



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Documento nº1:
Anejo V. Estudio de Soluciones

Autor: Kawtar Lamsyah
Tutor: Federico Jesús Bonet Zapater
Cotutor: Juan Francisco Moya

Valencia, Junio de 2015

ÍNDICE

1. Introducción. Objeto del estudio	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objeto del estudio	4
2. Datos iniciales e hipótesis de trabajo. Necesidades de equipamiento	4
2.1. Descripción de las necesidades	4
2.2. Dimensionamiento del pabellón y Características geométricas conforme las normativas seguidas	5
2.2.1. Dimensiones oficiales de las pistas	5
2.2.2. Salas de gimnasio y vestuarios	11
2.2.3. Otras necesidades conforme las normativas seguidas	11
2.2.4. Aparcamiento	11
3. Descripción de la metodología seguida para la selección de alternativas	12
3.1. Implantación – Posición pabellón	12
3.1.1. Distribución interior del pabellón y dimensiones totales	14
3.2. Tipología estructural	18
3.3. Cerramientos	22
3.3.1. Fachadas	23
3.3.2. Cubiertas:	23
3.4. Materiales de la estructura	26
3.5. Urbanización	27
4. Solución adoptada	29

1. Introducción. Objeto del estudio

1.1. Introducción

El proyecto consiste en análisis del cálculo de una estructura porticada de Hormigón armado que da cabida a un pabellón polideportivo que se sitúa en el camino nuevo de picaña nº 8D del Polígono Industrial Vara de Quart, Valencia.

En el desarrollo del proyecto se llevan a cabo estudio urbanístico, de la implantación, de la estructura cubierta y de cerramientos de los que se concluye que el pabellón será cubierto, cerrado y tendrá unas medidas de $42,5 \times 72,5 \text{ m}^2$.

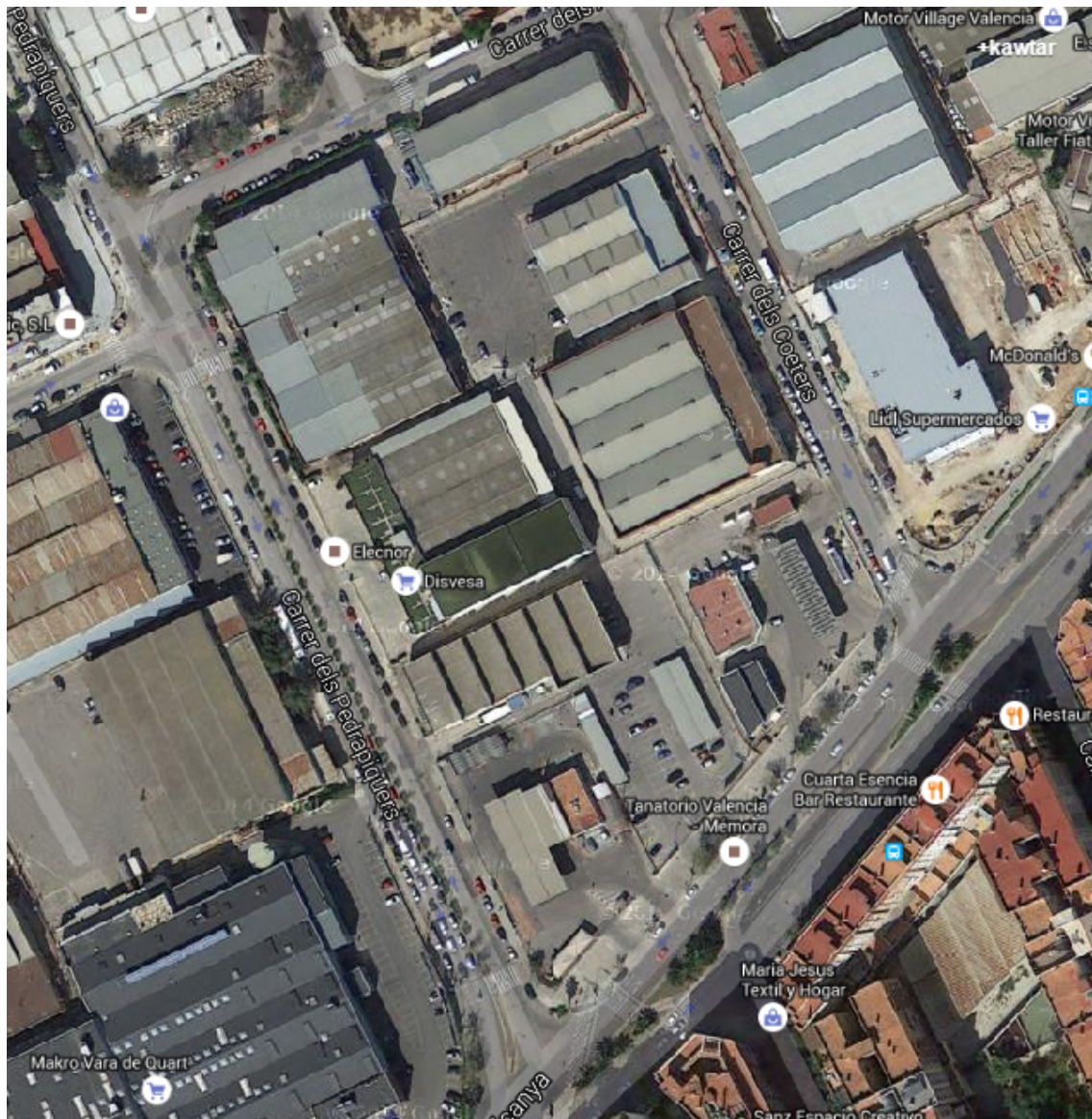


Imagen 1 : Vista aérea de la parcela

En cuanto a la normativa urbanística aplicable, el Pla General d'Ordenacio Urbana 2009 [1] nos indica que la Clase de Suelo es "suelo urbano". Pertenecce a la sub-zona Polígono Vara de Quart zona calificada como "industrias y almacenes" y la profundidad edificable es de 17,8 m. Además establece una serie de

Condiciones de Ordenación, Edificación y Uso que se traducen en unos rangos de superficies, formas y alturas a respetar así como otras consideraciones (drenaje, etc).

Actualmente la parcela es usada como un tanatorio y una gasolinera, Carece de pavimentación alguna y está delimitada por una valla perimetral.



Imagen 2 : La perspectiva del solar actual.

1.2. Objeto del estudio

En el presente anejo se va a exponer el conjunto de alternativas que se han alterado durante el estudio y la redacción de este proyecto, en lo referente a los diferentes aspectos que conciernen al proyecto y que se pueden observar en el índice superior. En la selección de las alternativas, se ha procurado tener en cuenta la funcionalidad de la estructura, la explotación y la conservación de la misma, la implantación por lo que se han priorizado los aspectos estéticos y la posición del pabellón, relegando a un segundo término los aspectos económicos y la reducción de costes. También es un tema de gran importancia, la urbanización y la minimización del impacto ambiental de las obras, y debe ser respetado al máximo.

El anejo se ha subdividido en diferentes apartados, en cada uno de los cuales se plantean las alternativas en función de ciertos factores condicionantes referentes a cada parte del proyecto y la solución adoptada en cada parte en concreto.

2. Datos iniciales e hipótesis de trabajo. Necesidades de equipamiento

En este apartado, por una parte, vamos a identificar y describir las necesidades que debe cubrir el pabellón polideportivo a diseñar y por otra el dimensionamiento del propio pabellón acorde a estas necesidades.

Una vez identificadas las necesidades se procede al diseño de la distribución interior del pabellón polideportivo de forma que cubra todas las necesidades descritas.

Se concluye, con la obtención de las dimensiones finales de la estructura sobre las que se basa el estudio de soluciones, la tipología estructural y material para el pabellón polideportivo.

2.1. Descripción de las necesidades

Es voluntad del ayuntamiento para el barrio de Vara de Quart el disponer de un nuevo pabellón polideportivo para uso público, por lo tanto ubicado dentro del barrio, que albergue una pista multiusos para la práctica de los siguientes deportes: baloncesto, fútbol sala y aparte unas salas de gimnasio.

Al pertenecer el pabellón a la oferta deportiva del barrio el periodo de utilización es durante el año, que comprende todas las estaciones de otoño, invierno, primavera, y en verano con máxima utilización ya que

con vacaciones la gente tiene más tiempo libre para hacer deportes. Del estudio climatológico de la ciudad de Valencia se deduce que sobre todo durante el verano las temperaturas son muy altas y en invierno bajas, las precipitaciones no son muy frecuentes pero pueden condicionar el uso del pabellón. Por lo tanto se concluye que para obtener una funcionalidad completa del pabellón durante todo el año, este deberá ser cerrado y cubierto.

El pabellón será de uso público y se ofertará a los residentes del barrio que lo deseen reservar para la práctica privada del deporte, a su vez, en ocasiones puntuales, también albergará competiciones internas o externas. De tal forma que se respetaran tanto las medidas y alturas libres mínimas oficiales de las pistas, como las distancias de seguridad de cada una de ellas.

El hecho de que el pabellón se pretenda destinar, aunque sea en contadas ocasiones, a competiciones, hace necesaria también, la disposición de unas gradas con una capacidad aproximada de unos 600 espectadores sentados.

El pabellón polideportivo tendrá todos los vestuarios necesarios para el uso completo tanto para las salas de gimnasia como para las pistas, de tal forma que se respetan tanto los números mínimos como las medidas y superficies necesarias para su distribución.

2.2. Dimensionamiento del pabellón y Características geométricas conforme las normativas seguidas

2.2.1. Dimensiones oficiales de las pistas

- Pista de Fútbol sala:

Las medidas utilizadas en el dimensionamiento de la pista del fútbol sala se han extraído de la normativa vigente NIDE: Normas de proyectos campos pequeños, Salas y pabellones.

El campo de juego es un rectángulo de dimensiones entre los límites que se indican a continuación:

Longitud (líneas de banda): entre 25m y 42m, en competiciones internacionales longitud mínima es de 38m.

Anchura (líneas de meta): entre 16m y 25m, en competiciones internacionales la anchura debe ser mayor de 20m.

La zona de juego necesita tener también un espacio adicional a los lados y al fondo, Para facilitar el desarrollo, la visión del juego y por seguridad, se dispondrá alrededor del campo de juego una banda de seguridad libre de obstáculos de, al menos, 1 m de ancho al exterior de las líneas de banda y de 2 m de ancho detrás de las líneas de meta.

Su color puede ser contrastado con el del campo de juego. El campo de juego deberá estar separado de las zonas de público, si existen, y de forma que no suponga riesgo de lesión para los jugadores.

La altura entre la superficie del pavimento deportivo y el obstáculo más próximo en instalaciones interiores (cara inferior de techo, cuelgue de viga, luminaria, conducto de aire acondicionado, etc.) será de 7 m como mínimo, sobre el campo y las bandas exteriores, quedando en esa altura totalmente libre de obstáculos.

El pavimento deportivo tendrá una superficie plana, lisa, libre de asperezas, no abrasiva y cumplirá los requisitos, basados en la norma UNE-EN 14904:2007 “Superficies para áreas deportivas. Especificaciones para suelos multideportivos de interior”.

El campo de juego de fútbol sala estará equipado con dos metas o porterías. Se colocan en el centro de cada línea de meta. Sus medidas interiores son de 2 m de alto por 3 m de ancho. Cumplirán las normas de las Reglas de Juego de fútbol sala y los requisitos de seguridad de la norma UNE-EN 749.

Las porterías cumplirán especialmente los requisitos de resistencia y estabilidad que exige la norma UNE-EN 749 antes citada. Las porterías deben ser estables y dispondrán de un sistema antivuelco mediante sujeción al suelo por medio de un sistema de anclaje ó a las paredes que estén detrás de ellas, de forma que, aunque el sistema impida su vuelco, permita un ligero movimiento horizontal de la misma que reduzca el golpe de un jugador contra el marco en caso de impacto. La portería consta de marco, la red y los elementos de sujeción de la red.

