto para el edificio (Pública Concurrencia) podemos asegurar que el graderío con los espacios auxiliares y sus dependencias constituyen un único sector de incendio.
- CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN
El cálculo de la ocupación del edificio se realizará de acuerdo con la Tabla 2.1 de dicho documento, en la que se establecen las densidades de ocupación.
- EVACUACIÓN NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE RECORRIDOS DE EVACUACIÓN
De acuerdo con lo establecido en la Tabla 3.1 del DB-SI deben construirse, al menos, dos salidas de recinto de forma que la longitud de recorridos de evacuación hasta alguna de las salidas no exceda de 50 m.



○ DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Puesto que en nuestro caso hemos de disponer de más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable. Lo mismo se aplicará en el caso de las escaleras pues se trata de escaleras no protegidas. El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1

○ PUERTAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas. Además, abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
- b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

SEÑALIZACIÓN Se utilizarán las señales de evacuación definidas conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA",
- b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas,
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conduzcan a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal

INSTALACIONES AUXILIARES

Una vez estimado el número de usuarios que van a utilizar el campo de fútbol, tanto espectadores como deportistas, el siguiente paso es estudiar las instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento. Además, se debe conocer aproximadamente la superficie que ocupa cada dependencia, de manera que se puedan determinar las instalaciones que se ubicarán bajo del graderío del estadio. La instalación deportiva debe satisfacer, al menos, los requisitos mínimos para la práctica del fútbol. Es importante dotarla de todos los servicios ya que estos pueden ser determinantes en el nivel de utilización de la instalación.

Se debe disponer, además, de espacio suficiente para el público que acude a ver el espectáculo pues cuanto mayor sea el nivel de confort, mayor será la aceptación y uso de la instalación. A continuación, se expondrán los distintos criterios de diseño y dotación de salas, servicios y dependencias que se han utilizado.

i) Espacios auxiliares para los deportistas (EAD)

○ BOTIQUÍN-ENFERMERÍA

Se requiere una sala de al menos 15 m² para primeros auxilios y para tratar lesiones menores. Debe incluir un lavabo. Esta sala de primeros auxilios servirá tanto para el público como para los jugadores.

Ya existen unas instalaciones dentro de los vestuarios habilitadas para primeros auxilios y almacenamiento de material sanitario, por lo que no se considera necesario la realización de unas nuevas instalaciones.

j) Espacios auxiliares para los espectadores (EAE)

○ ASEOS

Según el Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas, (RGPEPAR), se deben disponer los urinarios e inodoros repartidos según los diferentes núcleos de localidades. Por cada 500 espectadores habrá 4 inodoros, de los cuales la mitad estarán destinados a señoras. Por cada 125 espectadores, un urinario.



Todos los servicios deberán estar provistos de lavabos, cuyo número será igual a la mitad de la suma del de inodoros y el de urinarios. Además, será necesario disponer de instalaciones para minusválidos en las siguientes proporciones:

1 inodoro por cada 10 minusválidos.

1 lavabo por cada 20 minusválidos. Y deberá reunir las siguientes condiciones, de acuerdo con la "Ley 8/1997, de 20 de agosto, de Accesibilidad y Supresión de Barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia, DOG 166, de 29-08-97":

Aseos de uso público adaptados:

Dimensión mínima: La dimensión mínima de los aseos adaptados será aquella que permita inscribir un círculo de 1,50 metros de diámetro para el giro de las sillas de ruedas y una aproximación frontal al lavabo y lateral al inodoro de 0,80 metros libres de obstáculos.

Puertas: Las puertas dejarán un espacio libre de paso de 0,80 metros y abrirán hacia el exterior.

Aparatos:

Lavabos: El lavabo será sin pedestal ni mobiliario inferior. Tendrá una altura de 0,85 metros sobre el nivel del suelo. La grifería será de presión o palanca.

Inodoros: El inodoro tendrá una altura comprendida entre 0,45 y 0,50 metros sobre el nivel del suelo. Dispondrá de barras a ambos lados del inodoro situadas a una altura comprendida entre 0,30 y 0,25 metros sobre el nivel del asiento, y será abatible la que se sitúe del lado del espacio de aproximación. Considerando un 2% de aforo para personas con discapacidad serían necesarias las siguientes instalaciones:

INSTALACIONES NECESARIAS			
TIPO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
INODOROS	4	4	8
URINARIOS	8	-	8
LAVABOS	6	2	8
INODOROS MINUSVÁLIDOS	2		2
LAVABOS MINUSVÁLIDOS	1		1

Tabla 4 Numero instalaciones necesarias

Dentro de los vestuarios existen aseos tanto para los jugadores como para el público asistente para primeros auxilios y almacenamiento de material sanitario, por lo que no se considera necesario la realización de unas nuevas instalaciones.

o BAR

Son necesarias unas instalaciones donde el público pueda comprar algo de beber o comer sin necesidad de ir al pueblo cercano, pues esto supondría un gasto para el espectador y una pérdida de atractivo de la instalación. Este bar debe de disponer de

una amplia barra y una sala anexa para almacenar envases y material. Sería también recomendable que desde la barra del bar pudiese seguirse la práctica deportiva, con el consiguiente beneficio que reportaría a la concesionaria del servicio.

Aunque no se considera la realización total de un bar, si se considera la habilitación, de un área cubierta para la realización del denominado "tercer tiempo", en el que los jugadores comparten una bebida después del partido que es una costumbre arraigada dentro del rugby. Estas instalaciones consisten en una marquesina que techa un área urbanizada para dicho efecto.

k) Otras instalaciones

o APARCAMIENTO

Las áreas deportivas deben estar provistas de aparcamientos que permitan estacionar a los deportistas y espectadores cuando éstos acudan al campo en transportes motorizados. El aparcamiento que se requiere debe satisfacer las necesidades de:

- Público en general
- Público con movilidad reducida
- Deportistas
- Árbitros
- Servicios de emergencia
- Empleados: De igual forma se deben de tener en cuenta los diversos modos de transporte. La capacidad de los distintos aparcamientos dependerá de la presencia de otros modos de acceso público y la posibilidad de aparcar en las vías públicas.