En la siguiente figura se detallan las dimensiones oficiales de la pista de fútbol sala:

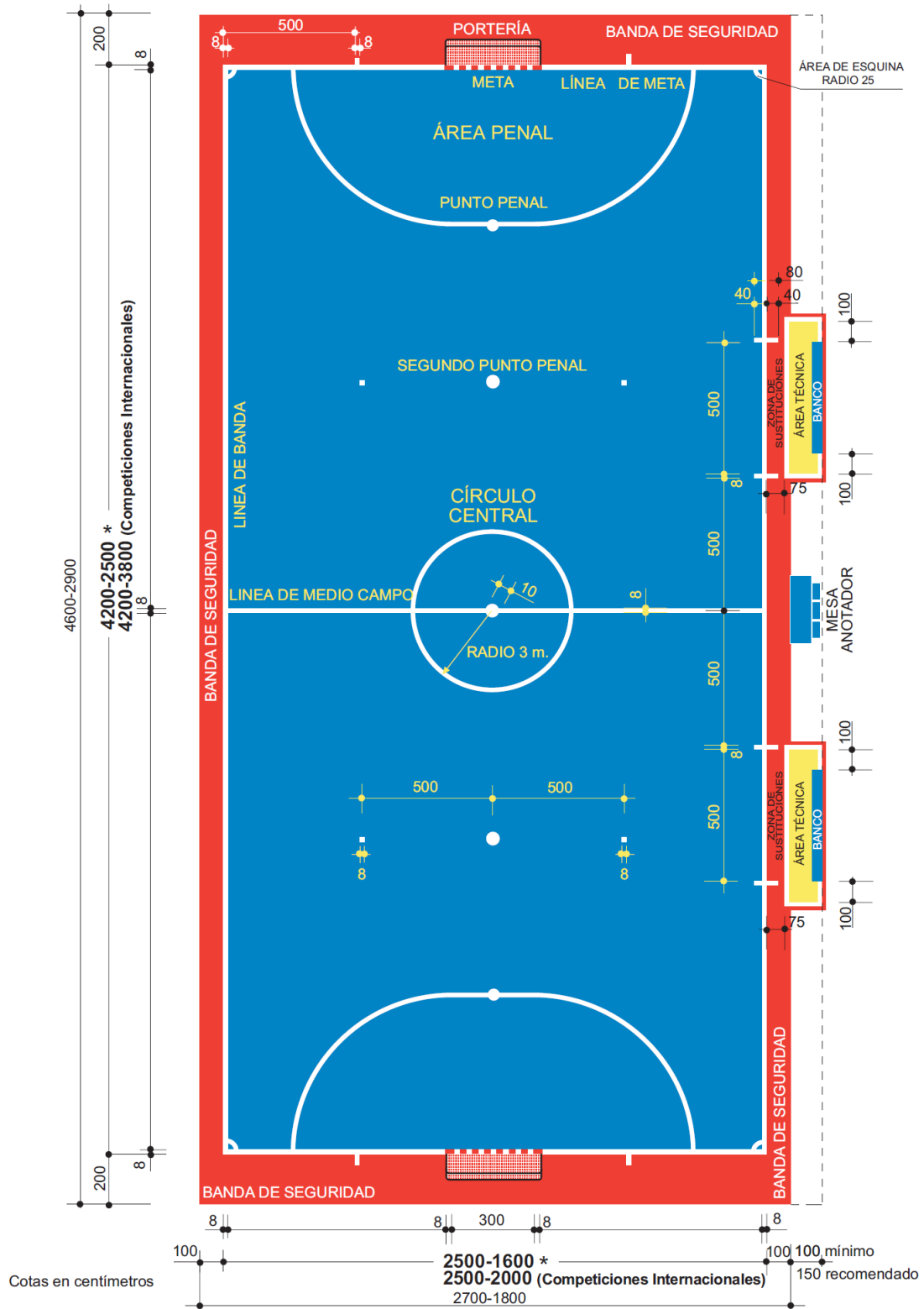


Figura 1 : Dimensiones oficiales de la pista del fútbol sala

Los espacios para anotadores, área técnica y área auxiliar: Espacio libre exterior para anotadores, área técnica, seguridad, etc. exterior tienen unas dimensiones mínimas, Como se muestran en la figura siguiente:

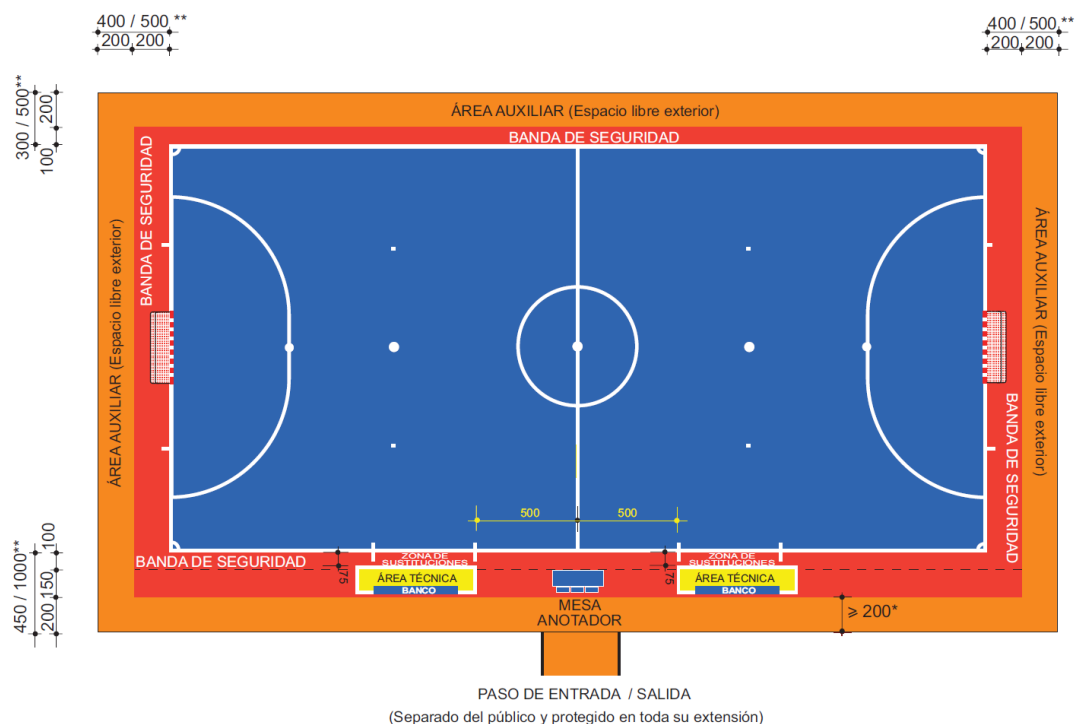


Figura 2 : Dimensiones mínimas de espacio libre exterior de la pista

- Pistas de baloncesto:

Las medidas utilizadas en el dimensionamiento de la pista de baloncesto se han extraído de la normativa vigente NIDE: Normas de proyectos campos pequeños, Salas y pabellones.

El campo de juego es un rectángulo de dimensiones entre los que se indican a continuación:

Longitud: cada pista tendrá una longitud de 24m para que quepan dos sobre la misma pista del fútbol anteriormente detallada.

Anchura: la anchura de cada pista sería 13m.

La zona de juego necesita tener también un espacio adicional a los lados y al fondo, Para facilitar el desarrollo, la visión del juego y por seguridad, se dispondrá alrededor del campo de juego una banda de seguridad libre de obstáculos de, al menos, 1 m de ancho al exterior de las líneas de banda y de 2 m de ancho detrás de las líneas de meta.

Su color puede ser contrastado con el del campo de juego. El campo de juego deberá estar separado de las zonas de público, si existen, y de forma que no suponga riesgo de lesión para los jugadores.

La altura entre la superficie del pavimento deportivo y el obstáculo más próximo en instalaciones interiores (cara inferior de techo, cuelgue de viga, luminaria, conducto de aire acondicionado, etc.) será de 7 m como mínimo, sobre el campo y las bandas exteriores, quedando en esa altura totalmente libre de obstáculos.

En la siguiente figura se detallan las dimensiones oficiales de la pista del baloncesto:

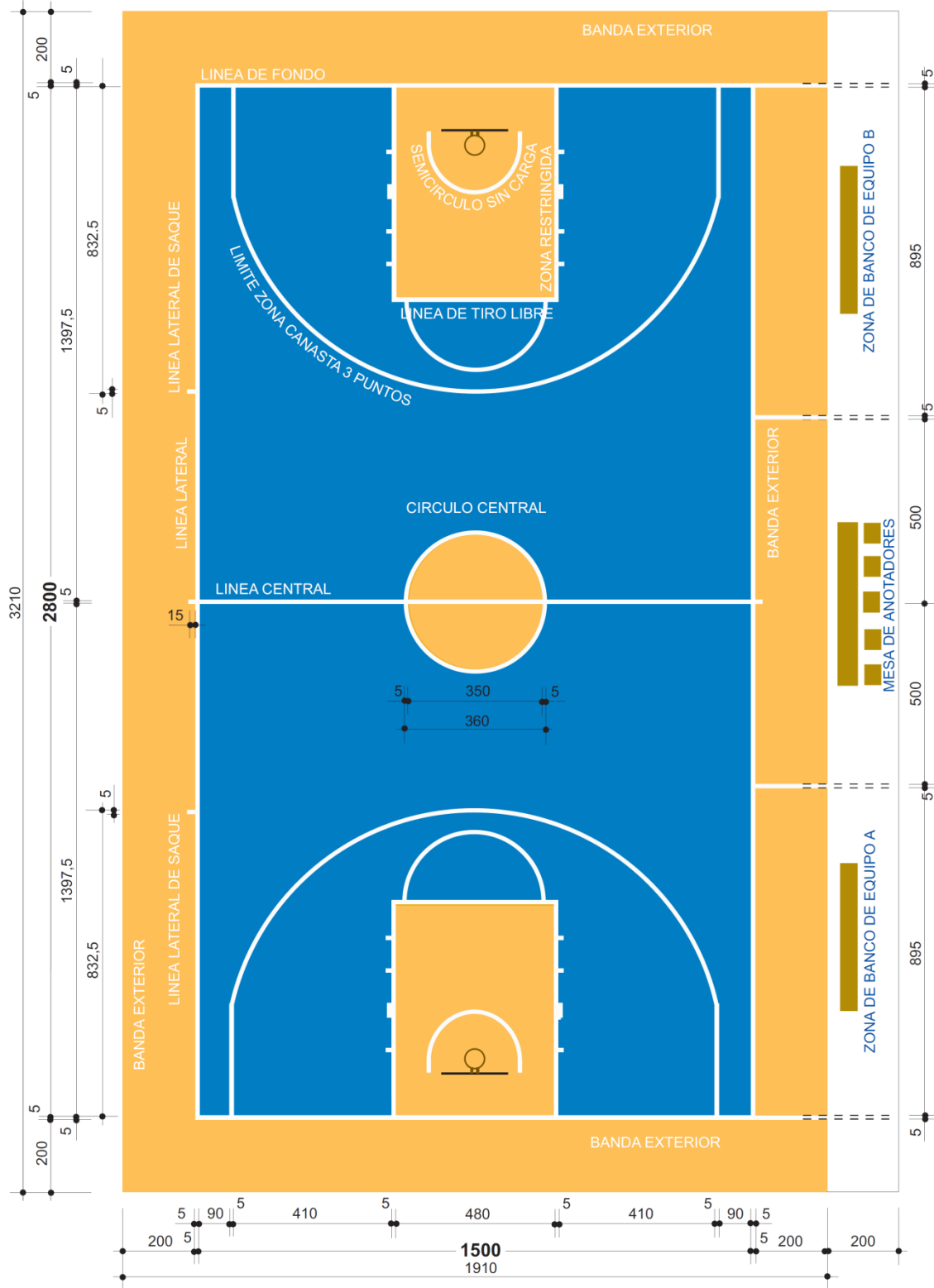


Figura 3 : Dimensiones oficiales de las pistas del baloncesto

El espacio libre L entre la proyección del tablero y el soporte o la pared del apoyo debe ser entre 1,650 ($1,20 + 0,05 + 0,40$) y 3,250m ($1,20 + 0,05 + 2,00$) como muestra la figura siguiente:

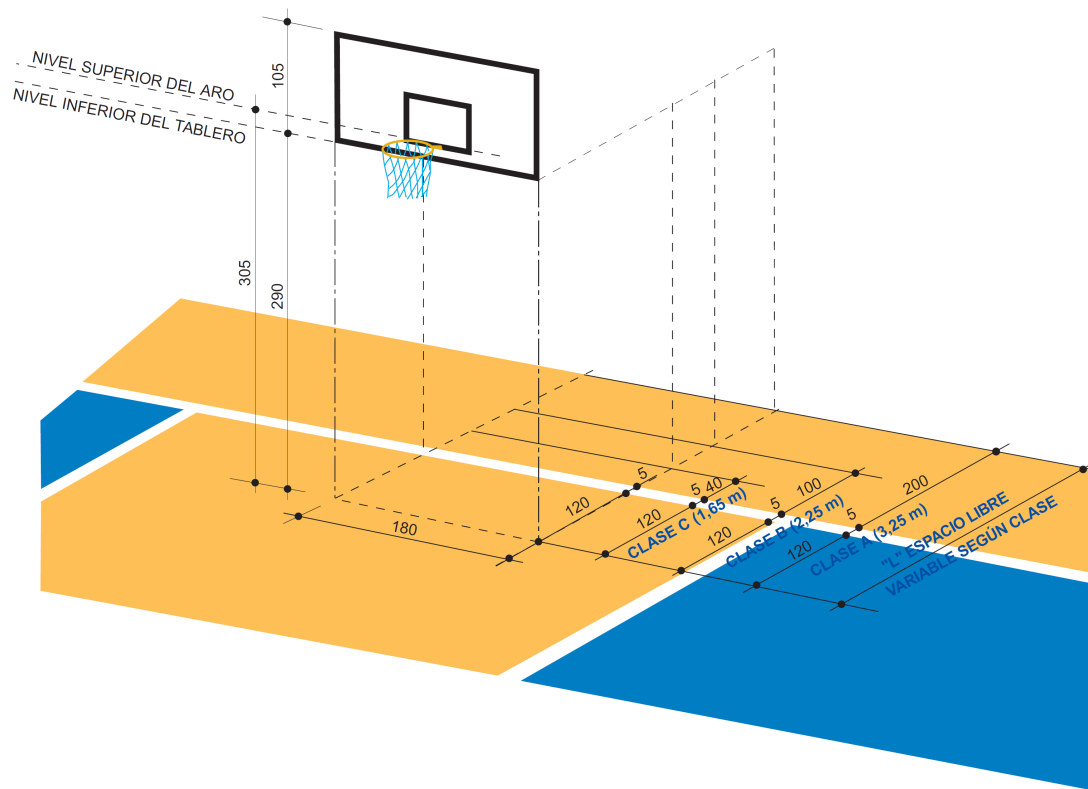


Figura 4 : Posición del tablero, espacio libre

Aprovechando el mismo espacio hemos pensado en poner una pista de fútbol sala de $48 \times 24 \text{ m}^2$ y dos pistas de baloncesto de $24 \times 13 \text{ m}^2$ con la posibilidad de meter otra pista de baloncesto, si fuera necesario, de dimensiones más grandes en la orientación de la pista de fútbol. Tal y como se ve ilustrado en la figura siguiente:

Pista futbol sala + 2 pistas baloncesto 24×48

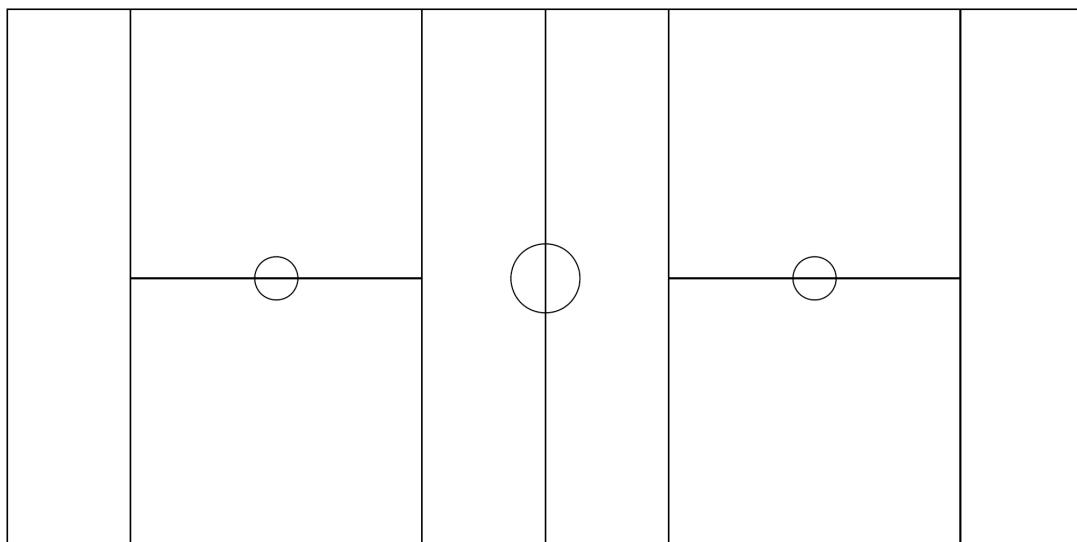


Figura 5 : Pista Fútbol sala 24x48m2 + 2 Pistas de Baloncesto 13x24m2

2.2.2. Salas de gimnasio y vestuarios

- Necesidades mínimas según la normativa de vestuarios para árbitros y jugadores Fútbol

Según la normativa vigente el pabellón debe disponerse como mínimo de un vestuario para árbitros, que podrá utilizarse, cuando no haya competición, como vestuario de entrenadores, monitores o profesores. Estos vestuarios dispondrán de zona de cambio de ropa con bancos y perchas, zona de duchas con espacio para secado y zona de aseos con cabinas de inodoros y lavabos. En el mismo vestuario o anexo a él habrá una zona para redacción de actas, informes, etc. con el mobiliario apropiado. Así mismo las características de dichos espacios se detallan en la norma NIDE “Salas y Pabellones”.

En competiciones de la Real Federación Española de Fútbol y de la de la Liga Nacional de Fútbol Sala, la instalación deportiva contará con un vestuario para árbitros, previsto para un número de cuatro personas, que disponga de duchas y lavabos con agua caliente y fría, inodoros, espejo, mesa y sillas.

- Necesidades mínimas según la normativa de vestuarios para árbitros y jugadores baloncesto

Según la normativa vigente el pabellón debe disponerse como mínimo de un vestuario para árbitros y otro vestuario para los oficiales de mesa, los cuales podrán utilizarse, cuando no haya competición, como vestuario de entrenadores, monitores o profesores. Estos vestuarios también dispondrán de zona de cambio de ropa con bancos y perchas, zona de duchas con espacio para secado y zona de aseos con cabinas de inodoros y lavabos. Así mismo las características de dichos espacios se detallan en la norma NIDE “Salas y Pabellones”.

2.2.3. Otras necesidades conforme las normativas seguidas

- Enfermería – primeros auxilios

Según la normativa vigente se debe disponer de una sala de enfermería para primeros auxilios de forma que el acceso a ella desde la pista sea fácil y contará con una rápida salida hacia el exterior a los vehículos de emergencia para evacuación de accidentados, lesionados o enfermos. Los espacios de circulación y puertas tendrán la suficiente anchura para el paso de camillas, los pasillos tendrán un ancho mínimo de 2,25 m y las puertas 2,20 m. Estará equipada con una mesa de exploración, camilla, una mesa escritorio, sillón, un armario botiquín, perchero y el equipo de material médico imprescindible para los primeros auxilios. La sala de primeros auxilios deberá estar disponible tanto para los deportistas como para el público si no existe otra específica para el público.

- Almacén para materiales deportivos

Se dispondrá un almacén de material deportivo, de tamaño suficiente para guardar material deportivo de fútbol sala, así como material deportivo para los otros deportes y se podrá cerrar con llave. Dispondrá de acceso fácil o directo a la pista deportiva y desde el exterior de la instalación deportiva sin obstáculos, cumplirá los requisitos de la norma NIDE “Salas y Pabellones”.

- Oficinas de administración

Las oficinas de administración y sala de acreditación Son los espacios destinados a las personas encargadas de la gestión administrativa de la instalación deportiva. Su tamaño estará de acuerdo con el tamaño de la instalación deportiva a la que sirve, no obstante es recomendable que cada área tenga un espacio de no menos de 20 metros cuadrados. Cumplirá los requisitos de la norma NIDE “Salas y Pabellones”.

2.2.4. Aparcamiento

El pabellón dispondrá de un aparcamiento para usuarios que viven lejos o que acceden con sus vehículos.

A la vista de todos los datos anteriores se concluye que las dimensiones definitivas del pabellón son de 42,5m x 72,5m con una altura libre interior de 8,68m. Estas medidas cubren por completo todas las necesidades para las que se proyecta dicho pabellón. Albergando de esta forma 3 pistas oficiales, sus zonas de seguridad correspondientes, salas de gimnasio, gradas, vestuarios, y zonas de acceso.

3. Descripción de la metodología seguida para la selección de alternativas

Llegando a la parte central del trabajo, expondremos las alternativas estructurales para la realización de nuestro pabellón cubierto. Hemos introducido distintos criterios como clasificación en los que aparecen distintas alternativas de: Implantación y diseño, estructura de la cubierta, cerramientos, urbanización y los materiales de construcción.

Con lo que iremos exponiendo cada una de ellas por separado, para estar en condiciones de realizar una comparación entre ellas y poder dar una propuesta justificada como conclusión del trabajo.

3.1. Implantación – Posición pabellón

Para poder comprender los razonamientos a seguir en este apartado, conviene tener en mente lo comentado en el punto anterior, concretamente la disposición de fachadas prefabricadas de paneles en nuestra estructura. Teniendo esto en cuenta, la variable que nos debe llamar la atención especialmente es la iluminación natural.

Además, dado que tendremos pistas orientadas en 2 direcciones principales, es preciso dar preferencia a una de ellas. Si el solar tuviera otra orientación se podría haber pensado en una solución de compromiso para las dos direcciones, pero dadas las particularidades de este caso se concluyó que dar preferencia a las pistas principales era la mejor opción.

Como consecuencia de esto se ha escogido una orientación Norte-Sur para la dirección longitudinal de la pista principal, teniendo en cuenta los eventuales deslumbramientos que se pudieran producir a causa de la iluminación natural. El razonamiento detrás de esta decisión es como sigue: como hacia el lado Norte el sol no incide y hacia el lado Sur el Sol se encuentra demasiado alto, la fachada principal debería de ser la del lado sur. Esta es la forma más óptima de maximizar la cantidad de luz natural que entraría por las ventanas de la fachada principal.

Con el objetivo de aprovechar la superficie de la parcela al máximo, en el plan de implantación también se ha tenido en cuenta la posición del aparcamiento.

Entradas al pabellón: El pabellón tendrá una entrada principal y dos salidas de emergencia.

Para los accesos de vehículos se establecerían una entrada y una salida en la avenida principal, y otro acceso localizado en la otra calle para uso exclusivo peatonal, estando éste último más cerca de la puerta de entrada al pabellón. Los accesos de vehículos también dispondrían de acera para los peatones que deseen acceder desde la avenida principal.