Debido a la gran cantidad de espacio necesario para aparcamiento con respecto al área total ocupada por las instalaciones es necesario prever su ubicación en la planificación de las instalaciones. El número de plazas necesaria va a depender de la accesibilidad del área y de los hábitos de los espectadores. En lo referente a las necesidades de aparcamiento la norma NIDE establece:

• Para usuarios: 1 plaza/20 usuarios (deportistas y espectadores) con una previsión de superficie de 25-30 m² por plaza, con reserva para el personal de la instalación.

• Para autobuses: 1 plaza/200 espectadores.

• Para personas con movilidad reducida: 1plaza/200 usuarios (deportistas y espectadores) o bien 1 plaza/50 plazas o fracción y como mínimo dos, con unas dimensiones mínimas de 5,00m por 3,60m por plaza.

Para planificar el número de plazas necesarias se tienen en cuenta los siguientes aspectos:



Es posible el acceso a la instalación mediante transporte público pues existe una parada de autobús a menos de 300m y el recorrido está provisto, en su totalidad, de aceras.

El acceso peatonal es posible, con lo que se reducen las plazas de aparcamiento

El público asistente es en gran número mayores y niños, que carecen de vehículo propio.

En la zona no existen aparcamientos públicos.

El número de aparcamientos en la vía pública es bastante reducido

. • Aparcamientos para espectadores Considerando el aforo del estadio de 800 espectadores y tomando como referencia lo dispuesto en la NIDE (1 plaza/20 usuarios) serían necesarias 40 plazas para turistas, en los que incluiremos a los de los jugadores.

Por lo tanto el área necesaria será de 1000-1200m².

En cuanto al aparcamientos para autocares, si consideramos lo establecido en la NIDE (1 plaza/200 espectadores) serían necesarias 5 plazas de autobús. Sin embargo, para el caso concreto que nos ocupa, este número sería excesivo. Estudiaremos por lo tanto cuántas plazas serán realmente necesarias. Para ello vamos a considerar que ambos equipos acuden en autobús y que se pueda dar la circunstancia de que asistan otros aficionados del equipo rival en este medio de transporte. No es de esperar que los aficionados del equipo local acudan en autobús debido a que éstos viven en su mayoría dentro del ayuntamiento. Es decir, bastarían 3 plazas para atender la demanda que se pueda presentar. Teniendo en cuenta que cada autobús necesita 60 m², la superficie necesaria sería de 180 m².

Con respecto a aparcamientos para personas con movilidad reducida, se deben de colocar en lugares próximos a las entradas a la instalación. De acuerdo con la NIDE podemos disponer 1 plaza/50 plazas o fracción y como mínimo dos. Se dispondrán por lo tanto 2 plazas de dimensiones mínimas 5,00m por 3,60m. El área necesaria es de 60 m².

6. Estudio de alternativas

6.1. Introducción

A la hora de comenzar el planteamiento del presente Proyecto Fin de Carrera, hay que tener en cuenta su condición de proyecto académico, por cuanto no existe un Pliego de Condiciones que regule los criterios a tener en cuenta a la hora de proponer una solución al problema planteado.

En este proyecto se tendrán en cuenta una serie de criterios, relacionados con la finalidad de la infraestructura a realizar, el entorno de la misma y las consideraciones económicas y estructurales que

deben regir todo proyecto de estas características. En primer lugar, es necesario tener en cuenta el objetivo básico de este Proyecto, que es la remodelación de las instalaciones existentes en el complejo deportivo de Acea da Ma. El hecho de que el objeto de este proyecto sea unas instalaciones de carácter deportivo, condiciona notablemente, a juicio del autor del proyecto, la distribución de los elementos de la instalación.

En primer lugar, se ha establecido un criterio de diafanidad de la solución en el entorno de la sala de exposiciones de la lonja, buscando evitar pilares que interfieran con la visión. Este criterio se considera imprescindible, puesto que a la hora de dotar a la lonja de la funcionalidad necesaria para la correcta ejecución del proceso de venta, es necesaria la existencia del menor número posible de elementos en el patio de subastas que interfieran con ésta. En general, muchas instalaciones deportivas con este mismo en un único nivel, precisamente con este objetivo, disponiendo cubiertas ligeras y evitando la presencia de pilares en el patio de gradas.

En segundo lugar, se ha tenido especial sensibilidad con la ubicación de la infraestructura. Cabe destacar que la parcela en la que se van a ejecutar las instalaciones es una zona verde, siendo uno de los principales zonas de recreo de la zona. Por lo tanto, es necesario tener sensibilidad a la hora de acometer una actuación dura. Reduciendo el volumen y respetando el ambiente existente actualmente, se ha pretendido dotar a la ciudadanía de una instalación que, más que privar a la ciudadanía del uso y disfrute de la zona, contribuya a mejorar los servicios de las instalaciones respetando su carácter, mediante la minimización del impacto de la obra con un adecuado diseño y la implantación de una cafetería/restaurante, de acceso público, que se explotaría en régimen de concesión por parte de la autoridad oportuna.

Por lo explicado anteriormente, además, se ha optado por plantear una serie de soluciones singulares al problema de la infraestructura, que garantice el fomento del interés de la ciudadanía en las instalaciones. Debido a esto, se ha valorado la introducción de una solución singular en la cubierta en lámina fina de hormigón, que contribuya al objetivo de diafanidad del edificio mediante el establecimiento de sus puntos de apoyo únicamente en los extremos del mismo.

Se valorarán en este estudio las diferentes soluciones planteadas, evaluando su idoneidad y comparando con proyectos de similar carácter y entidad. En general, se han descrito someramente hasta el momento alguno de los criterios generales que se tendrán en cuenta en el estudio de alternativas para el presente proyecto. Sin embargo, es evidente que no pueden ser solamente éstos los criterios a tener en cuenta; habrá que evaluar criterios estructurales, funcionales, económicos y estéticos antes de tomar una decisión. En adelante se describirán los parámetros a tener en cuenta en cada uno de estos criterios, para luego pasar a describir las alternativas evaluadas y la toma de una decisión.