En definitiva, la disposición relativa en planta de la estructura con respecto al solar quedaría así como se ve ilustrado en la figura siguiente:

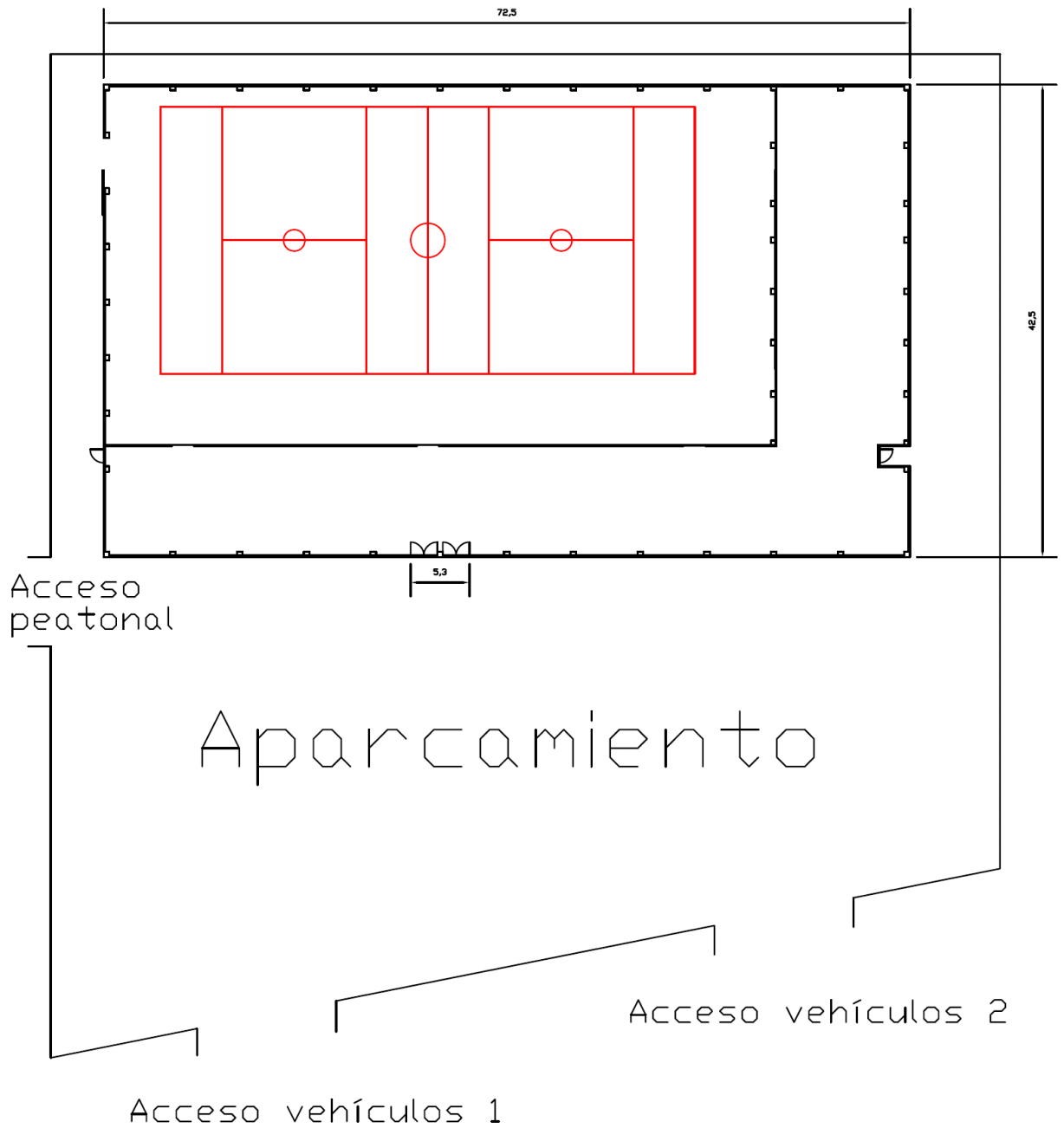


Figura 6 : Disposición relativa en planta de la estructura con respecto al solar

Otra disposición pensada relativa en planta de la estructura con respecto al solar:

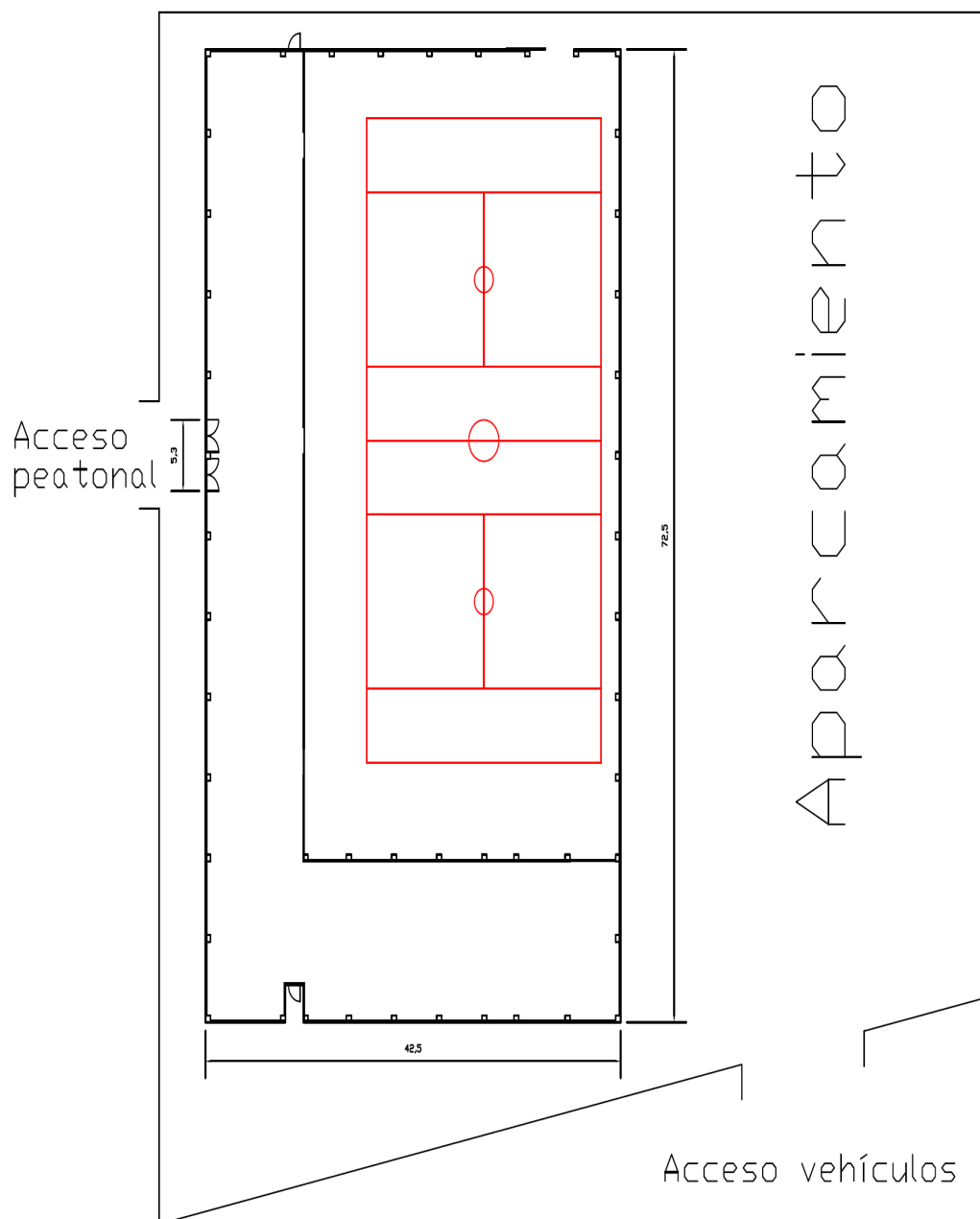


Figura 7 : Otra alternativa de la disposición relativa en planta de la estructura con respecto al solar

3.1.1. Distribución interior del pabellón y dimensiones totales

Por otro lado se pensó en construir las gradas en el segundo piso y de este modo aprovechar la planta baja y disponer de espacio suficiente para la recepción. En esta área estarían localizados los vestuarios para los correspondientes equipos, jugadores y árbitros, siendo el número de lavabos públicos suficientes como para cumplir lo que nos exige la normativa para el público. Finalmente, esta zona también dispondría de almacenes de mantenimiento y de materiales deportivos, y de una enfermería, entre otros servicios.

Los planos finales del interior del pabellón polideportivo se encuentran representados en las figuras 8 y 9 de la planta baja y la primera planta sucesivamente. Esta distribución se ha resuelto teniendo en cuenta tanto las medidas oficiales de las pistas anteriormente citadas como sus correspondientes distancias de seguridad, ocupando un área total de 32,23 m x 60,23m. A su vez, se han dispuesto las gradas (9,9m x 60m) en la planta primera para poder así satisfacer los

requerimientos demandados, habiendo escaleras de acceso en los extremos (una por extremo) y en el centro de las gradas, siendo estas últimas las principales.

La decisión de construir gradas en un sólo lado está relacionada con el aprovechamiento del espacio. Resulta que, aun colocando escaleras de acceso en medio de las gradas y en sus extremos, la normativa vigente acerca de la capacidad del número de asientos necesarios para los espectadores se ve cumplida, incluyendo las especificaciones acerca de las medidas exigidas. De este modo, el espacio restante de la primera planta se convertiría en un área con distintas oficinas destinadas a la dirección. También dispondría de Salas de gimnasio y de unos vestuarios adicionales.

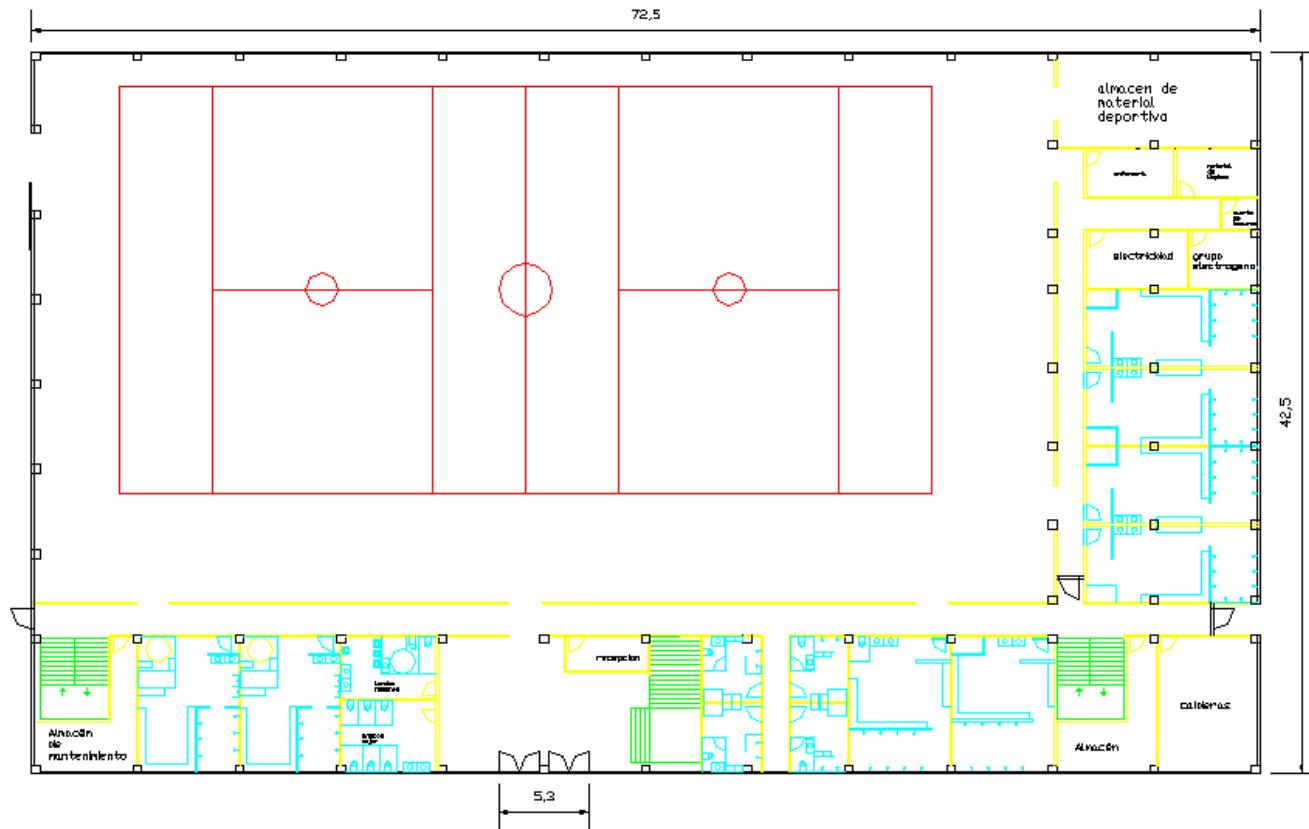


Figura 8 : Distribución interior del pabellón de la planta baja

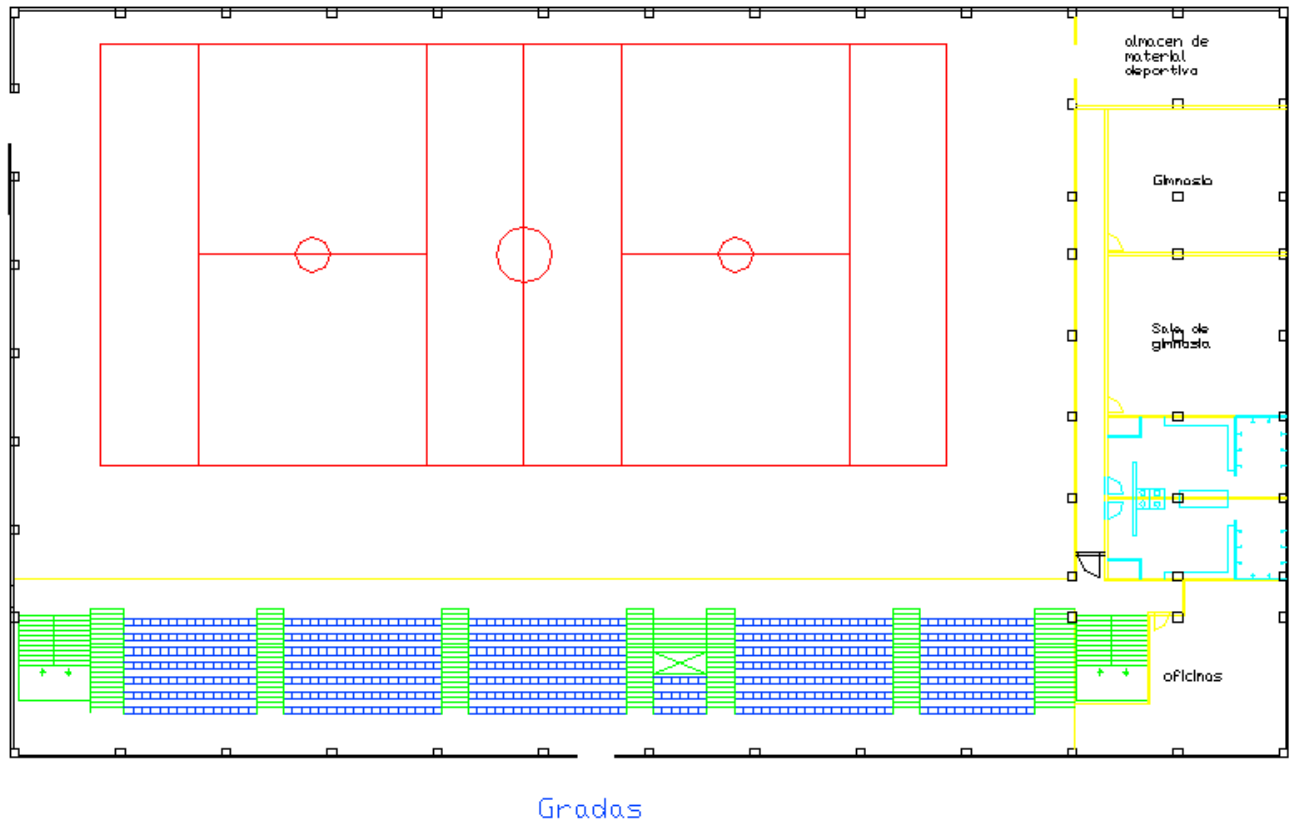


Figura 9 : Distribución de la segunda planta

Las gradas se sitúan a uno de los lados del pabellón en la primera planta y tienen unas dimensiones totales de 60m x 9.9 m, alcanzando una altura de 4 m en su punto más alto. Dichas gradas están formadas por elementos prefabricados de hormigón armado y las estructuras que las soportan son metálicas.

Se dispondrá de dos escaleras de acceso de hormigón armado, de 2m de anchura y situadas en los extremos de las gradas; y unas escaleras principales de 3m de anchura en el centro de las gradas.

De esta forma y teniendo en cuenta que cada espectador ocupa 0,5m se llega a una cifra de 592 espectadores, con lo que aproximadamente se cumplen las necesidades de capacidad citadas previamente.

Otras alternativas propuestas para la distribución interior del pabellón:

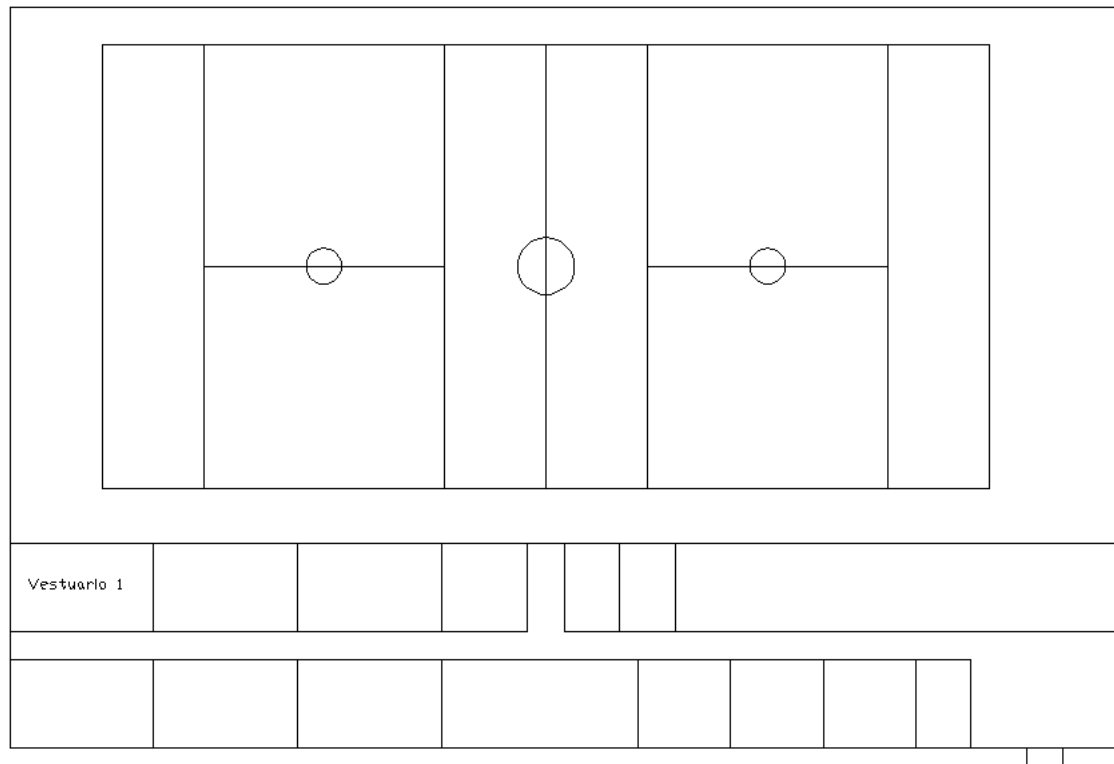


Figura 10 : Distribución interior con pasillo en medio y la puerta entrada a la derecha

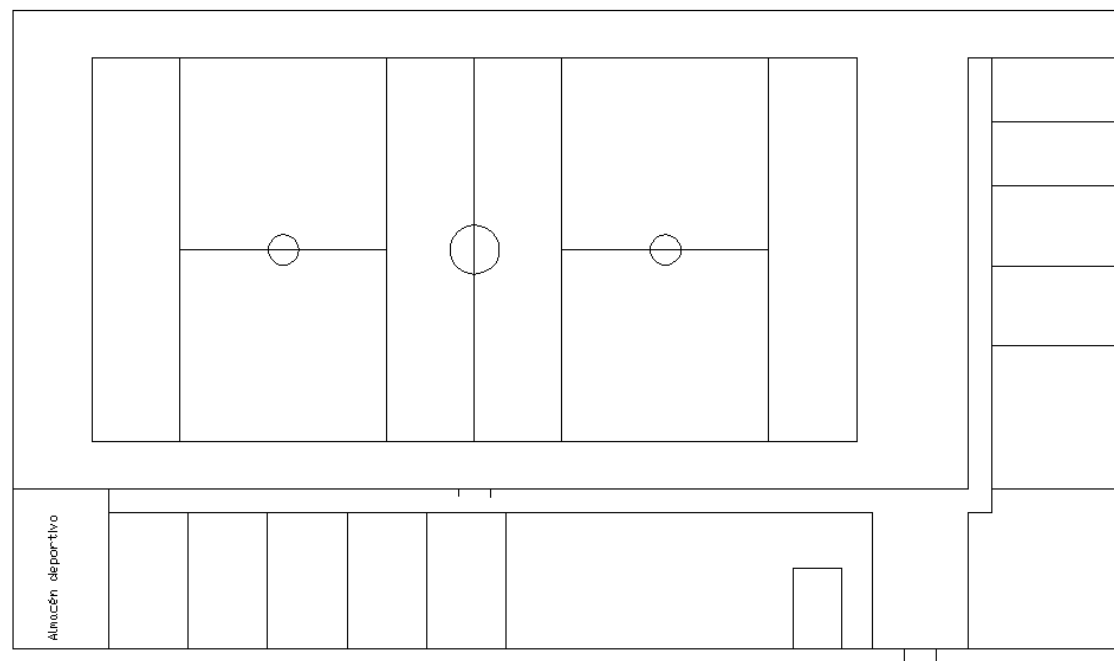


Figura 11 : Otra distribución con la puerta de la entrada a la derecha

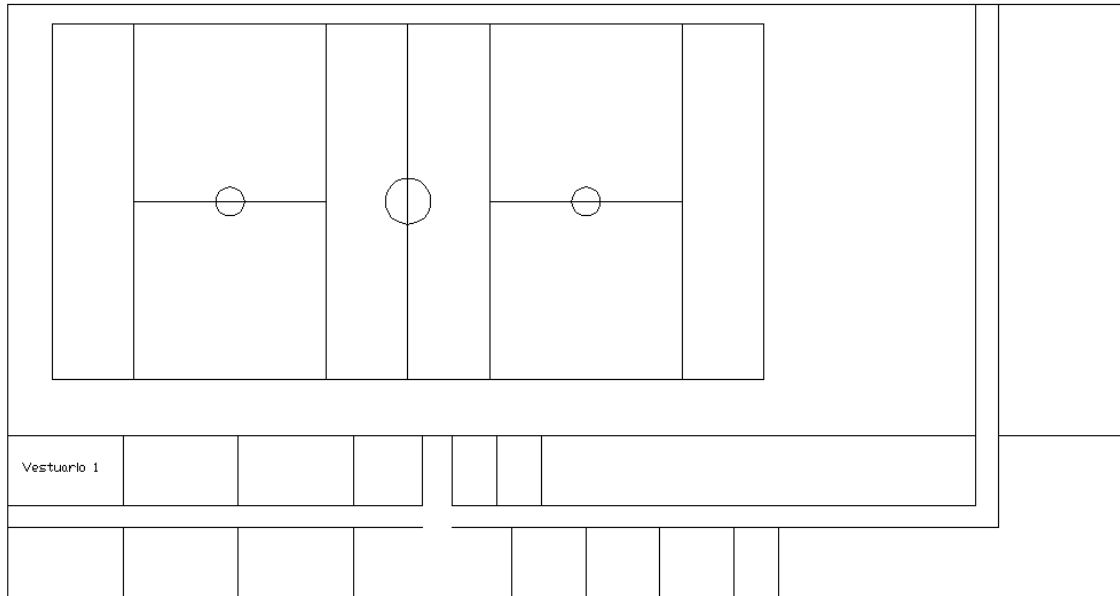


Figura 12 : Distribución con pasillo en medio de los vestuarios y la puerta de la entrada céntrica

3.2. Tipología estructural

El objeto de esta fase es el análisis de la elección de la tipología estructural de los pórticos del pabellón polideportivo. Y por tanto el entramado lateral, los pilares del entramado hastial, el entramado hastial y las vigas contraviento o cruces de San Andrés.