6.2. Criterios de diseño

a) Análisis estructural

Se establece el análisis estructural como la búsqueda del objetivo de una estructura eficiente intrínsecamente, es decir, que por su forma y sus condiciones funcione de la mejor forma posible. Así, se han establecido los siguientes criterios básicos:

- Simplicidad del esquema estructural: se evaluará la sencillez en la comprensión y materialización del sistema estructural propuesto.
- Eficacia del sistema estructural: se analizará el funcionamiento de la estructura debido a su tipología estructural.
- Existencia de elementos constructivos complejos, sin tener en cuenta la cubierta: se valorará la simplicidad en el resto de elementos de la estructura, sin contar con la cubierta
- Complejidad constructiva de la cubierta: se analizará la dificultad de ejecución de la cubierta.
- Existencia de puntos singulares en la cubierta: se evaluará la existencia de puntos de difícil drenaje de aguas, etc., por la morfología de la cubierta.
- Resistencia por forma de la cubierta: se tendrá en cuenta el hecho de que la cubierta resista por forma, como criterio de singularidad.

b) Análisis funcional

Se establece el análisis funcional como la búsqueda del objetivo de una instalación lo más práctica posible, versátil, y que permita posibles ampliaciones futuras, además de garantizar el mejor funcionamiento posible de los procesos desde su puesta en servicio

- Superficie total de servicio: se comparará la superficie disponible con la necesaria en virtud del análisis de demanda. Se buscará tener la mayor superficie total garantizando en todo caso un óptimo aprovechamiento del espacio.
- Superficie diáfana: cuanto mayor sea la superficie diáfana, mejor funcionará la instalación en un principio, y gozará de una mayor versatilidad en el futuro.
- Permeabilidad de paso: se analizará la facilidad para cumplir las normativas vigentes de evacuación y accesibilidad y la sencillez en los tránsitos de personas.
- Control de acceso público: se analizará la sencillez de controlar el acceso público, evitando el acceso de personas ajenas a la organización del evento al terreno de juego y garantizando la facilidad de acceso.

c) Análisis económico

Se valorará la ejecución de una instalación lo más útil posible pero que a la vez no suponga un coste desmesurado.

- Número total de módulos: cuantos más elementos iguales se ejecuten, menores serán los costes.
- Complejidad constructiva: una complejidad constructiva alta encarece notablemente la infraestructura.
- Grado de prefabricación de los elementos estructurales: cuanto mayor sea el número de elementos prefabricados, menor será, en general, el coste.
- Grado de prefabricación de los forjados: los forjados prefabricados serán considerados, en general, más económicos que los forjados de losa hormigonados in situ.
- Coste total estimado: se ponderará una estimación del coste final de la instalación.

d) Análisis estético

Se tendrán muy en cuenta los criterios estéticos a la hora de seleccionar la alternativa a ejecutar, por todo lo comentado en la introducción del presente documento.

- Estética: se valorará la estética general del edificio.
- Innovación: se valorará el grado de innovación que suponga la solución elegida.
- Atracción al público: se evaluará el posible efecto de atracción e interés despertado en la ciudadanía con la construcción de la instalación.

e) Análisis ambiental

Se establece el análisis ambiental como la búsqueda del mínimo impacto sobre el entorno respetando el carácter de la instalación, garantizándolo desde su construcción hasta el final de su vida útil.

- Minimizar el impacto de la realización de la construcción, intentando acotarlo lo más posible
- Elección de los materiales de acuerdo con su menor huella ecológica
- Garantizar un mínimo consumo de energía durante la vida útil del proyecto, mediante el diseño óptimo de estructuras e instalaciones.



6.3. Propuesta de alternativas

Se ha tratado este proyecto desde un principio desde la singularidad en sus formas, especialmente en la cubierta del mismo. Con esta base, se elaboran hasta 10 alternativas diferentes, alguna de ellas con varias variantes posibles, de entre las cuales se elegirán 3 que se evaluarán con los criterios establecidos en este presente documento. Teniendo en cuenta todos los factores y condicionantes expuestos en el estudio previo (graderío, dimensiones del terreno de juego, aparcamiento necesario...) procederemos ahora a realizar el estudio de alternativas. Para ello comenzaremos por analizar las diferentes posibilidades.

a) Organización de la parcela

A la hora de organizar la parcela, hay que analizar la disposición de las instalaciones auxiliares destinadas a restauración, así como la geometría de las gradas.

Alternativa 1

En la primera alternativa, se estudia una geometría de gradas de un ancho de 12 metros y 85 metros de ancho, por lo que asegura el aforo y, aprovechando la topografía de la parcela, colocar las instalaciones de restauración debajo de ellas.

Esta alternativa aprovecha la senda de peatones existente en el lado noroeste de la parcela, pero al aumentar la altura hay que aumentar la distancia al campo y la pendiente para mantener la visibilidad de los espectadores. Además complica la accesibilidad de personas con movilidad reducida.

Alternativa 2

Esta alternativa consiste en separar las instalaciones destinadas a espectadores y las destinadas a deportistas, ubicándolas en edificios diferentes. Para ello se aprovecharía la topografía de la parcela, es decir, se situarían las gradas en la parte alta de la parcela y las destinadas a restauración cerca de las instalaciones para deportistas existentes.

Partiendo de esta base, es obvio que esta configuración del campo supondría un menor movimiento de tierras.

Por otro lado el aspecto estético y visual supone un cambio importante frente a las soluciones anteriores. Las instalaciones para deportistas estarían formadas únicamente por una planta y no contarían con gradas encima, por lo que el impacto visual sería mucho menor. Asimismo, la disposición de las gradas sobre el terreno aprovechando la topografía del mismo disimularía el desmonte necesario, favoreciendo la integración en el entorno.



Ilustración 4 Disposiciones posibles de la grada

Elección de la alternativa

A continuación se le han asignado una serie de pesos y de puntuaciones en cada uno de los criterios tomados, teniendo en cuenta que en la alternativa uno, al no disponer de talud, habría que edificar gradas con una estructura de soporte (ver croquis)



ORGANIZACIÓN PARCELA		Peso	alt 1	alt2	total alt 1	total alt2	Peso :
Análisis estructural	Simplicidad del esquema estructural	0,5	5	9	6,5	8	0,
	Eficacia del sistema estructural	0,5	8	7			
	Existencia de elementos constructivos complejos	-	-	-			
	Complejidad constructiva	-	-	-			
	Existencia de puntos singulares	-	-	-			
Análisis funcional	Superficie total de servicio	0,6	8	6	6,6	6	0,
	Superficie diáfana	-	-	-			
	Permeabilidad de paso	0,3	3	7			
	Control de acceso público	0,1	9	3			
Análisis económico	Número total de módulos	-	-	-	5,75	8	0,
	Complejidad constructiva	0,25	5	8			
	Grado de prefabricación de los elementos estructural	-	-	-			
	Coste total estimado	0,75	6	8			
Análisis estético	Estética	0,6	6	9	5,6	7,4	0,
	Innovación	-	-	-			
	Atracción al público	0,4	5	5			
Análisis ambiental	impacto de la realización	0,7	6	9	5,7	8,7	0,
	Elección de los materiales	-	-	-			
	consumo de energía	0,3	5	8			
Puntuación total					5,975	7,61	

Tabla 5 Puntuación alternativas de la organización de la parcela

b) Disposición del parquin

En cuanto a la localización del área destinada a estacionamiento de vehículos, se tendrá en cuenta los siguientes condicionantes ya estudiados:

- El espacio necesario de aparcamiento, tanto para espectadores y deportistas (1000 m²) como para autobuses (180 m²) y personas con movilidad reducida (60m²). En total 1240 m².
- La organización de la parcela debe tener en cuenta los accesos planteados en el Planeamiento Municipal

Alternativa 1

En la primera posición estudiada, se estudiaría una posible adaptación del acceso por la Rúa Vicente Risco, que actualmente no está adaptada para el acceso con vehículos motorizados. Con ello aprovecharíamos una parte del recinto del complejo deportivo de Acea da Ma que actualmente está destinada a paseo a pie o en bici, por lo que se adaptaría para mantener dicho uso con carril bici y una adaptación al entorno adecuada .

En esta primera alternativa con acceso desde la Rúa Vicente Risco, se plantea la disposición al lado de la puerta de acceso, de manera que su afección sobre el entorno es menor. Hay que resaltar que habría que realizar accesos de peatones, y que el personal sanitario no tendría acceso directo al campo, por lo que tendrían que seguir accediendo por el acceso actual por la Av. Rutis

Alternativa 2

En esta se propone localizarlo en frente de las actuales instalaciones de vestuarios, aprovechando el espacio sin pavimentar en frente de estas, de manera que se podría mantener el acceso actual por la av. Rutis sin modificar los accesos peatonales por la Rúa Vicente Risco y por Rúa Condes Andrade.

Alternativa 3

Aprovechando el acceso peatonal existente por la Rúa Condes Andrade, se plantea modificarlo y adaptarlo a vehículos motorizados, uniéndolo con el acceso actual por la Av. Rutis, adaptando el acceso de manera que el personal sanitario pueda acceder al campo, por este acceso. En contrapartida, se necesitaría quitar parte de la parcela destinada a esparcimiento de la piscina situada adyacente al campo perteneciente también al complejo deportivo de Acea da Ma. Además la gran pendiente presente en la parcela dificulta la realización de esta alternativa.

Elección de la alternativa

A continuación se le han asignado una serie de pesos y de puntuaciones en cada uno de los criterios tomados, teniendo en cuenta que en la alternativa tres habría que quitar parte de la superficie destinada a la piscina.

DISPOSICIÓN PARQUIN		Peso	alt 1	alt2	alt3	total alt 1	total alt2	total alt3	Peso apart
Análisis estructural	Simplicidad del esquema estructural	0,4	7	9	5	7,6	8,6	6	0,15
	Eficacia del sistema estructural	0,2	8	9	7				
	Existencia de elementos constructivos complejos	0,2	8	8	7				
	Complejidad constructiva	0,2	8	8	6				
	Existencia de puntos singulares	-	-	-	-				
Análisis funcional	Superficie total de servicio	0,6	7	9	8	7,2	8,8	7,6	0,25
	Superficie diáfana	-	-	-	-				
	Permeabilidad de paso	0,3	7	9	7				
	Control de acceso público	0,1	9	7	7				
Análisis económico	Número total de módulos	-	-	-	-	7	8,25	4,75	0,5
	Complejidad constructiva	0,25	7	9	4				
	Grado de prefabricación de los elementos estructural	-	-	-	-				
	Coste total estimado	0,75	7	8	5				
Análisis estético	Estética	-	-	-	-	0	0	0	0
	Innovación	-	-	-	-				
	Atracción al público	-	-	-	-				
Análisis ambiental	impacto de la realización	0,7	7	9	5	7	9	5	0,1
	Elección de los materiales	-	-	-	-				
	consumo de energía	0,3	7	9	5				
Puntuación total						7,14	8,515	5,675	

Tabla 6 Puntuación alternativas disposición parquin



Ilustración 5 Emplazamiento alternativas parking

c) Geometría de la grada

En cuanto a la geometría de la grada, se plantearán dos alternativas:

Alternativa 1

Se basa en la disposición de las gradas aprovechando todo el ancho de las gradas, de tal manera que no se tenga que realizar grandes estructuras y aprovechar el terreno existente.

Es la más sencilla y la más barata, pero no se aprovecha los espacios del centro que son los preferidos de los espectadores.

Alternativa 2

En esta segunda se estudia una grada más ancha, con mayor concentración de espectadores en la zona del centro del campo, que presentan una mejor visibilidad, aunque sea difícil encajar por la presencia de un instituto en la parte posterior de las gradas.