La organización constructiva de un pabellón responde, en general, al esquema representado en la siguiente figura, en la cual se distinguen:

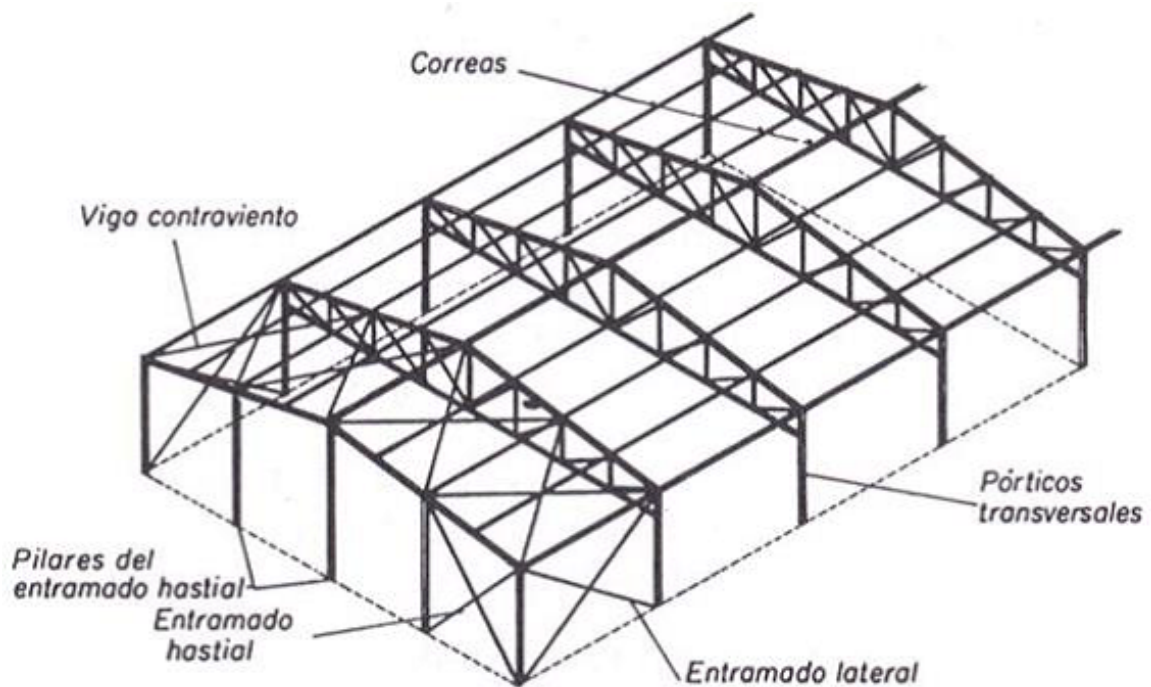


Figura 13 : Organización constructiva general cercha tipo Howe

Correas: Son vigas formadas, en general, por perfiles metálicos, o conformados en frío que reciben directamente la cubierta transmitiendo su peso y cargas (nieve, viento, etc.) a los pórticos transversales.

Pórticos: Formados por un sistema de vigas en celosía y pilares, o por pórticos a dos aguas contruidos con piezas de alma llena de sección constante o variable. Resisten las cargas transmitidas por las correas y, también, las cargas de viento perpendiculares al eje longitudinal del pabellón recogida por los pilares.

Vigas contraviento: Se organizan añadiendo una celosía en cruz de San Andrés o en K que enlaza los cordones superiores de las cerchas o de las vigas que forman los dinteles de los pórticos. Se disponen en los módulos extremos del pabellón.

Entramado hastial: Reciben las acciones debidas al viento de dirección longitudinal y forman, además, una estructura que soporta el cerramiento frontal del pabellón. Estas acciones horizontales se concentran en los pilares que las transmiten a las vigas contraviento y, también, directamente a la cimentación.

Entramado lateral: Constituidos por los pilares de los pórticos principales a los que se añade, también, una celosía en cruz de San Andrés, o en K, en uno o más módulos. Soportan el cerramiento lateral y aquellos que forman parte de los entramados laterales reciben las cargas horizontales dirigidas en el sentido longitudinal del pabellón por las vigas contraviento.

Otra organización estructural posible con cerchas tipo Pratt:



Figura 14 : Estructura con cercha tipo Pratt y correas

El elemento principal de toda esta organización, y que define la tipología estructural del pabellón, es el pórtico transversal o pórtico principal. El presente estudio de soluciones estudia la tipología más adecuada para los pórticos principales del pabellón de todas las posibilidades estructurales conocidas. Todas las alternativas se analizan a continuación.

Formulación de criterios:

El criterio fundamental a la hora de elegir la tipología estructural adecuada del pórtico principal es la estética y en segundo término la luz entre pilares del pabellón polideportivo en los que encontramos muchas variantes como: Howe, Pratt, Warren... etc. Cada tipología presenta su óptimo para un rango de luces determinado.

Generación de alternativas: Se adoptan diferentes soluciones constructivas para las cerchas utilizadas en la organización estructural, podemos clasificar las cerchas que hay según se forma en las cuales se distinguen:

La cercha de forma triangular: es la más utilizada y permite salvar todo tipo de luces. Normalmente están constituidos por elementos aserrados, pero en luces mayores se recomienda elementos laminados. Su pendiente fluctúa entre 12 y 45°, también se recomienda que las diagonales formen ángulos entre 30 y 60° con respecto al cordón inferior.

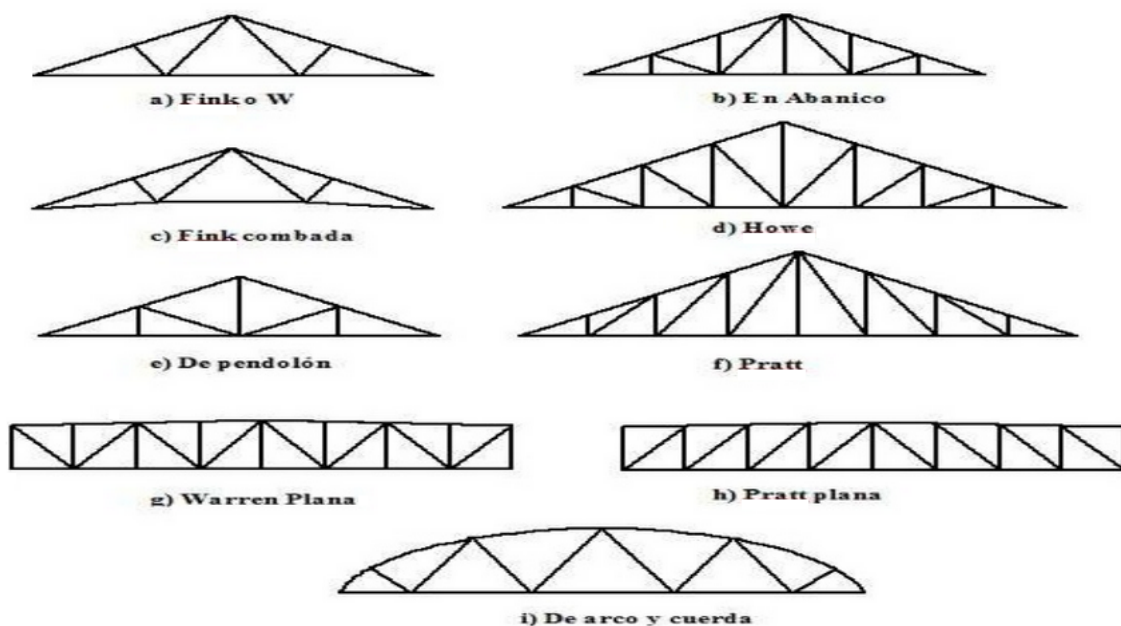


Figura 15 : Diferentes tipos de cerchas de forma triangular

Forma Rectangular: este tipo de cerchas, que frecuentemente son denominadas vigas armadas o de celosía, pueden cubrir entre 7 y 30 metros y son usados como estructura de techumbre, de entrepiso y también como arriostramiento longitudinal.

Otras Formas - Forma Trapezoidal - Forma Curva - Forma de Tijera - Forma de Tensada

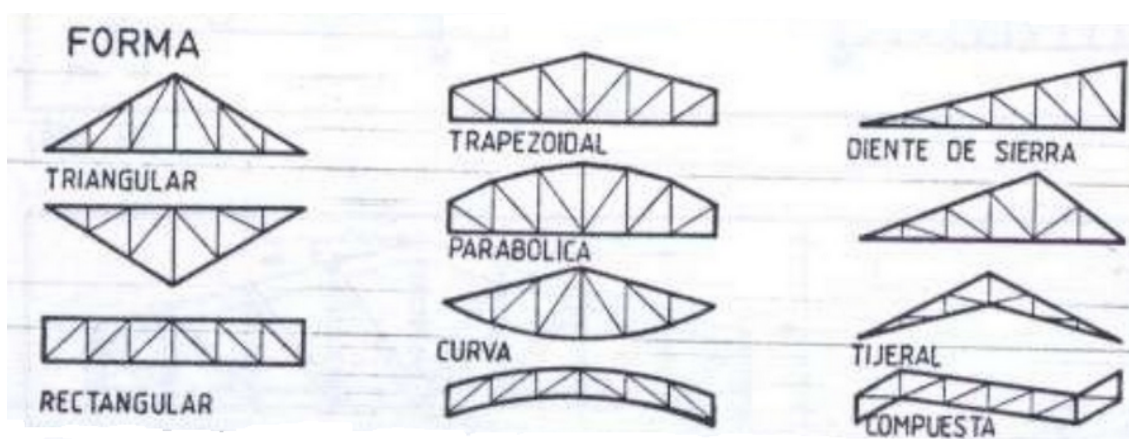


Figura 16 : Otras posibles cerchas de diferentes formas

En esta ocasión, el motivo que nos lleva a elegir una tipología es la forma de la cercha, la cercha tipo triangular de arco y cuerda resulta ser la más elegante y la que mejor se ajusta ahorrando material innecesario (montantes) para las cargas a las que estará sometida la celosía.

- Análisis de las alternativas:

De entre las cerchas citadas se distinguen los siguientes:

Cercha Howe: Armadura tipo Malla inglesa Cuando la luz de la nave a cubrir es grande, la armadura más indicada es el de la malla inglesa.

Cercha Pratt: Armadura tipo Americano. La única variación que existe entre este tipo y el anterior es, la posición de las barras inclinadas. Las barras así trabajan a tracción, y por lo tanto se armaran con un solo angular.

Cercha en abanico: Tiene la armadura de tipo económico

La cercha tipo Fink o W: Este tipo tiene la ventaja sobre los cuchillos tipo Inglés o Americano, de que las piezas que están sometidas a compresión son de menor longitud que la de los referidos sistemas, y por lo tanto son menores sus perfiles.

La cercha tipo de arco y cuerda: El concepto básico del arco es tener una estructura para cubrir claros mediante el uso de compresión interna solamente. El perfil del arco también puede ser derivado geométricamente de las condiciones de cargas y soporte, además si la estructura es isostática pueden determinarse las solicitaciones a partir del esquema y dimensionar estrictamente las secciones de las barras, lo que da una doble ventaja: por una parte la sencillez del proceso de análisis; por otra, que pueden dimensionarse estrictamente las barras.

Los pórticos con dintel en viga de celosía o cercha, presenta una desventaja que es la pérdida de habitabilidad por una mayor ocupación de espacio en la clave del pabellón, ya que las cerchas tienen, normalmente, el cordón inferior entre cabeza de pilares, impidiendo el uso bajo cubierta hasta ese nivel. Pero en este caso y teniendo en cuenta la altura del pabellón a proyectar no supone un problema. Por lo tanto, es la solución más aconsejada para luces de 42 metros de pabellón polideportivo.

En cuanto a los pabellones con cubierta espacial con cerchas en todas las direcciones presentan como principal ventaja la posibilidad de crear grandes espacios diáfanos reduciendo al mínimo el número de pilares. Sin embargo este tipo de cubiertas se reservan para pabellones de dimensiones mayores como son estadios o grandes estadios, por lo que no sería necesaria su aplicación para un pabellón polideportivo de dimensiones 72,5x42,5m.