Elección de la alternativa

A continuación se le han asignado una serie de pesos y de puntuaciones en cada uno de los criterios tomados:

GEOMETRIA DE LA GRADA		Peso	alt 1	alt2	total alt 1	total alt2	Peso apart
Análisis estructural	Simplicidad del esquema estructural	0,5	9	6	9	6,5	0,2
	Eficacia del sistema estructural	0,1	9	7			
	Existencia de elementos constructivos complejos	0,2	9	7			
	Complejidad constructiva	0,2	9	7			
	Existencia de puntos singulares	-	-	-			
Análisis funcional	Superficie total de servicio	0,4	7	8	7,9	7,1	0,2
	Superficie diáfana	0,3	8	6			
	Permeabilidad de paso	0,3	9	7			
	Control de acceso público	-	-	-			
Análisis económico	Número total de módulos	-	-	-	9	7	0,3
	Complejidad constructiva	0,25	9	7			
	Grado de prefabricación de los elementos estructural	-	-	-			
	Coste total estimado	0,75	9	7			
Análisis estético	Estética	0,6	9	7	8,2	7,8	0,2
	Innovación	-	-	-			
	Atracción al público	0,4	7	9			
Análisis ambiental	Impacto de la realización	0,7	8	6	8,3	6,3	0,1
	Elección de los materiales	-	-	-			
	consumo de energía	0,3	9	7			
Puntuación total					8,55	7,01	

Tabla 7 Puntuaciones alternativas geometría grada

d) Cubierta

Existe una gran variedad de alternativas en el diseño de una cubierta, tanto en lo que se refiere a los materiales como a su estructura. Esto hace necesario un estudio individualizado de la cubierta con el objetivo de resolver de la mejor forma posible las dos funciones básicas que debe satisfacer: mantener y cubrir superficies utilizables. Esta tipología estructural necesita un estudio aparte debido a la gran relevancia que tiene en la percepción del espacio arquitectónico que se desea crear.

La definición de una cubierta con importantes dimensiones libres es siempre un problema complejo. El campo de alternativas capaz de resolver el problema es muy amplio, y cada una de las soluciones posibles supone implicaciones muy diferentes. Para ello son requisitos arquitectónicos necesarios para generar una superficie que:

- Cierre el espacio
- Asegure la evacuación de las aguas de lluvia.
- Considere una adecuada iluminación natural.
- Acoja los elementos de iluminación o climatización artificial, asegurando asimismo la accesibilidad a todos los puntos que requieran mantenimiento.



- Evacuar las pluviales establece una de las principales relaciones entre estructura y cerramiento. Las formas de la superficie de cerramiento y sus pendientes han de ser compatibles con el material utilizado para la impermeabilización.

- Considerar la iluminación natural implica decidir el grado de transparencia de la cubierta y la orientación de tal transparencia. Eliminar deslumbramientos, tanto del público como de los jugadores, supone ineludiblemente estudiar la iluminación y controlar la incidencia directa de los rayos solares, lo que supone en muchos casos orientaciones dominantes en la forma.

- Considerar inclusiones y accesibilidad implica reflexionar sobre alternativas en la sección constructiva, es decir, en las relaciones de posición entre materiales de cerramiento, estructura y áreas accesibles.

Como se ve, el grado de implicación de la estructura en las anteriores reflexiones exige que deba ser considerada con detenimiento desde el principio del diseño.

Desde el punto de vista de la estructura, lo que se requiere es asegurar la estabilidad, resistencia y rigidez (limitación en la deformación) frente a los diferentes casos de carga que vayan a presentarse (o pudieran presentarse hipotéticamente) en la vida de la estructura. Los comportamientos de carga de mayor relevancia son:

- **Peso Propio y Cargas Permanentes.** Se trata de cargas de muy bajo valor. Las cargas permanentes de cerramiento y aislamiento son de pequeño valor, sobre todo en casos no convencionales (cables, lonas,...).

- **Sobrecargas gravitatorias,** en cubiertas, se trata de nieve básicamente, pudiendo considerarse casi siempre las sobrecargas de uso como no simultáneas, y superadas por la anterior. Debe considerarse en todo caso una carga mayor o igual a 40 kg/ m², incluso donde no nieva nunca.

- **Sobrecarga de viento.** En este caso suele ser de mucha mayor relevancia la consideración de la succión del viento que la consideración de la presión, y por ello deben considerarse las direcciones en que aquella es dominante. El problema de la acción dinámica puede ser importante en cubiertas de pequeña rigidez (esbeltas, o de poco "canto").

- **Cargas reológicas.** Se producen por deformaciones diferidas en el tiempo derivadas de la evolución en el comportamiento del material. Su consideración es obligada en estructuras de madera y hormigón, y en éstas, de importancia fundamental en el caso de trabajar con sistemas de pretensado.

- **Carga de fuego.** Ha de preverse la eventualidad de que se produzca un incendio en cualquiera de los sectores de incendio de la edificación. Este produce incrementos de temperatura que, aun afectando a las características mecánicas de los materiales que forman la estructura, no deben suponer la ruina prematura de la misma, garantizando la seguridad de sus ocupantes.

Elección del material

El peso propio de la estructura es de la mayor importancia en la definición de las cargas, por lo que hemos de analizar los materiales en función de tal peso. Pero, como obviamente no cabe considerar

el peso aisladamente de la resistencia haremos un análisis de los diferentes materiales teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- **Peso específico:** γ (t/m³).
- **Resistencia:** σ (t/m²).
- **Módulo de elasticidad:** E (t/cm²).

En la siguiente tabla se pueden ver las características de los materiales más empleados:

Material	γ (t/m ³)	σ (t/m ²)	E (t/cm ²)	σ / γ	E / γ
Acero	7.86	4200	2100	5343	2671
Hormigón	2.50	300	200	1200	800
Madera	0.69	900	123	13043	1783
Fibra sintética	1.70	3500	260	20588	1529

ACERO.

Las estructuras en acero son ampliamente utilizadas para ciertas aplicaciones, porque con ellas se puede alcanzar grandes magnitudes, son más livianas que las de hormigón armado y pueden construirse en terreno más rápidamente que las tradicionales. Además, el amplio conocimiento de las propiedades mecánicas y el comportamiento de la materia prima con que se fabrican las hace contar con una seguridad extra. Las principales ventajas del acero como material de construcción son las siguientes:

- **Relación resistencia-peso:** La capacidad del acero de formar perfiles de baja sección manteniendo su alta capacidad resistente lo hacen el material de construcción de mejor relación resistencia/peso. Además el menor peso de la estructura permite cimentaciones de menores dimensiones que en hormigón armado.

- **Velocidad de construcción:** el tiempo de construcción del esqueleto de un edificio de acero es bastante rápida, ya que la estructura se fabrica en taller mientras que paralelamente se pueden realizar obras en terreno, como cimentaciones u otras,.

- **Versatilidad y adaptabilidad:** se presta para estructurar cualquier concepción arquitectónica. Además, una vez construido el esqueleto metálico puede reforzarse o modificarse con facilidad.

Las principales desventajas del acero como material de construcción son las siguientes:

- **Resistencia al fuego:** al llegar a los 300 °C la resistencia empieza a disminuir hasta casi desaparecer a los 800 °C, por esta razón es necesario proteger la estructura.

- **Resistencia al frío:** a bajas temperaturas el acero pierde la ductilidad y la capacidad de adsorber energía por impacto, transformándose en frágil.



- Resistencia al medio ambiente: el acero es un material muy susceptible a sufrir corrosión (proceso electroquímico por oxidación en presencia de humedad o por ataques químicos en ambientes industriales). Por lo tanto, es necesario tener en cuenta la protección de los elementos.

HORMIGON

El hormigón se trata de un material pétreo, por lo que su resistencia a compresión es excelente, su elevado peso propio lo hace idóneo para realizar estructuras rígidas que eviten acciones dinámicas, y su durabilidad es excelente.

Se trata de un material que ha sufrido grandes avances, y ha sido ampliamente utilizado en cubiertas de edificación, tanto para usos residenciales como para instalaciones deportivas.

Sus principales ventajas son:

- Es un material económico
- Elevada resistencia a compresión
- Es buen aislante térmico y eléctrico. Existe gran variedad de diseños, que incluso la hacen un buen aislante del sonido, dejando aire entre dos tableros de una pared.
- Es un material con escaso mantenimiento, con una gran durabilidad frente a agentes externos.

Como desventajas, podemos encontrar.

- Su resistencia a tracción es muy reducida
- Si se trata de hormigón armado, una vez fisurado su durabilidad se puede ver comprometida.

MADERA LAMINADA.

La madera laminada es un material que ha experimentado un gran avance tecnológico en los últimos años. Es un material con una buena relación entre su capacidad mecánica y su peso propio. Esto hace que pueda emplearse de diversas formas, tanto en vigas de madera como en estructuras tridimensionales reticuladas, en las que se sustituye el uso habitual del acero por barras de madera encolada. El problema de este tipo de estructuras es que para rangos de luces grandes pierden competitividad frente al acero.

Las principales ventajas son:

- Es un material económico, natural y renovable.
- Mantiene su resistencia durante largo tiempo en un incendio.
- Las uniones son sencillas, fáciles de materializar.

- Es buen aislante térmico y eléctrico. Existe gran variedad de diseños, que incluso la hacen un buen aislante del sonido, dejando aire entre dos tableros de una pared.

- La flexibilidad y resistencia es aceptable, con un diseño apropiado.
- Es de fácil transporte.
- Buen acabado estético.

Entre las desventajas, se cuenta que:

- Es susceptible a ataques de insectos, por lo que se la debe proteger y cuidar con impregnaciones de sustancias realmente efectivas.
- Es un material combustible, en el que se propaga fácilmente el fuego.
- Es un material cuya resistencia depende, entre otros factores del tiempo que dure la carga que recibe. A menor duración de la carga, mayor resistencia.
- Frente a cambios en la humedad del ambiente se producen variaciones notables en su resistencia y volumen.

FIBRAS SINTETICAS

Se trata de materiales altamente tecnológicos, extremadamente flexibles y resistentes, llegando a competir en resistencia con aceros. Se tratan de materiales aun en desarrollo, en constante evolución y que cada vez se emplean más en ingeniería.

Como principales ventajas, encontramos:

- Alta resistencia
- Buen acabado estético.
- Muy flexible
- Resultan menos afectadas a los sismos que los demás materiales típicos competitivos para obras de similares dimensiones que salvar.
- Es muy resistente en relación a su bajo peso.

Como desventajas, se encuentran:

- Sufre ante radiación solar, que lo degrada si el material no tiene un recubrimiento adecuado.
- Bajo aislamiento acústico
- Es inflamable si no se recubre.

Tipología



Pueden considerarse dos grandes familias de tipos de estructuras para cubiertas:

- Aquellas en las que la estructura trabaja recurriendo a esfuerzos contenidos en dicha superficie (comportamiento predominante de esfuerzos axiales: tracción-compresión, como en arcos, láminas, redes de cables,...)

- Estructuras que recurren a esfuerzos de flexión, como es el caso de vigas, placas, emparrillados, mallas espaciales,...

Los parámetros geométricos fundamentales para cualquiera de ambas tipologías son:

- La luz salvada.

- El canto.

- Condición de apoyo (sobre puntos aislados o sobre un contorno). Apoyos continuos sobre la totalidad del contorno dan lugar a esfuerzos más repartidos sobre la estructura, sin embargo, implican tipologías con comportamiento no reducible al plano.

Estructuras de comportamiento laminar.

ESTRUCTURAS RÍGIDAS

Pueden ser:

• Láminas:

- Cilíndricas: de sección abovedada. Para trabajar en forma laminar ha de apoyarse en tímpanos perpendiculares a su directriz.

- De revolución (cúpulas).

- Paraboloides (sillas de montar). Se trata de superficies de doble o simple curvatura trabajando en todos sus puntos en dos direcciones transversales.

• Bóvedas y arcos. Se sostienen básicamente mediante esfuerzos axiales en la directriz de la estructura. Su comportamiento se basa en la existencia de empujes horizontales que deben estabilizarse con elementos como cables o cimientos adecuados.