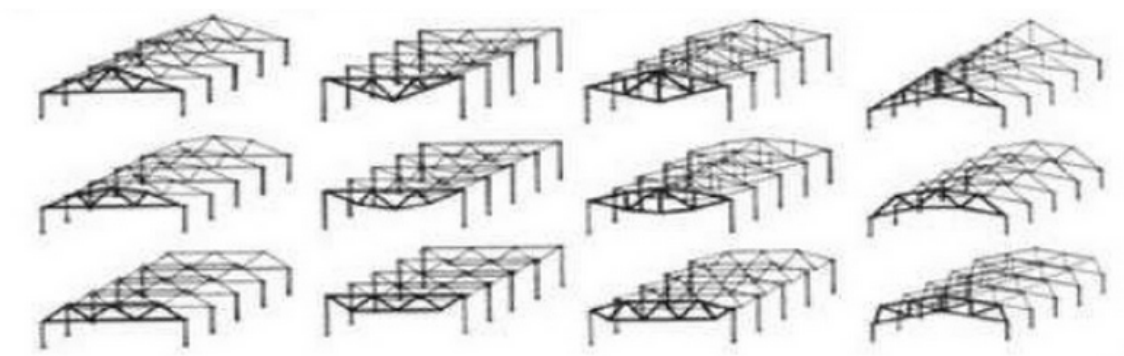


Figura 17 : Otras cubiertas con diferentes tipos cerchas

Dentro de la tipología de pórticos con dintel en viga de celosía o cercha, existen tres subtipos que son:

- Viga en celosía o cercha unida rigidamente a los pilares. En este caso se tendrán cuatro uniones empotradas entre los cordones superior e inferior de la cercha y los dos pilares.
- Viga en celosía o cercha articulada en los pilares. La cercha simplemente se apoya mediante el cordón superior sobre los pilares, con dos uniones articuladas.

- Viga en celosía o cercha articulada en un pilar y apoyada mediante deslizadera en el otro. La cercha simplemente se apoya mediante el cordón superior sobre los pilares, con una unión articulada en un pilar y con una deslizadera en el otro pilar.

Dentro de estas tipologías, la de viga en celosía o cercha apoyada en los pilares, tiene un comportamiento simplicidad más óptimo que en las otras dos soluciones. El pórtico simplemente se apoya sobre los pilares mediante el cordón superior. De forma que, la articulación en los extremos de la viga con el momento nulo en los apoyos extremos no nos condiciona las solicitaciones de axil que le llegan al centro de la cercha.

- Decisión:

Analizadas las ventajas e inconvenientes de cada alternativa, se decide proyectar la estructura con pórticos con dintel en viga de celosía, cercha tipo arco y cuerda articulada en los pilares.

La organización estructural final quedaría como se ve ilustrado en la figura siguiente:

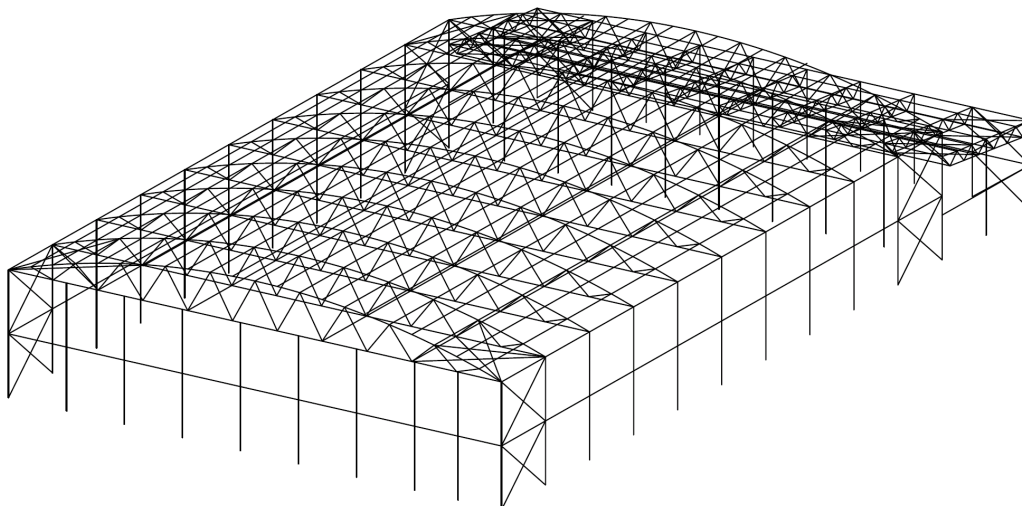


Figura 18 : Organización constructiva

3.3. Cerramientos

Un cerramiento es una división que se hace con tabique, elemento o muro que separa dos espacios y que comúnmente no soporta cargas de la estructura, y que permite cerrar y terminar la estructura de nuestro pabellón polideportivo.

Los cerramientos se pueden clasificar por:

- Ubicación:- Interiores- Exteriores
- Por su forma:- Planos (Horizontales, Verticales, Inclinados)- Curvos
- Comportamiento ante la luz: - Opacos - Translucidos - Transparentes
- Por la Movilidad: - Fijo – Móvil

Constan de diferentes exigencias funcionales:

- Delimitación del espacio arquitectónico

- Funciones Estructurales (que tenga equilibrio con el espacio)
- Exigencias de acondicionamiento (térmico, acústico, lumínico, sanitario)

3.3.1. Fachadas

En relación con las fachadas, se ha decidido dar prioridad a obtener la máxima iluminación natural posible así como una funcionalidad y una economía eficientes. Esto podría llevar a un ligero detrimento de la estética. Por ejemplo, emplear fachadas de cristal en lugar de aquellas hechas con hormigón darían a la estructura un toque adicional de elegancia y además permitirían que entrase mucha más luz natural. Sin embargo, el coste que esto supondría en términos económicos subiría demasiado el presupuesto total. Por esta razón se decidió emplear fachadas prefabricadas de hormigón, intentando suplir la falta de luz mediante la construcción de ventanas del máximo tamaño posible.

Dichas fachadas serán de tipo paneles prefabricados y tendrán ventanas muy grandes de $5,1 \times 1,1 \text{ m}^2$ de la primera planta y $5,3 \times 0,4 \text{ m}^2$ de la planta baja para la máxima iluminación natural como se muestra en las figuras siguientes:

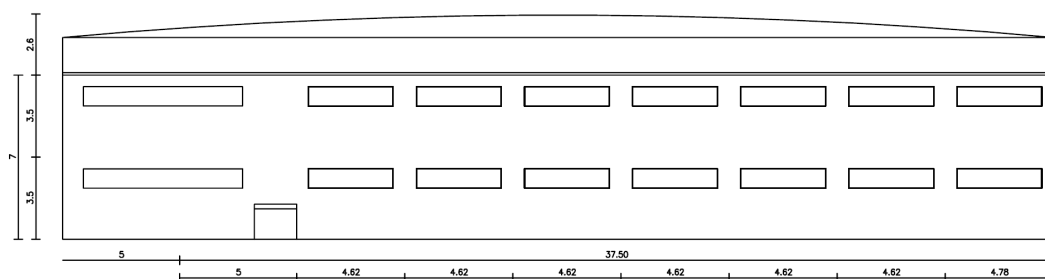


Figura 19 : Fachada lateral derecha

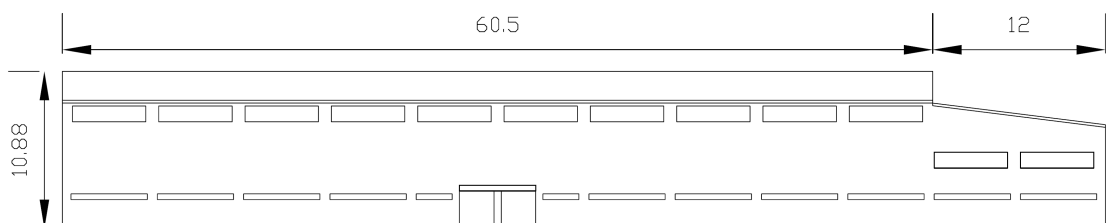


Figura 20 : Fachada principal con ventanas

3.3.2. Cubiertas:

- Definición y objetivo

La función de este y todos los cerramientos es que deben proteger el espacio delimitado y respetar las principales exigencias de acondicionamiento:

Térmico: destinado a asegurar las condiciones climáticas de confort en el hábitat

Acústico: lograr que el sonido proveniente de una fuente o fuentes sea irradiado por igual en todas direcciones.

Lumínico: optimizar la iluminación para proyectarla a los artículos que la reciben

Sanitario: para que el espacio habitable y sano.

Los cerramientos superiores son los que delimitan la altura del espacio y pueden tener diferentes formas y características.

- Superiores Interiores: Se encuentran dentro de una estructura previa, Mejora el comportamiento térmico y acústico de la construcción y permite la incorporación de puntos de instalaciones (iluminación, climatización, etc.).

- Superiores Exteriores: son estructuras independientes y son más resistentes ya que deben soportar otro tipo de condiciones físicas.

- Generación de alternativas:

Dentro de todos los cerramientos superiores, hay tres tipos de cubiertas según su forma:

- Cubiertas horizontales: en este tipo no se exige ningún tipo de acondicionamiento.

- Cerramientos curvos: La curvatura puede ser decorativa o funcional, aparte de su elegancia y mejor estética esta alternativa tiene la ventaja de ser mas funcional que decorativa ya que la cercha que se ha decidido elegir anteriormente es de arco.



Imagen 3 : Ejemplo de cerramientos curvos

- Cerramientos inclinados: La inclinación puede ser funcional o decorativa como se ve ilustrado en el ejemplo que tenemos en la imagen 4. Esta alternativa se descarta ya que no es compatible con la cercha de nuestro proyecto.



Imagen 4 : Ejemplo de cerramientos inclinados

- Decisión

Analizadas las tres alternativas, se decide forjar con la cubierta con cerramientos curvos.

En el lado corto de la estructura, dispondremos muros piñones curvos para mantener una rigidez comparable en las dos direcciones.

Dado que la longitud de la estructura en el lado cortó hemos dicho que era de 42,5 m, una composición modular apropiada sería la de 8 vanos de 5 metros ajustando algunos a 4,5 m o más para una distribución mejor aprovechando los espacios al máximo posible.

La cubierta será de paneles sándwich conformadas por módulos realizados a partir de dos chapas metálicas entre las cuales ya viene incorporado el material aislante adherido a las mismas durante el proceso de fabricación del panel.



Imagen 5 : Ejemplo de cubierta con panel sándwich curvo

En definitiva, el recorrido de las cargas verticales irá de la cubierta a las correas, de allí a la cercha y por los pilares hasta la cimentación.

En el caso de las cargas horizontales (fricción del viento y sismo), el mecanismo de diafragma de la cubierta las trasladará a los pilares resistiendo estos por el mecanismo de flexión.

3.4. Materiales de la estructura

- Definición del objetivo:

Se trata de la elección del material óptimo para la ejecución de la estructura principal del pabellón polideportivo.

Formulación de criterios: Optimización del volumen y espacio interior debido al uso al que se va a destinar la estructura.

La estructura debe tener una cierta facilidad de adaptación frente a futuras reformas debido a las necesidades cambiantes, la economía estructural del material será tomada en cuenta también.

- Generación de alternativas:

Van a analizarse las siguientes alternativas comunes en edificación de pabellones:

- Estructura de Acero.
- Estructura de Hormigón Prefabricado.
- Estructura de Hormigón in situ.

Análisis de las alternativas a la luz de los criterios: La solución de hormigón in situ se descarta en primer lugar ya que no es usada en la práctica para este tipo de pabellones. El hormigón in situ es comúnmente usado en estructuras de edificación pero no en estructuras de pabellones.

De entre las dos alternativas restantes, se analizan las ventajas e inconvenientes de cada una respecto de la otra.

Ventajas de las estructuras de acero con relación a las de hormigón prefabricado:

- 1) Industrialización total: Es posible prefabricar íntegramente las estructuras en taller con gran precisión y rapidez, y de acuerdo a controles de calidad normalizados. El montaje en obra mediante uniones atornilladas es muy sencillo y de rápida ejecución.
- 2) Facilidad de transporte: Debido a su peso reducido se minimizan los costes de transporte y esto repercute en una elevada optimización económica final.
- 3) Elevadas prestaciones mecánicas: La posibilidad de adaptación plástica ofrece gran seguridad.
- 4) Facilidad de adaptación en ampliaciones y reformas.
- 5) Cimentaciones más sencillas y económicas a causa del reducido peso de la estructura.
- 6) Posibilidad de proyectar soportes y dinteles de menor canto con lo que se obtiene un mejor aprovechamiento del volumen y del espacio.
- 7) Mejor optimización y aprovechamiento del material, al existir una gama mucho más amplia de tipos de secciones transversales que en el caso del hormigón prefabricado. En este caso la necesidad de estandarización impuesta por el alto coste de los moldes impide una optimización integral del material.
- 8) Economía: La cubierta metal: cerca de los 150€/m² mientras que la del Hormigón son 200€/m² aproximadamente.