Estructuras a flexión.

Existen tres tipos de estructuras trabajando a flexión:

• Placas: con rigidez a flexión en todas las direcciones.

• Emparrillado: con rigidez a flexión en sólo dos direcciones transversales.

• Viga: con rigidez o comportamiento a flexión en una sola dirección.

Todas estas estructuras son estructuras con rigidez de forma, y pueden materializarse mediante soluciones continuas (alma llena) o mediante soluciones discontinuas (triangularización). Las implicaciones derivadas del peso propio descartan totalmente en cubiertas a las soluciones continuas, en las que el canto implica peso. La versatilidad formal de la solución discontinua es evidente, si bien implica una ocupación espacial de importancia mucho mayor que la anterior.

ESTRUCTURAS FLEXIBLES

• Membranas o redes de cables: se diferencian en el comportamiento de idénticas formas rígidas en dos aspectos:

- No hacen uso de los esfuerzos tangenciales para adaptar las leyes de esfuerzos internos a las precisas para el equilibrio.

- Su poca rigidez las incapacita para recurrir a flexiones locales. Se adaptan a las variaciones de carga mediante variaciones apreciables de forma, que pueden ser de gran importancia, llegando en casos de inversión de esfuerzos entre hipótesis de carga alternativas a poderse dar fenómenos de inversión de curvatura. Mantener la mayor estabilidad de forma posible exige siempre la introducción de esfuerzos iniciales. El comportamiento de las estructuras laminares en cualquiera de los tipos citados necesita que exista curvatura.

Esta tipología es ideal para tipologías como las del proyecto, en las que se quiere cubrir una superficie con una obra mínima, tanto en espacio como en material, ya que las necesidades de la cubierta en cuanto a protección de los agentes exteriores no es tan rigurosa, y su precio e impacto es mínimo.

Debido a la flexibilidad de estas estructuras, que permiten una riqueza formal pero que basan su rigidez en la curvatura, hacen que el diseño de estas estructuras sea completamente distinto de las alternativas rígidas, por lo que en el análisis de las alternativas existirán diseños que solo valgan para cada uno de los materiales.

Alternativa 1

En la primera alternativa estudiada, se estudiaría una cubierta compuesta de un arco central de 50 metros de luz arriostrado en sus extremos, y acompañado por un arco de 25 m de luz a cada lado, completando un conjunto simétrico.

Esta alternativa pretende aprovechar las ventajas del arco para salvar grandes luces, por lo que se minimiza el número de pilares que dificulten la visibilidad de los espectadores. Aun así, la eliminación de estos es imposible por lo que todavía habría al menos un par de pilares que entorpecerían la visibilidad.

Para ello contaría con una serie de arcos relativamente inclinados para compensar las fuerzas de pretensión de la membrana textil que recubre las gradas, de tal forma que conformaría un borde rígido para la membrana y el arco trabajaría mayoritariamente en su plano.

Alternativa 2



La segunda alternativa de las alternativas se trata de una serie de pórticos dispuestos a lo largo de la grada, que aportan un marco rígido en el que se podría disponer tanto membrana como un material rígido trabajando a flexión, aunque esta última es el más recomendable ya que el material textil basa su rigidez en el grado de curvatura y debido al marco rígido no sería capaz de desarrollar una forma óptima.

El problema de los pilares que obstaculicen la visión de los espectadores se hace más patente en esta solución, ya que aquí se hacen necesario disponer de un mayor número de pilares para sostener el entramado.

. Alternativa 3

En la tercera alternativa se plantea una estructura con forma de conoide, en la que la forma vendrá marcada por un borde semirrígido que siga el contorno de la planta de las gradas y un anillo de borde en un punto superior de tal forma que el material adopte la forma de un conoide. El anillo se recubre para que no entre agua por él.

En este planteamiento, se hace módulos de membrana separados una cierta distancia que varía entre ellos, de tal forma que en los bordes es menor para otorgarle una cierta rigidez a la estructura, y estos módulos se suelda entre si formando una sola pieza.

Los cables van anclados a unos puntales que parten de cada pilar a los extremos de los módulos, desde la que parten en ciertas puntales unos cables que los arriostren y garanticen su comportamiento de puntal. Estos cables van anclados al muro de la grada en la parte inferior de la grada debido a la falta de espacio, y a unos anclajes que trabajan por peso propio en la parte superior, los cuales les otorgan una mejor posición a los cables para trabajar, de tal manera que solo se arriostren ciertos puntales, ya que estos se encuentran soldados entre si y conforman una propia unidad por ellos solos.

Elección de la alternativa

A continuación se le han asignado una serie de pesos y de puntuaciones en cada uno de los criterios tomados:

GRADA		Peso	alt 1	alt2	alt3	total alt 1	total alt2	total alt3	Peso
Análisis estructural	Simplicidad del esquema estructural	0,3	7	9	5	7,9	8,4	6,3	0
	Eficacia del sistema estructural	0,2	9	6	8				
	Existencia de elementos constructivos complejos	0,2	8	9	7				
	Complejidad constructiva	0,2	8	9	6				
	Existencia de puntos singulares	0,1	8	9	6				
Análisis funcional	Superficie total de servicio	0,5	9	9	8	7,2	7	6,7	0,
	Superficie diáfana	0,1	6	5	9				
	Permeabilidad de paso	0,3	7	6	7				
	Control de acceso público	0,1	6	7	6				
Análisis económico	Número total de módulos	0,15	3	3	9	4,9	5,8	6,3	0
	Complejidad constructiva	0,2	7	9	9				
	Grado de prefabricación de los elementos estructural	0,15	2	4	9				
	Coste total estimado	0,5	7	8	9				
Análisis estético	Estética	0,5	6	4	9	6	3,75	9	0
	Innovación	0,25	5	3	9				
	Atracción al público	0,25	7	4	9				
Análisis ambiental	impacto de la realización	0,6	7	7	9	7	7	9	0,
	Elección de los materiales	0,2	7	7	9				
	consumo de energía	0,2	7	7	9				
Puntuacion total						7,38	7,43	8,335	

Tabla 8 Puntuación alternativas cubierta

6.4. Desarrollo de la alternativa escogida

Una vez seleccionada la alternativa óptima, se procede a un desarrollo con cierto nivel de detalle añadido de la alternativa seleccionada. De este modo, se desarrollan lo que serán los planos del proyecto (Véase: Documento N°2 – Planos), así como un cálculo estructural aproximado.

a) Calculo estructural

El cálculo estructural se ha realizado mediante una simulación de CFD (computer fluid dynamics) en el programa comercial ABAQUS, mediante el cual se ha simulado una carga de viento de 0,5 kN /m, que es la máxima que recoge el CTE. La cubierta ha sido modelizada como elemento membrana, ya que su escaso espesor hace esperable que su comportamiento a flexión no contribuya excesivamente a su resistencia. En cuanto al material utilizado, se ha realizado una subrutina que recoja el comportamiento altamente no lineal del material, ya que debido a sus grades desplazamientos, y que el material resiste en función del ángulo que formen la trama y la urdimbre de el, variando para cada caso de carga. Además, debido a la presencia de dicha trama y urdimbre, el material presenta un comportamiento anisótropo. Cabe resaltar además que el material presenta microfisuraciones, lo que hace que su rigidez varié según la carga aplicada.

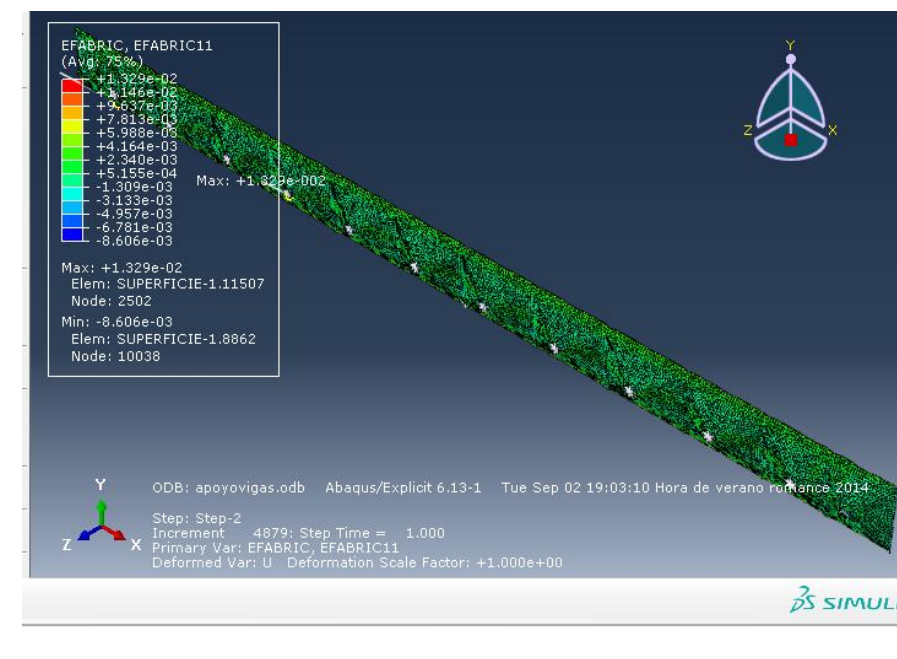


Ilustración 6 Imagen de los resultados de las tensiones en la cubierta



Para el cálculo de los pilares, puntales y cables se ha utilizado el programa SAP2000, que nos ha permitido sacar las dimensiones de estos cumpliendo la normativa vigente.

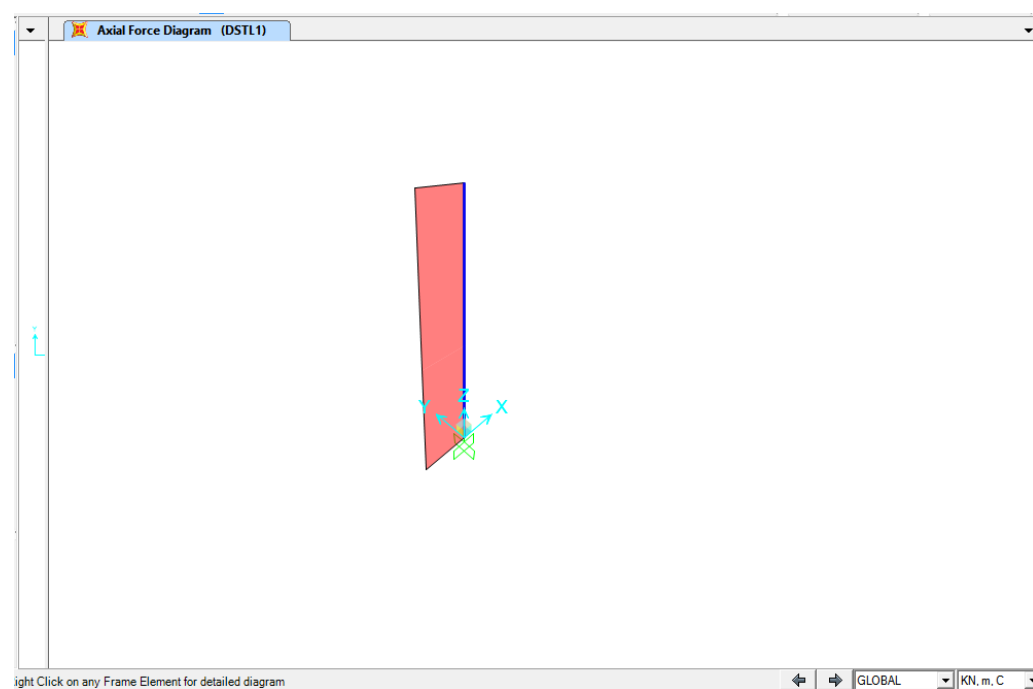


Ilustración 7 Imagen de una de las leyes de esfuerzo de los pilares

Por último, para dimensionar los elementos armados, se ha recurrido al programa SAP2000, para un predimensionamiento y finalmente al prontuario de la EHE, el cual nos hace todas las comprobaciones