Ventajas de las estructuras de hormigón prefabricado con relación a las de acero:

- 1) Excelente capacidad para resistir sobrecargas adicionales, por su elevada relación peso propio/sobrecarga, lo que proporciona un elevado nivel de seguridad a la estructura.
- 2) Resistencia al fuego: propiedad que presenta sin necesidad de ningún tipo de protección adicional. Al ser el hormigón un material incombustible presenta la ventaja adicional de no arder y no contribuir a la producción de humos y gases letales.
- 3) Durabilidad: La utilización de cementos adecuados al tipo de ambiente garantizan la durabilidad de las propiedades.

El uso que se le pretende dar a la estructura no hace necesaria la previsión de sobrecargas adicionales.

La seguridad frente al fuego es mayor en la estructura de hormigón. Esta ventaja sería definitiva si la finalidad de la estructura fuera una actividad industrial que manejara sustancias peligrosas frente al fuego, como por ejemplo almacenamiento de madera o papel. En nuestro caso esto no es así. Además la estructura metálica también se podría proteger frente al fuego con distintos métodos, en caso de ser necesario.

Económicamente la opción de la estructura de acero es más ventajosa, así como la posibilidad de adaptación a futuras reformas y la optimización del espacio interior de la estructura.

- Decisión:

El material adecuado para proyectar la estructura de la cubierta del pabellón del presente proyecto es el Acero estructural.

3.5. Urbanización

Por lo que respecta a la zona de aparcamiento, éste dispondrá de aceras y de zonas verdes con el objetivo de aumentar el factor estético y de facilitar el acceso a los peatones, respectivamente. En el diseño de la distribución de carriles se ha tenido en cuenta la normativa vigente en relación a la anchura mínima permitida, de este modo todo vehículo podrá circular cómodamente minimizando las colas y consiguiendo un tráfico más fluido. Concretamente, cada carril tendrá una anchura de 6 a 7 m. Otro aspecto a destacar en este tema es que los carriles son de doble sentido. Además, cabe señalar que las aceras han sido diseñadas de manera que los peatones puedan acceder fácilmente a la entrada del pabellón a través de cualquiera de los tres accesos de aparcamiento mencionados anteriormente. Como último detalle, las plazas de aparcamiento tendrán unas dimensiones de 5 x 2,5 m².

- Generación de alternativas

En la distribución se pueden distinguir dos alternativas, tal y como se ve ilustrado en las siguientes figuras:

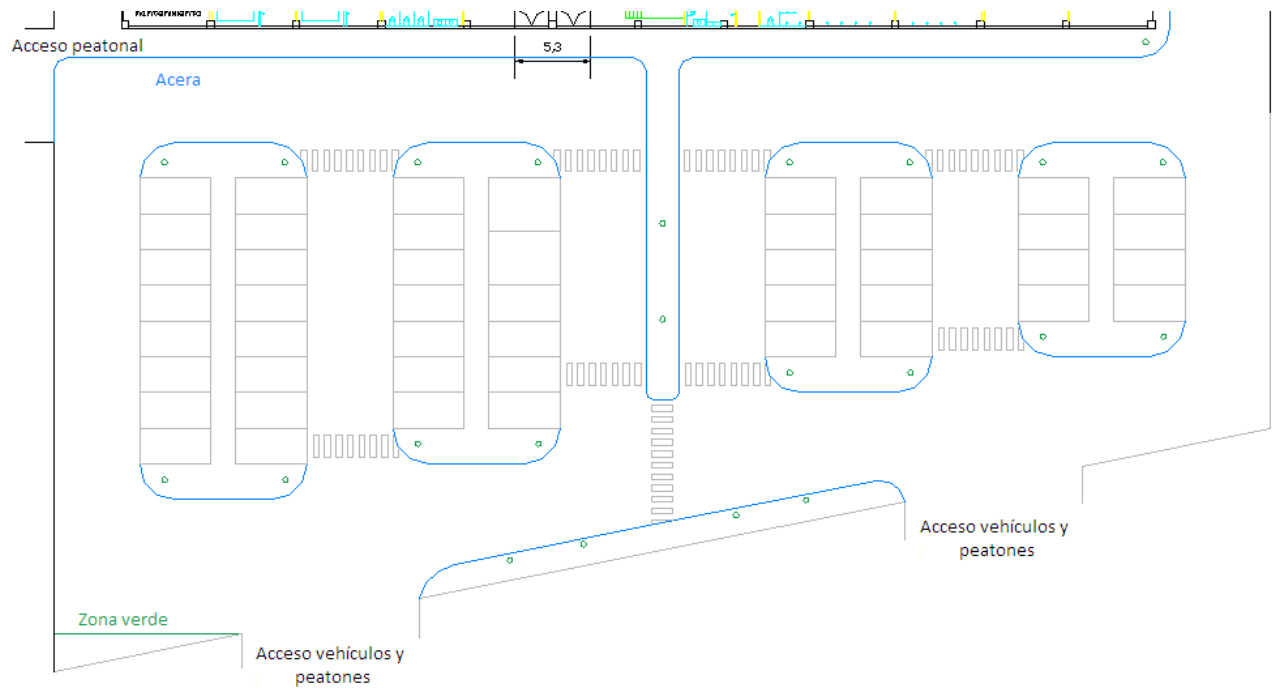


Figura 21 : Distribución del pavimento de la primera alternativa

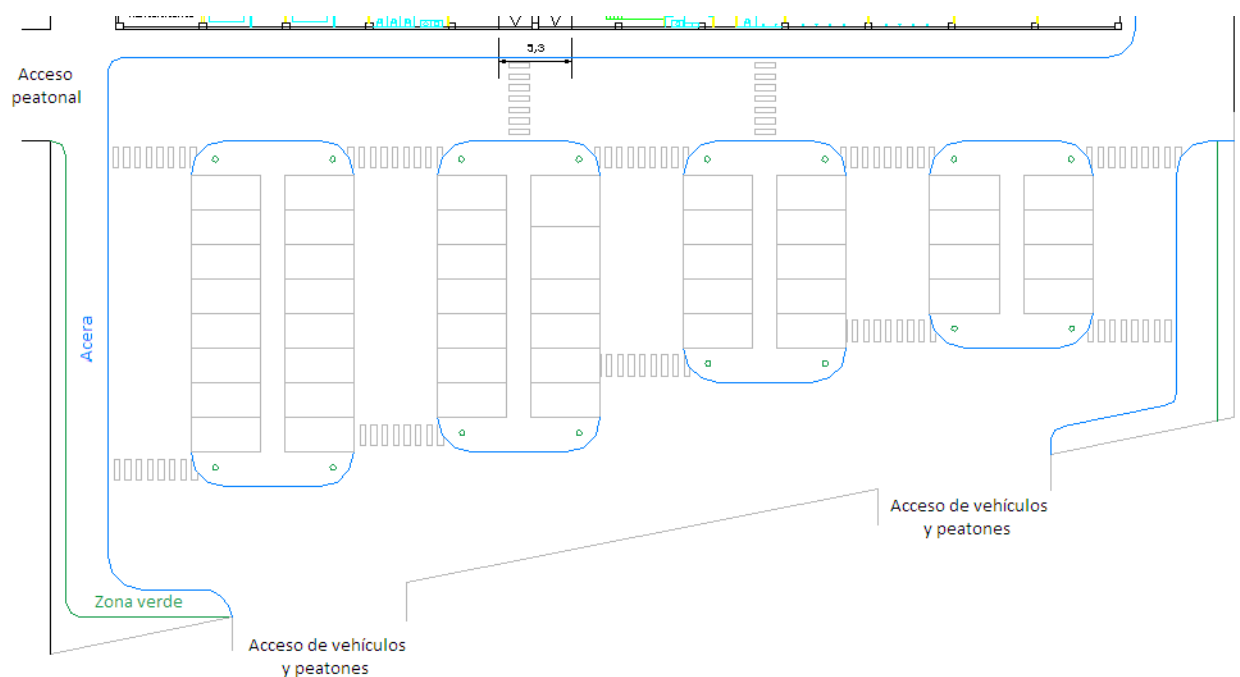


Figura 22 : Distribución del aparcamiento de la segunda alternativa

En la primera alternativa se plantea el acceso peatonal desde el aparcamiento mediante una acera.

En la segunda alternativa, sin embargo, el acceso se realiza por los extremos del aparcamiento a través de una acera. Además, este modelo permite la introducción de zonas verdes adicionales.

La principal ventaja de la primera frente a la segunda alternativa hace referencia al punto de vista estético. Evidentemente es más elegante construir la acera en el medio. Además, la accesibilidad peatonal desde los accesos de la avenida principal se ve facilitada debido a que dicha acera desembocaría directamente

en la puerta de entrada al pabellón y, como consecuencia, los peatones necesitarían recorrer un trayecto menor en comparación con el de la segunda alternativa.

En cuanto al número mínimo de plazas de aparcamiento, ambas alternativas cumplirían con lo exigido por la normativa vigente para un pabellón de más de 500 espectadores, ya que ambas resultan con el mismo número de plazas.

Por otro lado la normativa de aparcamientos exige habilitar 1 plaza para minusválidos por cada 50 plazas existentes. Estas deben estar adecuadamente señalizadas y próximas a los accesos del itinerario, con unas dimensiones mínimas 4,50 x 3,30 m². Cumpliendo con este requisito, nuestro aparcamiento dispondría de 2 plazas para minusválidos, debidamente señalizadas y con unas dimensiones de 5 x 2,75 m².

- Decisión

Una vez analizadas las ventajas e inconvenientes de cada alternativa y habiendo realizado las correspondientes comparaciones, se decide que la primera alternativa con la acera en el medio del aparcamiento es la opción más satisfactoria.

4. Solución adoptada

La solución adoptada, según lo mencionado anteriormente, consiste en lo siguiente:

La estructura se proyectará con pórticos centrales, viga en celosía o cercha tipo arco y cuerda apoyada en los pilares para un pabellón polideportivo de estructura metálica.

En cuanto a la distribución interior, las gradas se construirán en el segundo piso, en un sólo lado, habiendo escaleras de acceso en los extremos (una por extremo) y en el centro de las gradas, siendo estas últimas las principales, y aprovechando la planta baja para la recepción. En esta área estarían localizados los vestuarios para los correspondientes equipos, jugadores y árbitros, siendo el número de lavabos públicos suficientes. Finalmente, esta zona también dispondría de almacenes de mantenimiento y de materiales deportivos, y de una enfermería, entre otros servicios. Por otro lado, el espacio restante de la primera planta se convertiría en un área con distintas oficinas destinadas a la dirección. También dispondría de Salas de gimnasio y de unos vestuarios adicionales.

El pabellón tendrá una entrada principal y dos salidas de emergencia.

Para los accesos de vehículos al aparcamiento, se establecerían una entrada y una salida en la avenida principal, y otro acceso localizado en la otra calle para uso exclusivo peatonal, estando éste último más cerca de la puerta de entrada al pabellón. Los accesos de vehículos también dispondrían de acera para los peatones que deseen acceder desde la avenida principal.

En cuanto a los cerramientos:

Las fachadas serán de tipo paneles prefabricados y tendrán ventanas muy grandes de 5,1 x 1,1 m² de la primera planta y 5,3 x 0,4 m² de la planta baja para la máxima iluminación natural

La cubierta será con cerramientos curvos, y de paneles sándwich conformadas por módulos realizados a partir de dos chapas metálicas entre las cuales ya viene incorporado el material aislante adherido a las mismas durante el proceso de fabricación del panel. En el lado corto de la estructura, dispondremos muros piñones curvos para mantener una rigidez comparable en las dos direcciones.

En cuanto a la distribución del aparcamiento se plantea el acceso peatonal desde el aparcamiento mediante una acera. Con una entrada y una salida en la avenida principal, y otro acceso localizado en la otra calle para uso exclusivo peatonal, estando éste último más cerca de la puerta de entrada al pabellón.